

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTÉ DES SCIENCES AGRO-VÉTÉRINAIRES
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Evaluation temporelle de la toxicité de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* et du produit homologué à base bactérienne : Spinosad sur les populations du psylle de l'olivier. Impact sur la biocénose circulante.

Projet de fin d'études en vue de l'obtention
Du diplôme de Master 2
Spécialité : Phytopharmacie appliquée

Présenté par : M^{elle} Tayebi Saadia

Devant le jury composé de :

M ^{me} DJENNAS K.	MAB	U.S.D.B	Présidente
M ^{me} ALLAL L.	PROFESSEUR	U.S.D.B.	Promotrice
M ^{me} REMINI L	MAB	U.S.D.B.	Examinatrice
M ^{me} MARNICHE F	MCB	U.S.D.B.	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011/2012

Evaluation temporelle de la toxicité de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* et du produit homologué à base bactérienne : Spinosad sur les populations du psylle de l'olivier. Impact sur la biocénose circulante. sur les populations du psylle de l'olivier.

Resumé :

Malgré son importance dans le bassin méditerranéen et en Algérie, l'olivier (*Olea europea*) n'est pas encore bien protégé contre les dégâts causés par les insectes ravageurs tels que le psylle de l'olivier (*Euphyllura olivina*).

Dans notre travail, nous avons essayé de voir l'effet du phytoextrait de la plante spontanée *Inula viscosa* et le bactéricide homologué spinosad sur l'évolution des populations du psylle *Euphyllura olivina* (Homoptère, Psyllidae) et sur l'entomofaune auxiliaire circulante.

Les résultats obtenus ont montré une variabilité qualitative selon les biocides utilisés, et ils ont montré aussi que l'effet diffère d'une espèce à une autre.

Mots clés : *Olea europea*, *Euphyllura olivina*, extrait aqueux, *Inula viscosa*, phytoextraits, métabolites secondaires, Spinosad.

Evaluation of the biocide effect of *Inula viscosa* and Spinosad on the populations of the psyll of the olive tree *Euphyllura olivina*. Impact on circulating auxiliaries

Summary:

In spite of its importance in the Mediterranean Basin and in Algeria, the olive tree (*Olea europea*) is still not well protected against the damage caused by the insect pests such as the psyll of the olive tree (*Euphyllura olivina*).

Through our work, we tried to see the effect of the plant extract of the spontaneous species *Inula viscosa* and the bactericid spinosad on the evolution of the psyll population *Euphyllura olivina* (Homoptera, Psyllidae) and on the auxiliaries.

The obtained results showed a qualitative variability of the *Inula* aqueous extracts compartments for both regions: Soumâa, Boumedfâa as well as for both seasons: autumn and spring.

The results also showed that the leaves and the flowers extract have more important effectiveness than those with roots and stems.

Key words: *Olea europea*, *Euphyllura olivina*, aqueous extracts, *Inula viscosa*, plant extract, secondary metabolites, Spinosad.

psylle de l'olivier على فئات (*Inula viscosa* (Asteraceae) تقييم مفعول المبيد العضوي لنبتة المقرمان
تأثير ذلك على المجموعات الوظيفية). (*Euphyllura olivina* (Insecte, Homoptère).

الملخص

رغم مكانته في الحوض المتوسط وفي الجزائر، إلا أن شجر الزيتون *Olea europea* لا يزال عرضة لفتك الحشرات الضارة مثل *Euphyllura olivina*.

حاولنا من خلال دراستنا تجريب مفعول المستخلص النباتي لنبتة المقرمان العشوائية *Inula viscosa*

الجرثومي المركب المبيد و على تطور الكثافة السكانية ل *Euphyllura olivina*,

الوظيفية المجموعات على كذلك و

أظهرت النتائج المتحصل عليها نوعي للمستخلصات النباتية لأجزاء المقرمان في المنطقتين الصومعة وبومدفع، وكذلك بالنسبة للفصلين: الخريف والربيع.

الحشرات نوع حسب الطبيعية المبيدات فعالية تباين أيضا أظهرت كما

كلمات المفاتيح

, المكونات الثانوية, *Inula viscosa*, المستخلصات النباتية, *Olea europea*, *Euphyllura olivina*,

Spinosad

REMERCIEMENTS

Nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour faire notre travail.

Toute ma reconnaissance va à mon promotrice M^{me} ALLAL L. pour son encadrement ainsi que pour l'encouragement, sa patience, son aide et ses précieux conseils dont j'ai eu la chance d'en profiter, et aussi pour sa disponibilité tout le long du travail jusqu'à l'élaboration de ce document.

Mes vifs remerciements vont à M^{me} Djenas k qui me fait l'honneur de présider le jury.

Je tiens également à remercier M^{me} Marnich et M^{me} Remini qui ont accepté de participer à ce jury et d'examiner ce mémoire.

Je ne remercierais jamais assez tous les enseignants qui ont assuré ma formation, spécialement, ceux de l'option Zoophytatrie.

Merci.....

Dedicace

Je dédie ce travail à mes très chers parents qui m'ont encouragé et soutenu tout le long de mes études. Que dieu les protège.

- Mes frères : Oussama et Malek

-MA chère sœur: Hiba

-A ma belle Soeur: Karima et les petits Ziad, Akram et Adam.

-A mes cousins et cousine et toute ma chère famille

-A mes amis (es) : Amina, Imene, Roquaya, Sara, Areski, Chakib, Yacine, Aicha, Karima, Yacine, Nabil, Soumia, Khawla.

-A chère sœur KOUTTI Amina

Saado.....

TABLE DES MATIERES

RESUME
SUMMARY

ملخص

REMERCIEMENTS

DEDICACES

TABLE DES MATIERES

LISTE DES SYMBOLES ET D'ABREVIATIONS

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre 1 : Présentation de la plante hôte et du psylle de l'olivier	3
1.1 La plante hôte l'olivier <i>Olea Europea</i>	3
1.1.1 Systématique de l'olivier	3
1.1.2 Caractéristiques morphologiques	3
1.1.3 Biologie d' <i>Olea europaea</i>	4
1.1.3.1 Les grandes périodes de la vie d'un olivier	4
1.1.3.2 Le cycle végétatif annuel	5
1.2 Relation plante-insecte	6
1.2.1 Spécificité d'hôte	6
1.2.1.1 Spécificité de plante-hôte	6
1.2.1.2 Spécificité à une partie de la plante-hôte	6
1.3 Données bibliographiques sur le psylle de l'olivier: <i>Euphyllura olivina</i> (Costa, 1839)	7
1.3.1 Caractères essentiels de l'ordre des homoptères	7
1.3.2 Caractères essentiels de la Famille des Psyllidae	9
1.3.3 Position systématique	11
1.3.3.1 Description morphologique	11
1.3.3.1.1 L'œuf	11
1.3.3.1.2 Les larves	11
1.3.3.1.3 L'adulte	12
1.3.3.2 Le cycle de développement du psylle de l'olivier	13
1.3.3.3 Symptômes et dégâts	14

1.3.3.4	Facteurs de mortalité	15
1.3.3.4.1	Facteurs climatiques	15
1.3.3.4.2	Parasites	15
1.3.3.4.3	Prédateurs	15
1.3.3.5	Lutte	16
1.3.3.5.1	Lutte chimique	16
1.3.3.5.2	Lutte biologique	16
Chapitre 2 : Généralités sur la biodiversité faunistique et circulante		18
Introduction		18
2.1	La biodiversité	18
2.1.1	Etat actuel de la biodiversité	18
2.1.2	Relation : traitement- entomofaune	19
2.2	Facteurs affectant le potentiel biotique des insectes	20
2.2.1	Effets des facteurs biotiques	20
2.2.1.1	Effet variétal (incidence des facteurs génétiques)	20
2.2.1.2	Effets des métabolites secondaires des plantes	20
2.2.2	Effets des facteurs abiotiques	21
2.2.2.1	Influence de la nutrition de la plante hôte	21
2.2.2.2	Influence des produits phytosanitaires	21
2.3	Importance de la prise de nourriture chez les insectes	22
2.4	Facteurs affectant les composés nutritifs du feuillage	22
2.4.1	L'espèce et l'âge de l'arbre	22
2.4.2	Les compartiments au sein de l'arbre	23
2.4.3	Les défoliations antérieures	23
2.4.4	La floraison	23
2.4.5	Les fertilisations	24
2.4.6	Les éclaircies : la taille	24
2.5	Impact de la phytophagie	24
2.6	Réponses des plantes face aux attaques des insectes phytophages.	25

Chapitre 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.	26
3.1 Les insecticides d'origine botanique	26
3.1.1 Historique	26
3.1.2. Différentes formes de substances naturelles des plantes	27
3.2 Avantages et inconvénients des extraits de plantes	28
3.3 Métabolites secondaires des plantes et facteurs influençant leur synthèse	29
3.4 Données bibliographique sur la plante spontanée <i>Inula viscosa</i>	31
3.4.1 Aspects botaniques	32
3.4.2 Parties Utilisées	33
3.4.3 Aspects phytochimiques	34
3.4.4 Utilisation en lutte biologique	34
3.5 Les insecticides d'origine bactérienne	35
3.5.1 Historique	35
3.5.2 Avantages de la lutte microbienne contre les insectes ravageurs	35
3.5.3 Utilisation de SPINOSAD comme insecticide naturel	36
3.5.3.1 Principaux ravageurs	37
3.5.3.2 Le mode d'action	37
Chapitre 4: Matériel et méthode	39
4.1 Présentation de l'olivieraie étudiée	39
4.1.1 Situation géographique et limites	39
4.1.2 Historique et région de l'olivieraie	40
4.2 Paramètres climatiques de la région d'étude	40
4.2.1 Evaluation des pluies et de températures durant l'année d'étude	41
4.2.2.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen	41
4.2.2.2 Climatogramme d'Emberger	41
4.3 Méthodologie d'étude	43
4.3.1 Méthodologie d'étude au laboratoire	43
4.3.1.1 Préparation de l'extrait aqueux d' <i>Inula viscosa</i>	43

4.3.1.2	Préparation des lots expérimentaux et traitements	43
4.3.2	Méthodologie d'étude sur le terrain	44
4.3.2.1	Délimitation des arbres échantillonnés	44
4.3.2.2	Installation des pièges jaunes à eau et frappe	44
4.3.3	Récolte, identification et dénombrement	46
4.3.4	Application des traitements sur terrain	46
4.4	Analyse des données d'observation	47
4.4.1	Etablissement des tableaux de données brutes	47
4.5	Outils d'analyses utilisés	49
4.5.1	Diagramme rang fréquence	49
4.5.2	Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)	49
4.5.3.	Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer et al., 2001)	49
4.5.4	Estimation des abondances moyennes	50
Chapitre 5: Résultats et discussions		51
5.1	Résultats	51
5.1.1	Etude de l'efficacité du broyat de feuilles fraîches d' <i>Inula viscosa</i> sur les populations d' <i>Euphyllura olivina</i> au laboratoire	51
5.1.1.1	Effet temporel du phytoextrait d' <i>Inula viscosa</i> sur le nombre d'individus du psylle de l'olivier	51
5.1.1.2	Evaluation de la toxicité de l'extrait aqueux brut	52
5.1.1.3	Analyse univariée des effets comparés des phytoextraits de l'inule	53
5.1.2	Etude de l'effet des traitements sur l'entomofaune auxiliaire circulante sur terrain en le comparant avec le témoin	54
5.1.2.1	Pour les pièges jaunes.	54
5.1.2.2	Pour le frappe.	58
5.2	Discussions	62
Conclusion générale		68
Annexes		69
Références bibliographiques		70

LISTE DES SYMBOLES ET D'ABREVIATIONS

C° : Degre

C.H : Classification hirérarchique ascendante

mn : Minute

m : moyenne

g : gramme

% : Pourcentage

T.Mm : temperature minimal

T.Max : temperature maximal

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Cycle de végétation de l'olivier (ANONYME., 2011).	5
Figure 2	Schéma représentant une tête d'Homoptère (Roth., 1980).	7
Figure 3	Schéma représentant un maxillaire (Roth., 1980).	8
Figure 4	Schéma représentant le thorax d'un Homoptère (Roth., 1980).	8
Figure 5	Morphologie (face dorsale et ventrale) d'une larve de psylle (Ouvrard et al., 2002).	9
Figure 6	Morphologie (vue de haut et de profil) d'un adulte de psylle (White et Hodkinson., 1985).	10
Figure 7	Aile antérieure du psylle (White et Hodkinson., 1985).	10
Figure 8	Stades de développement d'Euphyllura olivina (Tayebi, 2011).	12
Figure 9	Cycle de développement du psylle Euphyllura olivina (Tayebi, 2011).	13
Figure 10	Matière cotonneuse blanche sécrétée par les larves en colonie sur les jeunes pousses et les boutons floraux de l'olivier (Tayebi, 2011)	14
Figure 11	Stratégies de résistance à l'herbivorie (Belsky et al., 1993)	25
Figure 12	Facteurs influençant la synthèse des métabolites secondaires et leur évolution dans les horizons superficiels de la fraction biodisponible pour la plante-cible (en noir) sera la résultante des nombreux équilibres mis en jeu dans le sol (Dini et al., 2001).	30
Figure 13	La plante inula viscosa (Tayebi., 2011).	33
Figure 14	Surface épineuse (a) et coupe longitudinale (b) de la bactérie (Anonyme., 2012)	36
Figure 15	La molécule de spinosad (Anonyme., 2012).	37
Figure 16	Le mode d'action de spinosad (Anonyme., 2012).	38

Figure 17	Implantation du site d'étude (Google, 2012)	39
Figure 18	Diagramme Ombrothermiques de la région de SOUMAA de l'Année 2011.	40
Figure 19	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de SOUMAA établi sur une période de 10 ans (2001-2011)	41
Figure 20	Localisation de soumaa dans le climagramme d'Emberger.	42
Figure 21	Protocole de préparation de l'extrait aqueux brut au laboratoire (Originale, 2012).	43
Figure 22	Préparation les lots expérimentaux (Originale, 2012).	44
Figure 23 (a, b)	Matériels de capture et de piégeage de l'entomofaune dans les oliveraies étudiés (Originale, 2012).	45
Figure 24	Méthodologie d'échantillonnage sur terrain pour la disposition des pièges.	45
Figure 25	Effet temporel de l'extrait brut d'inule visqueuse sur le nombre de survivants du psylle au niveau du laboratoire.	51
Figure 26a	Effet temporel de l'extrait aqueux brut d' <i>Inula viscosa</i> sur la population résiduelle du psylle au niveau du laboratoire.	52
Figure 26b	Effet temporel de l'extrait aqueux brut d' <i>Inula viscosa</i> sur le pourcentage des populations résiduelles du psylle au niveau du laboratoire.	52
Figure 27	Variabilité temporelle de l'effet de l'inule visqueuse sur les populations résiduelles du psylle de l'olivier.	53
Figure 28	Diagramme rang fréquence des communautés d'auxiliaires rencontrées dans les pièges jaunes, avant et après traitement sur les arbres témoins, les arbres traités par l'extrait brut de l'inule et les arbres traités par le spinosad.	55
Figure 29	Schéma Analyse des composées principales de l'effet des traitements sur la présence des espèces par piégeage.	57
Figure 30	Diagramme rang fréquence des communautés d'auxiliaires rencontrées en frappage, avant et après traitement sur les arbres témoins, traités par l'extrait brut de l'inule et par le spinosad.	59
Figure 31	Schéma Analyse des composées principales de l'effet des traitements sur la présence des espèces (par frappage).	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Systematique de l'olivier	3
Tableau 2	Taxonomie d' <i>Inula viscosa</i> d'après Fournier (1947).	32
Tableau 3	Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa de l'année 2011.	40
Tableau 4	Modèle G.L.M. appliqué à la modulation temporelle des populations résiduelles d' <i>Euphyllura olivina</i> sous l'effet d'application de l'extrait brut de linule visqueuse.	53
Tableau 5	Ajustements au modèle de Motomura et probabilités associées à la comparaison des pentes des équations des modèles linéaires entre les communautés deux à deux pour les blocs : témoin, inule et spinosad pour les pièges jaunes.	56
Tableau 6	Ajustements au modèle de Motomura et probabilités associées à la comparaison des pentes des équations des modèles linéaires entre les communautés deux à deux pour les blocs : témoin, inule et spinosad après frappage.	60

Introduction

L'olivier est très symbolique et est l'origine de nombreux mythes. Il a façonné, au fil des millénaires, les paysages, l'histoire et la culture et du bassin méditerranéen.

Dès l'Antiquité, l'olivier a joué un rôle très important dans la vie des populations méditerranéennes, qui le considéraient comme un arbre sacré. Sempervirent et d'une grande rusticité, il s'adapte à différentes zones d'implantation, à condition que le climat soit tempéré (Villa., 2003).

L'olivier n'est pas groupé dans la même région du globe. Les espèces sont séparées, les unes des autres par des distances considérables ou reliées par des intermédiaires appartenant au même groupe végétal. On doit reconnaître, cependant qu'elles ont tendance à prospérer dans les parties les plus chaudes de la terre, ce qui constitue entre elle une relation climatique évidente, mais avec une forte concentration entre les 25° et 45° de latitude (Pagnol., 1985).

L'oléiculture mondiale se caractérise par un développement très important, elle fait vivre une population de plus de deux millions d'habitants dans le bassin méditerranéen. 97% d'arbres recensés dans le monde se localisent dans les pays du bassin méditerranéen représentant un patrimoine mondial d'une superficie de 9.500.000 hectares complantée de 900 millions d'arbres à des densités de 17 à 400 arbres/ha.

La part de la production de l'huile d'olive mondiale est insignifiante par rapport aux huiles d'origine végétale, le marché des produits oléicoles est détenu par l'Espagne, l'Italie et la Grèce principaux pays producteurs (Anonyme., 2008).

En Algérie, comme dans la plupart des autres pays méditerranéens, l'olivier constitue une des principales espèces fruitières, tant par le nombre d'arbres existants, que par l'importance économique de sa culture (Garaoui., 1996), malgré sa rusticité, l'olivier n'est pas moins très sensible à quelques ravageurs redoutables, tel que la mouche de l'olive *Dacus oleae* (Gmelin, 1790), la teigne *Prays olea* (Bernard, 1788) qui sont appelés ravageurs primaires, et d'autres ravageurs secondaires tel que le thrips de l'olivier *Liothrips oleae* (Costa, 1857) et le psylle *Euphyllura olivina* (Costa, 1839).

Ce dernier se classe dans la liste des ravageurs secondaires, mais pouvant causer autant de dégâts :

Sa présence intensive sur les boutons floraux et les jeunes pousses mène à l'avortement des fleurs.

La formation de la fumagine résultante du miellat qu'il excrète et qui entrave la photosynthèse causant ainsi une asphyxie qui empêche le bon développement de l'arbre.

Donc pour minimiser les dégâts engendrés par ces parasites, les agriculteurs ont eu recours à la lutte chimique qui a par conséquence des effets néfastes sur la culture elle-même, sur les ravageurs et sur le cortège auxiliaire (Iam., 1998). La lutte phytosanitaire doit être très performante et systématisée, en dépit des évolutions récentes en termes de lutte raisonnée. Pour remédier à ce problème, de multiples recherches d'actualité ont indiqué que l'utilisation des produits biologiques à base de plantes peut être bénéfique dans la régularité des populations bio-agresseurs et en préservant la santé humaine et la faune non cible.

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps, en effet le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (Crosby et *a.l.*, 1966).

Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'effet biocide de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* sur le psylle de l'olivier, en tant que modèle biologique d'une part et en tant qu'insecte homoptère étant donné sa prolificité et les dégâts qu'il occasionne sur sa plante hôte, d'autre part. Et on a essayé de voir l'effet du même biocide comparé à un autre homologué sur les communautés entomofauniques de l'olivier.

Des considérations générales d'ordre bibliographique sur la plante hôte, le psylle de l'olivier ainsi que des notions sur la biodiversité faunistique circulante et les métabolites secondaires ont été rapportées dans les deux premiers chapitres. Alors que pour le troisième chapitre on a donné des généralités sur l'utilisation des insecticides à base végétale et à base de bactéries. Dans le quatrième chapitre, nous avons présenté notre méthode de travail et retracé les objectifs de l'étude. Les résultats sont exploités et argumentés par une discussion globale dans le cinquième chapitre. Enfin, nous avons apporté une conclusion et des perspectives à cette initiative de lutte alternative.

CHAPITRE1 : Présentation de la plante hôte et du psylle de l'olivier

1.1 La plante hôte l'olivier *Olea Europea*

L'olivier a une origine très ancienne, il apparaît dans de nombreux sites sahariens. Les analyses du charbon et du pollen attestent que l'oléastre existait en Afrique du nord au moins dès le XIIe millénaire, plus précisément au Liban et en Syrie d'où se fit son expansion vers l'ouest. La culture de l'olivier demeure principalement concentrée dans le bassin méditerranéen qui constitue une région oléicole par excellence (Mahbouli., 2008).

1.1.1 Systématique de l'olivier

La classification de l'olivier est consignée dans le tableau 1

Tableau 1 : Systématique de l'olivier

Classification classique (LOUSSERT et BROUSSE, 1978)		Classification phylogénétique (SPICHIGER et al., 2004)	
Règne	<i>Plantae</i>	Clade	Spermaphytes
Division	<i>Magnoliophyta</i>	Clade	Angiospermes
Classe	<i>Magnoliopsida</i>	Clade	Euangiospermes
Ordre	<i>Scrophulariales</i>	Clade	Eudicotylédones
Famille	<i>Oleaceae</i>	Clade	Astéridés
Genre	<i>Olea</i>	Ordre	Lamiacées
Nom binominal	<i>Olea europaea</i> L., 1753	Famille	Oléacées
		Genre	<i>Olea</i>
		Nom binominal	<i>Olea europaea</i> L., 1753

Loussert et Brousse (1978) rapportent que l'espèce *O. europaea* se subdiviserait en trois grandes sous-espèces.

- Olea europaea euromediterranea* (Série : Sativa et Oleaster).
- Olea europaea laperrini* (Variété : Tipica, Cyrenaica et Maireana).
- Olea europaea cupidata* (Varié).

1.1.2 Caractéristiques morphologiques

Selon Loussert et Brousse (1978), c'est un arbre au feuillage persistant donc toujours vert. Les feuilles vivent en moyenne trois ans puis jaunissent et tombent, principalement en été.

Elles sont disposées de façon symétrique sur le rameau. Elles sont d'un vert foncé et luisant sur la face supérieure et d'un vert argenté sur la face interne.

CHAPITRE 1 : Présentation de la plante hôte et du psylle de l'olivier

Ses fleurs comprennent : une corolle, deux étamines, un calice à quatre pétales, un ovaire de forme arrondie qui porte un stylé assez épais et terminé par un stigmate. Il contient deux ovules. Les fleurs sont regroupées sur une petite grappe qui en compte de 10 à 20 et qui pousse au début du printemps à l'aisselle des feuilles sur les rameaux âgés de deux ans.

La plupart des oliviers sont auto-fertiles, c'est à dire que son propre pollen peut féconder ses propres ovaires. C'est particulièrement le cas du Cailletier.

La fécondation se fait principalement par le vent et ne dure qu'une semaine par an. C'est pourquoi, les années où il pleut trop abondamment durant cette période de fécondation ou le temps est brumeux, la production est faible.

Les bonnes années, à peine 5 à 10% des fleurs produiront des fruits mais, étant donné leur nombre, c'est largement suffisant pour une bonne production.

1.1.3. Biologie d'*Olea europaea*

1.1.3.1 Les grandes périodes de la vie d'un olivier

Selon Loussert et Brousse (1978), au cours de la vie d'un arbre, on peut distinguer 4 grandes périodes.

a-Jeunesse (moins de 7 ans), développement du système racinaire et de la frondaison, aucune production.

b-Entrée en production (entre 7 et 35 ans), poursuite de la croissance et du développement, apparition des premières productions fruitières.

c-Adulte (de 35 à 150 ans), fin de croissance, production optimale et régulière.

d-Sénescence (plus de 150 ans), vieillissement et réduction progressive de la charpente, diminution progressive de la récolte

1.1.3.2. Le cycle végétatif annuel

Le cycle de végétation (figure 1) de l'olivier est régulé par le climat méditerranéen. Il se différencie de la plupart des arbres fruitiers par le fait qu'il produit ses fruits pendant l'hiver. Le printemps correspond au réveil de la plante : des bourgeons apparaissent sur les bois de l'année précédente et de nouvelles pousses se développent (figure 1). Ce sont ces nouveaux rameaux qui porteront les olives pendant l'automne. Entre mars et avril, l'arbre est l'objet de nombreux soins. L'olivier est souvent taillé. Jadis l'olivier, laissé à l'état sauvage, pouvait atteindre les 12 mètres de hauteur ; son tronc a été progressivement raccourci (jusqu'à 80 cm de hauteur) pour que les branches soient plus près du sol et que la cueillette des olives soit plus facile. A cette époque, beaucoup d'attention est aussi apportée au terrain : de l'engrais est ajouté à la terre qui est travaillée pour favoriser l'emmagasiner de l'eau. Après la floraison (figures 2,3) vient la période de nouaison : le noyau apparaît d'abord (4), puis il est peu à peu entouré de sa pulpe (figures 5, 6,7).

Pendant l'été le fruit va ainsi grossir peu à peu avant d'arriver à sa taille définitive vers le mois d'octobre (figure 8). La cueillette des olives de table se fait quand le fruit est encore vert alors que les olives destinées à l'huile sont ramassées plus tard, quand le fruit se colore : il passe du jaune vert au brun-violet puis au noir. D'octobre à décembre, les olives sont ainsi récoltées en suivant des techniques qui diffèrent d'une région à l'autre (Anonyme., 2011).



Figure 1: cycle de végétation de l'olivier (Anonyme., 2011).

1.2 Relation plante-insecte

1.2.1 Spécificité d'hôte

1.2.1.1 Spécificité de plante-hôte

La spécificité des insectes phytophages est définie comme le degré de restriction de la gamme de plante-hôte (Bernays et Chapman., 1994). Dans la nature, la majorité des insectes phytophages sont monophages ou oligophages (Bernays et Chapman., 1994) et les stratégies spécialistes sont largement plus nombreuses que les stratégies généralistes (Jermy., 1984). Par exemple les charançons suivent cette tendance, puisque la majorité d'entre eux présente un niveau d'association à leur(s) plante(s)-hôte(s) élevé et une gamme d'hôtes restreinte (Anderson., 2004). Cette étroite relation implique que les insectes soient spécialisés à leur plante-hôte.

Les stratégies généralistes représenteraient un coût énergétique plus important que les stratégies spécialistes. En effet, si les contraintes adaptatives sont importantes, alors la fitness de l'insecte sera sévèrement réduite sur une nouvelle espèce hôte (Timms et Read., 1999).

1.2.1.2 Spécificité à une partie de la plante-hôte

Non seulement la plupart des insectes phytophages tendent à se spécialiser à une espèce de plante-hôte, mais en plus, ils tendent également à être associés à certaines parties de la plante (Bernays et Chapman., 1994). En effet le choix alimentaire pour certaines parties de la plante-hôte peut également jouer un rôle déterminant pour la fécondité et survie des larves (Colpetzer et *al.*, 2004) , (Anderson., 2004).

Le choix de la partie de l'hôte va en effet, être déterminant pour les taux de croissance larvaire, la taille des adultes et leur fécondité (Awmack et Leather., 2002).

La plupart des espèces herbivores persistent à de faibles densités auxquelles elles provoquent peu de dommages à leur hôte (Lawton., 1979), probablement grâce à la présence d'ennemis naturels, aux conditions climatiques, et/ou à la dynamique des populations (Cappuccino., 2000).

Pourtant, chaque année, environ 5 à 10% de la biomasse totale des plantes est consommée par les insectes phytophages, qui peuvent s'attaquer aux feuilles, aux tiges, aux racines, aux bourgeons floraux, aux fleurs, aux fruits et aux graines. Il semble donc que la pression des phytophages ne soit pas si négligeable que cela pour les végétaux.

1.3 Données bibliographiques sur le psylle de l'olivier: *Euphyllura olivina* (Costa, 1839)

1.3.1 Caractères essentiels de l'ordre des homoptères

La zone clypéale, s'étend ventralement chez beaucoup d'Homoptères. Chez ces derniers, le clypeus est bombé, bien développé et souvent divisé en un postclypeus supérieur et un anteclypeus inférieur. A son extrémité le labre est souvent un court clapet (Roth., 1980).

En arrière du clypeus, de chaque côté de la tête, on trouve un sclérite appelé lorum, ou lame ou lamelle mandibulaire, le stylet mandibulaire est articulé à sa base. De la même façon, en arrière de ces pièces, on trouve des lamelles maxillaires (figure 2).

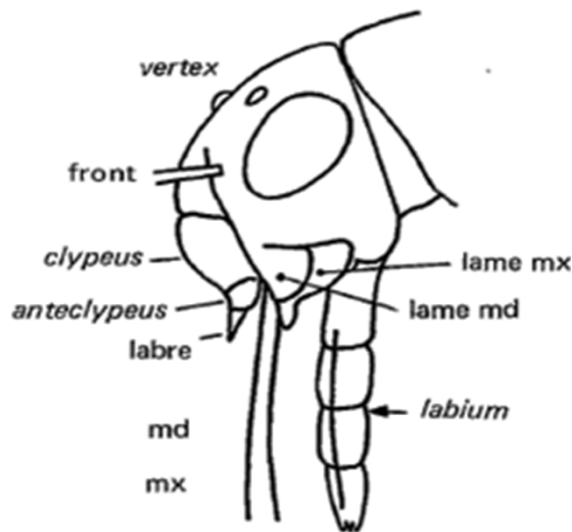


Figure 2 : Schéma représentant une tête d'Homoptère (Roth., 1980).

Le rostre lui-même est formé de quatre stylets, deux mandibulaires et deux maxillaires. Ces stylets sont gainés par le labium en gouttière, très souple et qui s'ouvre au moment de la piqûre.

Les stylets maxillaires se juxtaposent pour former les canaux alimentaire et salivaire (figure 3). L'hypopharynx contient un canal salivaire, mais il est court et se déverse à la base des stylets. La pompe alimentaire est préorale, sa forme et sa position sont très variables. La pompe salivaire est un puissant syrinx (Roth, 1980).

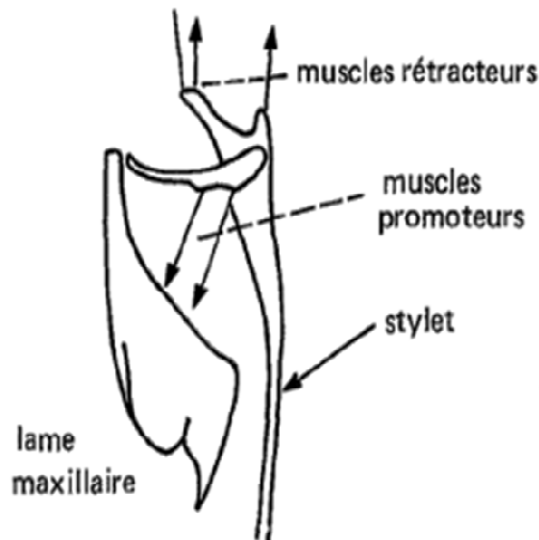


Figure 3 : Schéma représentant un maxillaire (Roth., 1980).

Chez les Homoptères, on peut trouver :

- un prothorax étroit avec un postnotum souvent réduit à un tout petit sclérite (figure 4). Les pleures sont rarement divisées en épisterne et épimère (Psylles).

- le mésothorax est très grand. Chez certaines espèces de Cicadides, l'épimère peut se diviser en un anopimère et en un katopimère qui peut contourner toute la cavité coxale vers l'arrière ; le trochantin est libre ;

- le métathorax est assez réduit, on ne distingue plus *prescutum*, *scutum* et *scutellum* que chez les Aleurodes ; l'épimère n'est plus divisé ; le trochantin n'est pas libre (Roth, 1980).

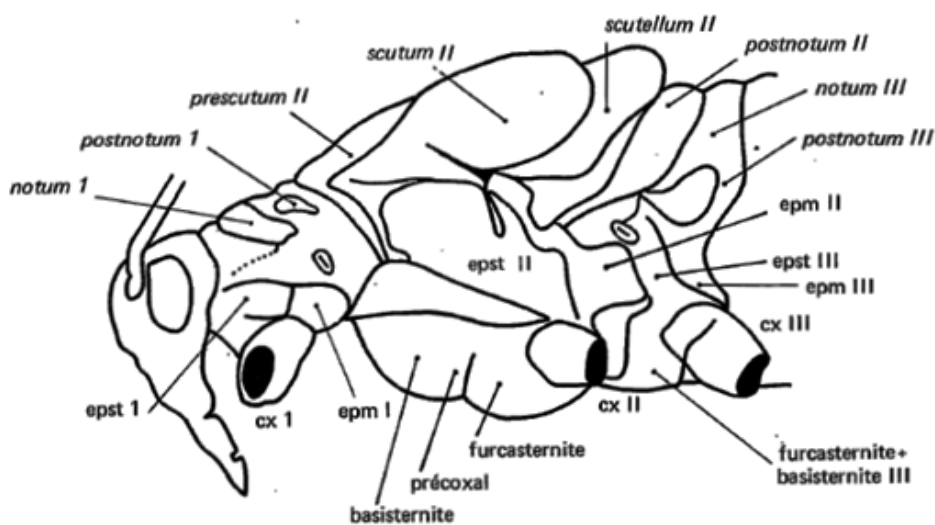


Figure 4 : Schéma représentant le thorax d'un Homoptère (Roth., 1980).

1.3.2 Caractères essentiels de la Famille des *Psyllidae*

Les Psylles sont représentés dans le monde entier par un peu plus de 1 000 espèces, surtout abondantes dans les régions chaudes du globe. Ils constituent une seule famille, celle des *Psyllidae* Latr. (*Chermidae* Fallen) dans laquelle les différents genres se répartissent en quelques sous-familles (*Psyllinae*, *Triozinae*, *Pauropsyllinae*, *Carsidarinae*, *Ciriacreminae*).

Bien que de biologie parfois très différente (espèces libres et espèces gallicoles), les Psylles répondent à un type morphologique bien caractérisé.

Ce sont des insectes généralement de petite taille, les plus grandes espèces ne dépassant pas 6 millimètres de longueur, les plus petites ayant 1mm. Leur aspect général évoque celui d'une minuscule Cigale, avec leurs ailes transparentes à nervures fortement marquées, posées en toit sur l'abdomen, leur tête transverse aux yeux saillants, leur mésothorax largement développé et bombé. Un de leurs caractères les plus frappants et leurs aptitude au saut déterminée comme chez les Cercopides, par le jeu des puissants muscles trochantériens qui s'insèrent ici sur la furca métasternale, les hanches postérieures étant très dilatées mais soudées au corps.

Les larves de psyllidae sont recouvertes de deux types de soies, les unes pourvues d'une hampe régulière très pointue à l'extrémité, les autres d'une hampe lancéolée. Les premières, plus nombreuses que les secondes, se répartissent sur l'ensemble du corps ainsi que sur les pattes. Par contre les soies lancéolées sont en nombre réduit et localisées en majorité sur la partie postérieure de l'abdomen (figure 5), (Ouvrard et *al.*, 2002).

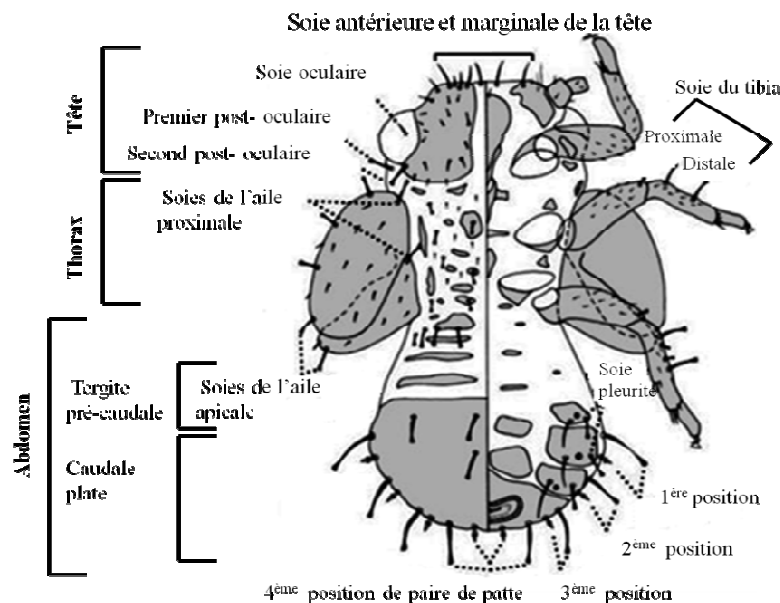


Figure 5 : Morphologie (face dorsale et ventrale) d'une larve de psylle (Ouvrard et *al.*, 2002).

CHAPITRE 1 : Présentation de la plante hôte et du psylle de l'olivier

A l'état adulte, les psylles ont une forme massive, ramassée ressemblant à de minuscules cigales aux antennes plus longues. La tête est large avec des antennes fines de 10 articles (White et Hodkinson., 1985).

Il y'a existence de 2 lobes céphaliques saillants frontaux et 3 ocelles avec présence de 2 gros yeux latéraux très saillants chez certaines espèces. Le rostre est robuste, souple et s'étendant entre les pattes intermédiaires (figure 6). Les ailes antérieures ont une nervation simplifiée mais marquée (R+M+Cu) et les ailes postérieures sont plus petites à nervation réduite (figure 7) (White et Hodkinson., 1985).

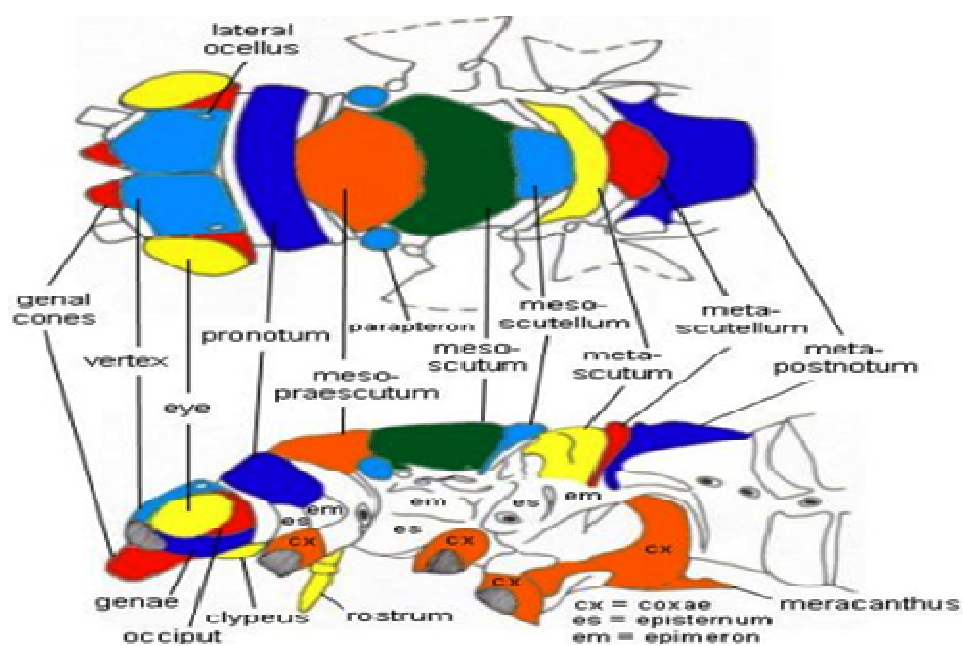


Figure 6 : Morphologie (vue de haut et de profil) d'un adulte de psylle (White et Hodkinson., 1985).

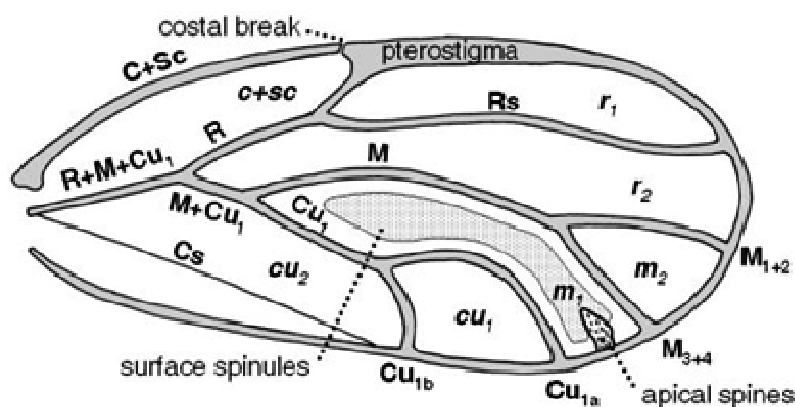


Figure 7 : Aile antérieure du psylle (White et Hodkinson., 1985).

CHAPITRE 1 : Présentation de la plante hôte et du psylle de l'olivier

Les pattes n'offrent comme caractères particuliers que l'aptitude au saut de la paire postérieure. En rapport avec cette fonction, on remarque une dilatation des hanches et l'existence de dents chitineuses et de soles charnues aux tarses postérieurs favorisant l'adhérence au support. Le tarse, de 2 articles, porte 2 griffes soudées chacune à un pulvillus et surmontées d'une soie empodiale.

Les hanches postérieures portent généralement une épine, caractère que l'on a fréquemment rapporté, comme évoquant certain rapprochement avec les *Cicadidae* (Haupt., 1936).

1.3.3 Position systématique

Le psylle de l'olivier est un insecte piqueur-suceur qui appartient à l'ordre des Hémiptères, au sous ordre des Homoptères, à la section des Sternorhynques, à la famille des *Psyllidae*, à la sous famille Psylloides et à l'espèce *Euphyllura olivina* (Courboullex., 2006).

1.3.3.1 Description morphologique

1.3.3.1.1 L'œuf

Il mesure environ 350 μ de long sur 140 μ de large. Il est de forme elliptique avec une extrémité antérieure plus ou moins conique et arrondie; l'extrémité postérieure, hémisphérique porte un court pédoncule qui assure la fixation dans les tissus de la plante hôte (figure 8 a).

Fraichement pondu, il est de couleur blanchâtre, mais progressivement il prend une teinte jaune orangée au fur et à mesure de l'incubation (Arambourg et Chermiti., 1986).

1.3.3.1.2 Les larves

Elles sont aplaties dorso-ventralement et sont de couleur jaune-ocre à jaune pâle ; elles ne portent aucune ornementation particulière mais sont recouvertes de 2 types de soies, les unes de forme régulière, allongées et très pointues, les autres, sont de forme lancéolée. Les premières, plus nombreuses, sont réparties sur l'ensemble du corps, les autres sont localisées en majorité à la limite postérieure de l'abdomen. Le rostre est inséré sur la face ventrale à la limite postérieure de la tête. Sur sa partie postérieure, l'abdomen porte les aires ciripares, constituées par les pores des glandes cirières formant des amas ponctiformes ou en arc de cercle (Arambourg et Chermiti., 1986).

CHAPITRE 1 : Présentation de la plante hôte et du psylle de l'olivier

L'évolution larvaire passe par cinq stades successifs définis par les caractères morphologiques, la taille, le nombre de segments antennaires et de rhinaries, la présence et l'importance des fourreaux alaires (Arambourg et Chermiti., 1986). Les figures 8 (b, c, d) représentent respectivement les stades (L2) (L3) (L4).

1.3.3.1.3 L'adulte

E. olivina est de forme massive et trapue, d'environ 2,4 à 2,8 mm de long pour la femelle et de 2 à 2,4 mm pour le mâle. Au repos les ailes sont repliées en toit sur le dos. Jeunes, les adultes sont de couleur vert pâle, plus âgés ils sont noisette verdâtres plus ou moins foncés. La tête comprend un vertex développé, un front relativement réduit et partagé au milieu par un profond sillon étendu jusqu'à l'ocelle médian. Les antennes sont filiformes et composées de dix articles. Les ailes antérieures, de forme rectangulaire, sont membraneuses, translucides et légèrement jaunâtres. Les pattes se terminent par des tarsi de 2 articles dont le deuxième est plus long et allongé (Arambourg et Chermiti., 1986) (figure 8 e,f).

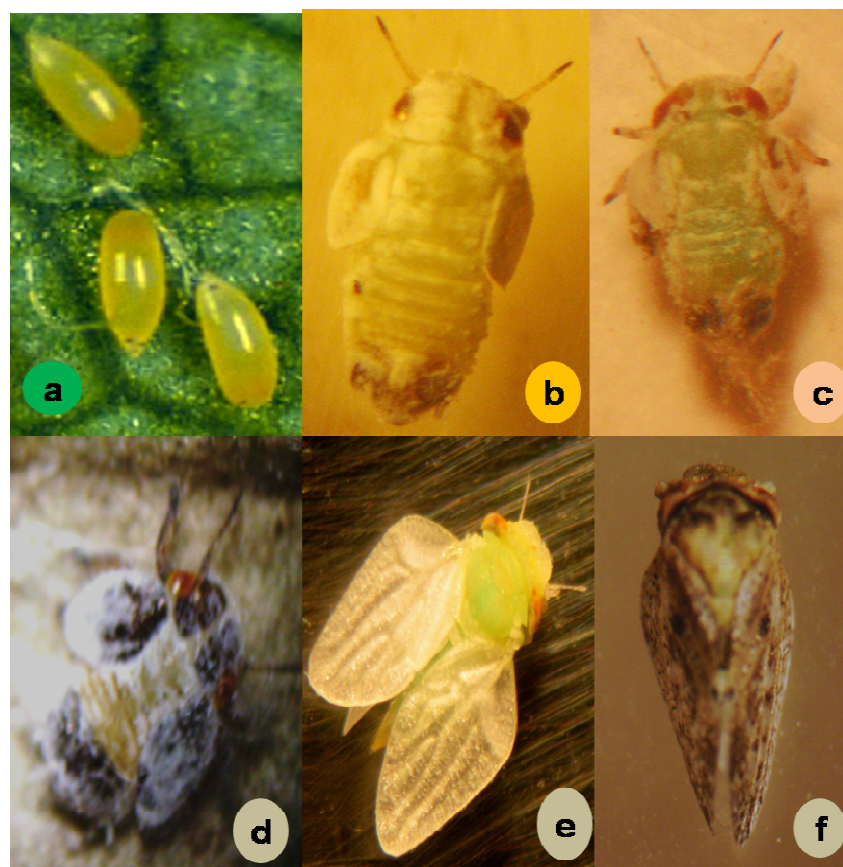


Figure 8: stades de développement d'*Euphyllura olivina* (Tayebi, 2011).

1.3.3.2 Le cycle de développement du psylle de l'olivier

La biologie de l'insecte est étroitement liée à celle de la plante hôte et aux conditions climatiques. Le psylle hiverne à l'état adulte et, comme tous les invertébrés, il est dépourvu de thermorégulation et passe l'hiver à l'aisselle des bourgeons terminaux et axillaires. La reprise de l'activité des femelles coïncide avec le réveil végétatif de la plante hôte, la première période importante de ponte correspondant à la première génération printanière. Les œufs sont déposés entre les écailles des jeunes pousses (bourgeons terminaux et axillaires). Cette première génération est suivie d'une deuxième génération printanière dont les œufs sont insérés entre le calice et la corolle des boutons floraux non encore épanouis (Arambourg et Chermiti., 1986) (figure 9).

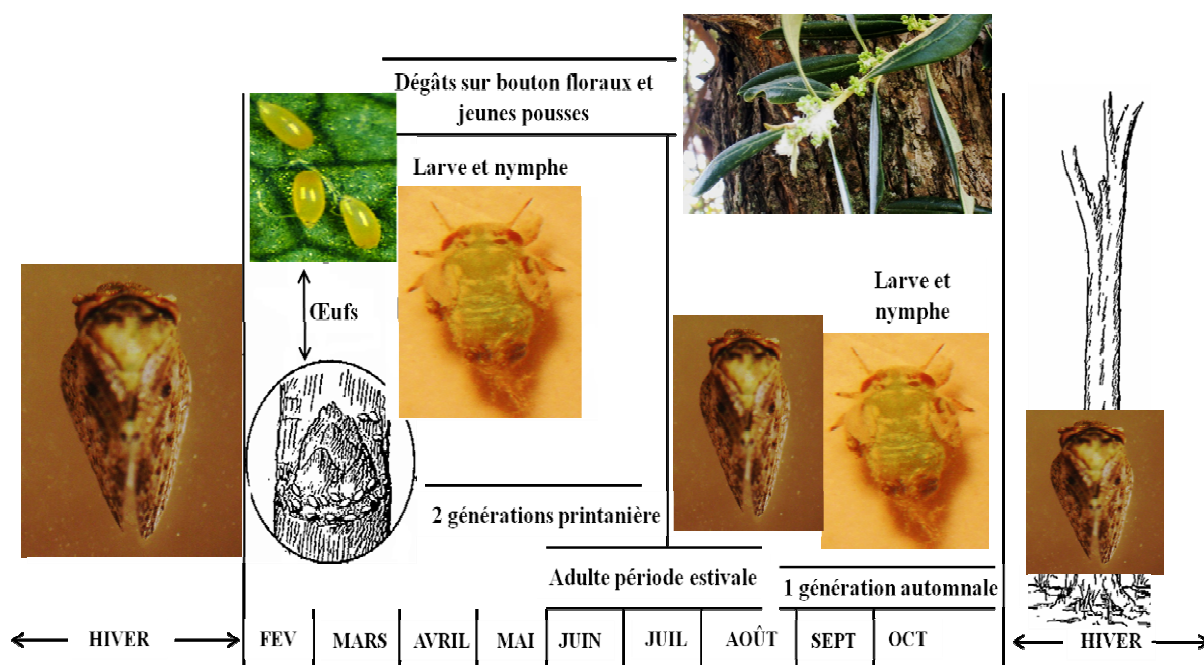


Figure 9 : Cycle de développement du psylle *Euphyllura olivina* (Tayebi, 2011).

À cause des températures élevées et du cycle végétatif de l'olivier (ralentissement de l'évolution végétative de l'arbre), les adultes de la deuxième génération entrent en repos estival de juin à septembre. Une troisième génération (génération automnale) se développe généralement lorsque la température descend au-dessous de 27 °C, facultative, elle peut aussi être provoquée par des pluies qui permettent une reprise de la végétation des oliviers (Arambourg et Chermiti., 1986).

1.3.3.3 Symptômes et dégâts

Des colonies de 30 larves et plus peuvent entraîner des pertes estimées entre 50 et 60% de récolte et à 40 larves, on assiste à une chute totale des fleurs (Arambourg, 1985, Zouiten et EL Hadrami., 2001). L'insecte est ainsi surtout nuisible à l'état larvaire car, d'une part, il ponctionne une partie de la sève qui alimente le végétal sur lequel il se trouve, altérant ainsi son développement normal en l'affaiblissant et provoquant aussi l'avortement et la stérilité des fleurs. D'autre part, il excrète un miellat qui favorise le développement de la fumagine altérant la photosynthèse (Courboulex, 2006, Gratraud, 2006, Woodring et *al.*, 2004).

Les colonies larvaires installées sur les boutons floraux (figure 10) peuvent entraîner leur coulure et conduire à une réduction importante de la production. Des colonies de 20 larves par grappe florale peuvent entraîner une perte de 50 à 60 % de la récolte (Atger., 1979, Arambourg., 1985) et des colonies de 10 larves par grappe entraînent une détérioration notable de la nouaison (Tajnari., 1992). Une réduction de la production de 60 % peut être atteinte lorsque la densité larvaire est de 15 larves, et à 40 larves, on assiste à une chute totale des fleurs (Zouiten et EL Hadrami., 2001). La nature du dégât est également liée au taux de pluie annuelle, aux conditions environnementales et à la gestion de l'oliveraie.

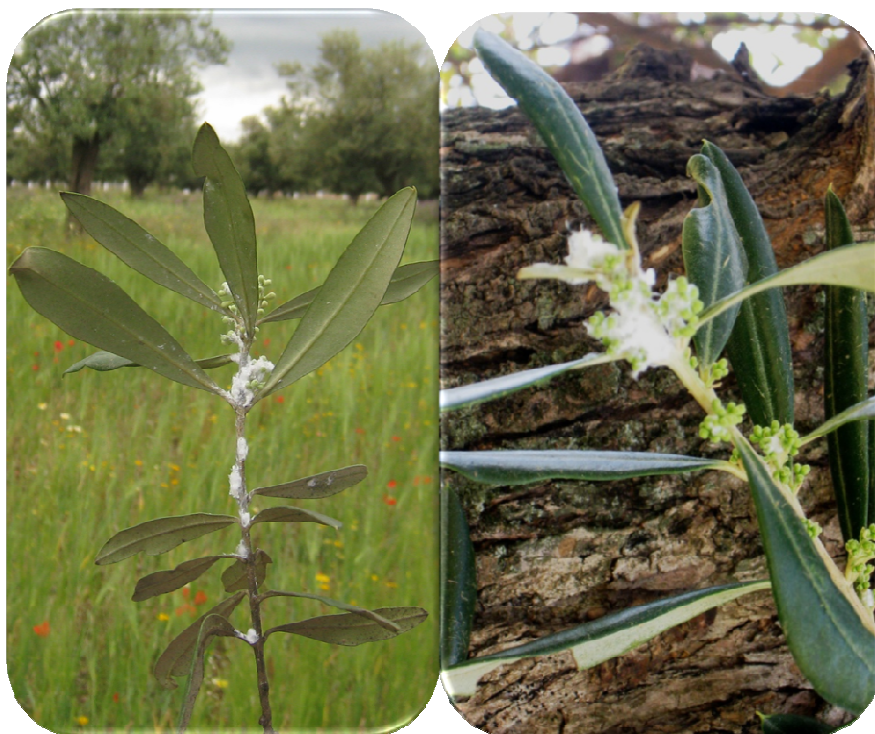


Figure 10 : Matière cotonneuse blanche sécrétée par les larves en colonie sur les jeunes pousses et les boutons floraux de l'olivier (Tayebi., 2011)

1.3.3.4 Facteurs de mortalité

1.3.3.4.1 Facteurs climatiques

Les fortes chaleurs, associées à des abaissements importants de l'hygrométrie lors de journées de sirocco, entraînent de très fortes mortalités sur les œufs et variables selon l'âge des larves, les plus affectées étant les jeunes stades. C'est ainsi que des températures supérieures à 30°C et des humidités inférieures à 50 %, pendant plus de 24 heures, entraînent une mortalité totale des pontes et partielle chez les stades préimaginaux. La longévité des adultes est sous l'influence de la température : elle est inversement proportionnelle à celle-ci, dépassant 4 mois en période hivernale (12°C) pour ne plus atteindre que 2 mois au dessus de 27°C (Arambourg et Chermiti., 1986).

1.3.3.4.2 Parasites

Deux espèces ont été décrites comme parasites d'*E.olivina* : *Psyllaephagus euphyllurae* SILV. (Hymenoptera : Encyrtidae) et *Alloxista eleaphila* SILV. (Hymenoptera : Cynipidae). En fait, il semblerait que cette seconde espèce n'intervienne que comme hyperparasite se développant aux dépens de la première et que celle-ci soit la seule espèce parasite primaire. En Grèce, ont également été signalés un *Elusmus* sp. (Elasmidae), un *Tetrastichus* sp. (Eulophidae) et un *Trechnies* sp. (Encyrtidae) (Arambourg et Chermiti., 1986).

1.3.3.4.3 Prédateurs

Parmi la faune prédatrice présente sur l'olivier, trois espèces s'attaquent à *E. olivina* : un Syrphidae (*X. comptus*), surtout prédateur de *P. oleae* mais qui peut également s'attaquer aux larves de *E. olivina* ; un Chrysopidae, *C. carnea*, polyphage, prédateur actif de *P. oleae* et d'*E. olivina*; un Anthocoridae, *A. nemoralis*, généralement en activité au moment de la floraison et dont les pontes sont déposées dans les tissus du calice des boutons floraux (Arambourg et Chermiti., 1986).

1.3.3.5 Lutte

1.3.3.5.1 Lutte chimique

Pour assurer une production qualitative et quantitative des secteurs irrigués et extensifs, l'oléiculture doit faire l'objet d'interventions régulières et permanentes contre les principaux ravageurs et particulièrement le psylle de l'olivier qui est considérée, d'après les agriculteurs, comme étant un ravageur de premier ordre. Plusieurs travaux sont en cours pour mieux comprendre la dynamique des populations du psylle et des autres ravageurs de l'olivier par le biais d'observations régulières dans les oliveraies. Le suivi de l'évolution du ravageur a pour but d'informer les agriculteurs sur le moment opportun des interventions phytosanitaires (Tajnari., 1992).

L'état subventionne les traitements chimiques, mais le nombre des agriculteurs qui en bénéficient reste limité, le coût des traitements est élevé et les produits chimiques utilisés sont des insecticides à large spectre d'action (diméthoate, deltaméthrine, lambdacyalothrine, endosulfan, phosphamidon et parathion-méthyl). Ces insecticides risquent, à long terme, de poser de graves problèmes à l'oléiculture (les résidus toxiques risquent de déprécier la qualité de l'huile d'olive reconnue pour sa pureté et sa bonne qualité) et d'induire le développement de races de psylles résistantes à ces mêmes produits chimiques.

L'impact des traitements chimiques sur l'ensemble de la biocénose de l'olivier se traduit par un déséquilibre biologique au niveau de la faune entomophage (Tajnari., 1992), qui se manifeste par la recrudescence de certaines espèces nuisibles. En Grèce, l'utilisation abusive des insecticides est à l'origine des pullulations de *Saissetia olea* dans les vergers d'olivier (Katsoyannos., 2007). L'efficacité réduite de la lutte chimique, son coût élevé et son impact sur l'environnement doivent pousser à la recherche d'autres moyens de lutte contre ces ravageurs.

1.3.3.5.2 Lutte biologique

Le recours à la lutte biologique constitue le moyen de protection le plus prometteur. Elle consiste à produire des ennemis naturels des ravageurs pour leur utilisation dans la phytoprotection. Les prédateurs et parasites rencontrés dans les oliveraies sont nombreux et peuvent s'attaquer aux ravageurs à différents stades de leur développement. Parmi ces organismes utiles, on peut citer *Anthocoris nemoralis* (Fabricus), hémiptère (*Anthocoridae*), espèce euro-méditerranéenne qui entre en activité au moment de la floraison et dont les œufs sont insérés entre les sépales et les pétales des boutons floraux. Le

CHAPITRE 1 : Présentation de la plante hôte et du psylle de l'olivier

prédateur (à l'état adulte et larvaire) peut être utilisé comme agent régulateur efficace, apte à limiter ou à diminuer l'action dévastatrice des phytophages tels que *Prays olea*, *Saissetia olea* et *Euphyllura olivina* sans pour autant nuire à l'équilibre du peuplement frondicole de l'olivier.

Chrysoperla carnea (Stephens) est également un insecte polyphage qui se développe sur l'olivier. Les larves de ce prédateur constituent des ennemis redoutables des larves du psylle (Alrouechdi., 1990). On peut citer aussi l'endoparasite *Psyllaephagus olivina* (Silvestri), hyménoptère chalcidien (*Encyrtidae*) endophage, qui se développe au détriment du psylle et dont la femelle pond préférentiellement dans les larves au quatrième ou au cinquième stade de leur développement (Arambourg et Chermiti., 1986). Ces entomophages jouent un rôle important dans la protection gratuite des ressources naturelles, en limitant les pullulations des principaux ravageurs. Cependant, d'une part, la collecte, l'élevage et la commercialisation des agents naturels de ravageurs spécifiques ne sont pas toujours des tâches faciles et, d'autre part, ces ennemis naturels doivent être utilisés en quantité suffisante et au moment opportun.

L'utilisation de produits naturels (extrait phénolique et extrait aqueux de plante) peut constituer aussi une des perspectives de lutte biologique propre et efficace pour lutter contre ce ravageur.

La mise en place d'une lutte intégrée s'avère donc nécessaire et même indispensable pour maintenir le psylle au-dessous de son seuil de nuisibilité sans pour autant affecter l'équilibre écologique de la biocénose de l'olivier. Cette lutte intégrée doit inclure des pratiques culturales adéquates pour augmenter les rendements, l'introduction de cultivars résistants pour réduire les mesures phytosanitaires, une lutte chimique rationalisée (quantités et choix des produits pour leur moindre incidence sur la faune utile et l'environnement) et réfléchie (périodes de traitements) et une lutte biologique appropriée (Zouiten, et EL Hadrami., 2001).

CHAPITRE 2 : Généralités sur la biodiversité faunistique et circulante

Tous les êtres vivants sont interdépendants. Les chaînes alimentaires sont les relations les plus importantes entre les êtres vivants. Dans un milieu équilibré, toute pullulation d'un ravageur est régulée par plusieurs auxiliaires. Cet équilibre est permis par la diversité biologique, appelé biodiversité (Ronzon, 2006).

2.1 La biodiversité

Récemment apparu, le terme « biodiversité » a été introduit pour la première fois par le biologiste Walter G. Rosenen en 1985, puis popularisé par Edward O. Wilson lors du forum sur la diversité biologique de la « National Research Council (NRC)» en 1986. Le mot biodiversité désigne ainsi la diversité de toutes les formes du vivant. Ce terme englobe trois niveaux d'organisation du vivant : la diversité génétique, la diversité spécifique et la diversité écosystémique, permettant respectivement de caractériser la diversité des gènes au sein d'une espèce, la diversité des espèces et la diversité des biocénoses et biotopes (Amiaud *et al*, 2010). En 1992, la biodiversité est devenue un objectif politique international lors du Sommet de la terre à Rio de Janeiro, permettant par la suite la mise en place de la Convention sur la diversité biologique (CDB), ratifiée par 182 pays dont la France. L'objectif de cette est de conserver et de protéger la diversité biologique et l'utilisation durable de ses éléments (Turpin., 2011).

Pour l'activité agricole, il est important de distinguer la biodiversité domestique, correspondant à la diversité des organismes cultivés (plantes) ou élevés (animaux), de la biodiversité sauvage qui concerne les organismes présents spontanément dans l'espace agricole. Cette dernière peut être utile (auxiliaires) mais également destructive (ravageurs). Les fonctions que remplissent ces espèces permettent ainsi de définir la biodiversité fonctionnelle (Sarhou, 2006 ; Ronzon, 2006). Il s'agit en partie de la biodiversité susceptible d'être utile à l'agriculture, tant au niveau de la régulation des ravageurs, que de la pollinisation (Sarhou, 2006). Celle-ci est par ailleurs directement influencée par les pratiques agricoles et le paysage.

2.1.1 Etat actuel de la biodiversité

La biodiversité est menacée depuis que l'espèce humaine a largement profité des services que celle-ci pouvait lui apporter (Wilson, 1989). Même si la disparition des espèces est un phénomène naturel, les êtres humains ont multiplié ce facteur par 100, soit un rythme plus important que celui auquel les espèces apparaissent. En effet, la fragmentation des habitats est l'empreinte la plus évidente de l'homme sur le paysage. Celle-ci est d'ailleurs reconnue comme la principale menace de la perte de la biodiversité à l'échelle mondiale (Wilcox et Murphy, 1985 ; Saunders *et al*, 2001 ; Honnay *et al*, 2005 ; Albrecht *et al*, 2007 ; Delattre *et al*, 2011).

Dans une optique d'agriculture durable, l'importance de la biodiversité dans les agro-écosystèmes a été soulignée à de nombreuses reprises, notamment suite à l'expansion des monocultures (Altieri & Letourneau, 1982 ; Chaubet, 1992). Pour quantifier la diversité biologique présente dans un biotope, deux paramètres sont couramment employés : la richesse et la régularité. La richesse se définit comme le nombre d'unités systématiques présentes dans un écosystème donné, par exemple le nombre d'espèces dans un biotope. Le seul emploi de la richesse spécifique n'est pas suffisant à elle seule car, dans un milieu, il est difficile de connaître le nombre total d'espèces, certaines sont rares et risquent d'échapper à l'échantillonnage. De plus, la richesse ne tient pas compte de l'abondance relative des espèces. C'est pourquoi, il est nécessaire d'utiliser un deuxième paramètre, la régularité. Ce paramètre décrit la répartition des individus au sein d'un taxon ou plus concrètement, elle qualifie la distribution du nombre d'individus par espèce (Purvis & Hector, 2000 ; Thomas, 2001).

2.1.2 Relation : traitement- entomofaune

L'entomofaune importante constituée de parasites et de prédateurs des ravageurs de l'olivier est installée depuis longtemps dans cet agrosystème. La richesse et l'abondance de ces entomophages sont favorisées par le mode de conduite de l'oléiculture marocaine, basé sur l'utilisation limitée des pesticides (Hilal., 1999).

L'impact des traitements chimiques sur l'ensemble de la biocénose de l'olivier se traduit par un déséquilibre biologique au niveau de la faune entomophage (Tajnari., 1992), qui se manifeste par la recrudescence de certaines espèces nuisibles.

La mise en place d'une lutte intégrée s'avère donc nécessaire et même indispensable pour maintenir le psylle au-dessous de son seuil de nuisibilité sans pour autant affecter l'équilibre écologique de la biocénose de l'olivier. Cette lutte intégrée doit inclure des pratiques culturales adéquates pour augmenter les rendements, l'introduction de cultivars résistants pour réduire les mesures phytosanitaires, une lutte chimique rationalisée (quantités et choix des produits pour leur moindre incidence sur la faune utile et l'environnement) et réfléchie (périodes de traitements) et une lutte biologique appropriée (Zouiten et EL Hadrami., 2001).

2.2 Facteurs affectant le potentiel biotique des insectes

2.2.1 Effets des facteurs biotiques

2.2.1.1 Effet variétal (incidence des facteurs génétiques)

Des études ont été poursuivies concernant la nature des relations entre la biochimie des plantes cultivées et l'attraction et la multiplication des déprédateurs (Chaboussou., 1980).

Ces études ont abordé le déterminisme de la résistance variétale, autrement dit : l'incidence des facteurs génétiques. Il a pu ainsi être établi que ce critère de sensibilité ou ce qui revient au même de résistance variétale, s'exprime en terme de valeur nutritionnelle, par rapport à l'attaque du déprédateur.

En effet, chez les variétés susceptibles ou simplement tolérantes, on observe l'accumulation d'acides aminés libres et d'amines, par rapport à ce qui se passe chez la variété résistante.

Corrélativement d'ailleurs, la variété résistante contient d'avantage de sucres que les variétés susceptibles ou tolérantes. Ainsi, ces dernières renferment respectivement 113,5 % et 42,3 % de plus d'azote total que la variété résistante.

Les variétés susceptibles et tolérantes montrèrent par ailleurs 12 et 7 fois plus d'acides aminés libres que les résistantes. Le même auteur a estimé que les variétés résistantes ont tendance à repousser les déprédateurs à cause de leur infériorité nutritionnelle comme l'indique leur bas niveau de N total et du contenu en acides aminés et en peptides. C'est donc une carence en éléments nutritionnels qui se trouve à l'origine de la dissuasion de l'agression.

2.2.1.2 Effets des métabolites secondaires des plantes

Une des particularités des végétaux est de former de nombreux composés dont le rôle au niveau de la plante est mal connu. Le fait que beaucoup de ces composés ne se rencontrent pas chez toutes les espèces montre qu'ils n'entrent pas dans le métabolisme général. Ce sont des métabolites secondaires (composés secondaires de la plante) qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal chloroplastes (Guignard *et al*, 1985).

Ces métabolites désignés par le terme « composés allélochimiques » sont reconnus comme étant des composés non nutritifs produits par un organisme et qui sont en mesure d'influencer la croissance, la santé, le comportement ou la biologie des populations d'autres espèces (Whitaker, 1977). Les interactions allélochimiques

peuvent être entre plante-plante (allélopathie), plante-champignon (production de phytoalexines) ou plante-insecte (substance attractive ou répulsive, d'inhibiteurs et de produits toxiques).

Les composés secondaires de la plante ont diverses actions sur l'insecte. Ils sont stimulateurs d'appétit, anti-appétants lorsqu'ils inhibent la prise de nourriture, phénomène qui peut conduire à la mort s'il demeure sur la plante nourricière, répulsifs lorsqu'ils agissent à distance en empêchant l'approche des ravageurs et, dans bien des cas toxiques. Les facultés extériorisées par la plante hôte, peuvent affecter à des degrés divers la croissance, le développement, la diapause, ou la reproduction chez les insectes (Philogène et Arnason., 1986).

Plusieurs molécules végétales sont capables d'empêcher une digestion normale des substances nutritives, pouvant ainsi ralentir la croissance, abaisser la résistance aux maladies ou encore réduire la fécondité des insectes (Vincent et Boivin., 1986).

2.2.2 Effets des facteurs abiotiques

Il convient de retenir qu'en plus des constituants biochimiques de la plante hôte, les conditions climatiques (température et humidité) jouent un rôle important au moment de la sélection de la plante hôte par l'insecte, puisqu'elles conditionnent l'activité d'envol, l'activité nutritionnelle et le développement des adultes (Chararas., 1979).

2.2.2.1 Influence de la nutrition de la plante hôte

Plusieurs recherches ont confirmé l'influence de l'état physiologique de la plante sur sa sensibilité vis-à-vis des bioagresseurs. L'influence de la nutrition de la plante (la fertilisation) sur la composition biochimique des tissus est un élément clé de susceptibilité de la plante vis-à-vis des déprédateurs (Crane et Stewart., 1962).

2.2.2.2 Influence des produits phytosanitaires

Les pesticides de synthèse sont directement impliqués dans les déséquilibres biologiques. En effet, sans pour autant nier une certaine influence nocive des pesticides sur les ennemis naturels, différents travaux ont parfaitement montré que ces proliférations résultent principalement d'une augmentation du potentiel biotique des animaux nourris du feuillage traité (majoration de fécondité, de longévité, de fertilité, du nombre des femelles par rapport aux mâles chez les acariens, etc.) (Collectif., 1979).

Le traitement des fèves au moyen du 2,4-D entraîne, chez le puceron *Macrosiphum pisum* par exemple, un taux de reproduction nettement plus élevé

CHAPITRE 2 : Généralités sur la biodiversité faunistique et circulante.

(Maxwell et Harwood., 1960). Or, ce fait paraît en relation avec l'accroissement dans la sève des quantités de divers acides aminés libres tels que : alanine, acide aspartique, sérine, et aussi le glutathion. Dans ce cas également, les glucides réducteurs paraissent jouer un rôle dans la fécondité du puceron.

La reproduction d'*Aphis fabae* sur les hampes florales traitées au moyen du D.D.T. se trouve cependant majorée dans l'intervalle de huit à quinze jours après l'intervention insecticide (Smirnova., 1965). Or, cette exacerbation de l'oviposition se trouve en corrélation avec la majoration en azote non protéique et une augmentation des sucres par rapport aux témoins. De telles répercussions néfastes des pesticides ne concernent pas par ailleurs seulement les insectes piqueurs comme les pucerons, ou bien les Acariens mais aussi d'autres ravageurs qui ne se nourrissent pas spécialement de sève. Le Lépidoptère *Chilo suppressalis* pullulait sur le Riz traité soit au 2,4-D, soit au D.D.T. du fait d'une plus grande teneur en éléments azotés chez les plantes traitées augmentant le potentiel biotique par meilleure nutrition des larves (Ishii et Hirano., 1963).

2.3 Importance de la prise de nourriture chez les insectes

La nutrition fournit à un organisme les composés chimiques nécessaires pour sa croissance, son développement, sa reproduction, sa défense, ses déplacements et sa survie (Slansky et Rodriguez., 1987). La plante hôte, comme source de nourriture, joue un rôle déterminant dans la dynamique des populations avec ses composantes nutritives (protéines, acides aminés, glucides, lipides, vitamines, minéraux, eau, etc.) et ses composantes non nutritionnelles (composés allélochimiques) (phénols, polyphénols, mono terpènes, glucosinolates, alcaloïdes, etc.) (Ohgushi., 1992). Il est donc important de bien connaître les besoins alimentaires et l'utilisation de la nourriture par l'insecte afin de mieux comprendre son interaction avec l'écosystème et ainsi être plus apte à contrôler ses populations par l'intervention directe et/ou indirecte lorsque celui-ci entre en conflit avec nos intérêts économiques (Watt *et al.*, 1990).

2.4 Facteurs affectant les composés nutritifs du feuillage

Plusieurs facteurs biotiques, abiotiques ou anthropiques peuvent influencer la résistance des arbres hôtes par l'abondance et par la qualité nutritive du feuillage.

2.4.1 L'espèce et l'âge de l'arbre

La valeur nutritive et les profils allélochimiques du feuillage varient selon l'âge des arbres (Bauce *et al.*, 2001). Ces différences entraînent une augmentation de mortalité, une diminution du nombre de larves et une prolongation du temps de développement larvaire pour les jeunes arbres (Bauce *et al.*, 1994). Les

changements du contenu biochimique du feuillage selon l'âge de l'arbre sont particulièrement bénéfiques pour les insectes et pour les arbres des forêts. Les sapins, lorsqu'ils sont jeunes, limitent les impacts des insectes en produisant des composés de défense. En vieillissant, les sapins ont des besoins en respiration plus grands et perdent cette aptitude entraînant chez l'insecte une consommation de feuillage d'une façon compulsive, ce qui entraîne la mort des arbres âgés permettant ainsi aux jeunes arbres en sous-étage de croître plus rapidement (Bauce., 1995).

2.4.2 Les compartiments au sein de l'arbre

La qualité du feuillage des arbres varie selon les compartiments de l'arbre lui-même, et même selon les feuilles exposées au soleil et ceux qui sont dans l'ombre, au niveau de la même canopée (Denno et McClure., 1983) mais aussi en fonction du temps sur plusieurs durées : interannuel, saisonnier et journalier (Raupp et Denno., 1983).

Une telle hétérogénéité spatio-temporelle est contraignante pour les insectes. En rendant le feuillage de grande qualité difficile à trouver, elle les force à se déplacer fréquemment pour la recherche de nourriture de bonne qualité, attirant potentiellement l'attention de prédateurs. L'hétérogénéité du feuillage peut agir comme une composante essentielle de la défense de l'arbre contre de gros dégâts liés aux insectes folivores (Schultz, et Baldwin., 1982).

2.4.3 Les défoliations antérieures

L'impact d'une défoliation sur la santé de la plante est considérable. Plusieurs études montrent que la défoliation causée par les herbivores peut modifier la structure biochimique du feuillage (Edwards et Wratten., 1985 ; Haukioja et Neuvonen., 1987). Ces modifications enternes de défense induite, peuvent se réaliser en quelques minutes ou quelques heures, ou à plus long terme quand elles s'expriment sur plusieurs années (Neuvonen., 1987).

2.4.4 La floraison

Le pollen est très riche en nutriments (Loper *et al.*, 1980 ; Wille *et al.*, 1985). Il permet aux jeunes larves d'insectes de se développer plus vite. Par ailleurs, un arbre à fleurs produit deux fois moins de feuillage de l'année courante qu'un arbre sans fleur (Bauce et Carisey., 1996). En présence d'une forte densité de population, les larves sont obligées soit de s'alimenter sur du vieux feuillage ou soit de descendre s'alimenter dans le tiers inférieur de l'arbre. Ces deux comportements vont faire perdre aux larves la plupart des effets positifs de l'ingestion de pollen acquise au cours des premiers stades larvaires (Carisey., 1996).

En effet, les insectes qui s'alimentent de vieux feuillage ont des réductions de fécondité alors que celles qui s'alimentent dans le bas des cimes perdent l'avantage donné par le pollen sur leur vitesse de développement. L'effet de la floraison serait donc positif sur les populations d'insectes à faible densité de larves, alors qu'il serait négatif sur les insectes à forte densité.

2.4.5 Les fertilisations

Une fertilisation azotée favorise généralement les populations d'insectes herbivores primaires comme ceux qui réagissent positivement à l'accroissement de vigueur de leur plante hôte. Les effets positifs sur les performances des insectes sont reliés à une augmentation de la croissance de la plante et particulièrement à des concentrations foliaires plus élevées en azote (Waring et Cobb., 1992).

2.4.6 Les éclaircies : la taille

Les résultats obtenus par de nombreuses recherches sur les éclaircies sont assez contradictoires. L'éclaircie favoriserait les populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Piene., 1989). L'éclaircie pourrait améliorer (Mason *et al.*, 1992) la vigueur et ainsi la résistance des arbres aux attaques de tordeuses. Ces changements chimiques se traduisent par des effets positifs sur l'insecte d'une part (augmentation de l'ingestion de feuillage dans le cas de l'éclaircie commerciale et augmentation de la survie des larves dans le cas de l'éclaircie précommerciale) et d'autre part, par des défoliations massives et une baisse de résistance des arbres hôtes.

2.5 Impact de la phytophagie

La plupart des espèces herbivores persistent à de faibles densités auxquelles elles provoquent peu de dommages à leur hôte, probablement grâce à la présence d'ennemis naturels, aux conditions climatiques, et/ou à la dynamique des populations (Cappuccino., 2000). Pourtant, chaque année, environ 5 à 10% de la biomasse totale des plantes est consommée par les insectes phytophages, qui peuvent s'attaquer aux feuilles, aux tiges, aux racines, aux fleurs, aux fruits et aux graines.

Il semble donc que la pression des phytophages ne soit pas si négligeable que cela pour les végétaux. Les arbres endommagés ont alors 54% moins de fruits que les arbres non endommagés (Pratt *et al.*, 2005).

Les insectes phytophages peuvent aussi perturber la communauté des plantes. La compétition et l'herbivorie peuvent toutes les deux êtres considérés comme des facteurs clés dans la détermination de la structure et la dynamique des

communautés végétales (Crawley., 1983). L'impact de la phytophagie peut représenter une pression de sélection importante à laquelle vont répondre les plantes attaquées (Center *et al.*, 2005). Les plantes sont capables de développer une certaine forme de défense à ces attaques. Mais, les ravageurs ont un rapport de longue durée avec leur plante hôte, ce qui leur permet d'évoluer rapidement et de contourner les défenses de la plante (Holmgren et Getz., 2000).

2.6 Réponses des plantes face aux attaques des insectes phytophages

Les végétaux peuvent développer des stratégies de résistance contre leurs envahisseurs.

En effet, les plantes possèdent un système de résistance efficace basé sur des caractères physiques, chimiques et développementaux. La résistance des plantes face aux insectes définit la capacité de celles-ci à éviter ou réduire les dommages causés par ces derniers (Kogan., 1975). En d'autres termes, elle repose sur des stratégies de tolérance et/ou d'évitement (figure11).

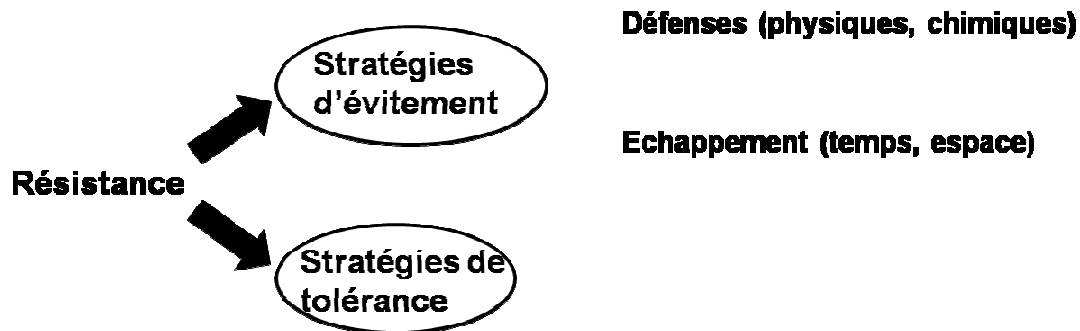


Figure 11 : Stratégies de résistance à l'herbivorie (Belsky *et al.*, 1993)

Chapitre3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

La protection intégrée des cultures doit restreindre les infestations des ravageurs à un niveau supportable, c'est-à-dire en dessous des seuils de nuisibilité. Pour ce faire, la surveillance des cultures (estimation du risque) précède la décision d'une intervention phytosanitaire. Tout en évitant de courir des risques exagérés, on cherche à bénéficier au mieux des facteurs naturels de limitation des ravageurs, en particulier de l'action de leurs ennemis que sont les organismes auxiliaires.

La lutte biologique est la solution qui semble remplacer la lutte chimique. Selon Cloutier (1986) et Fravel (2005), la lutte biologique fait référence à toute modification de l'environnement, dans le respect des règles écologiques de stabilité et d'équilibre, qui mène au maintien des organismes nuisibles sous un seuil économique.

3.1. Les insecticides d'origine botanique

3.1.1. Historique

Les biopesticides sont des pesticides d'origine biologique, c'est-à dire des organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (Rocheffort et *al.*, 2006).

Pour les insecticides d'origine botanique, plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (Grainge et Ahmed., 1988). Il a été rapporté que les Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratrum* sp. Comme insecticides et rodenticides tandis que des extraits d'ifs (*Taxus baccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord (Schmutterer., 1992). Sous les tropiques, l'utilisation du neem (*Azadirachta indica* Juss. Meliaceae) est répertoriée depuis au moins 4000 ans (Larson., 1989). Au XIX^e siècle, seuls

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels il y avait la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales. La nicotine servait à lutter contre les insectes piqueurs suceurs des plantes vivrières. La roténone s'est révélé un composé phytosanitaire du plus haut intérêt.

Après une période d'accalmie autour de 1940, la roténone est redevenue populaire pour les adeptes de l'agriculture biologique. Elle est utilisée pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre (Weinzeirl., 1998). Les pyrèthres servaient pour se débarrasser des poux lors de les guerres napoléoniennes (Ware., 1991). Ces produits pouvaient provoquer de nombreux effets sur les mammifères mais vu leur instabilité à la lumière, à l'air et à l'humidité, ces risques étaient considérablement amenuisés. À cause de ces aspects, les pyréthrinoïdes de synthèse ont fait leur apparition (Weinzeirl., 1998).

3.1.2. Différentes formes de substances naturelles des plantes

Les huiles ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsions. Ils sont considérés comme atoxiques pour les mammifères, lors d'un usage normal. Aujourd'hui, les huiles sont très utilisées pour la protection des vergers dont certains ravageurs (*Dysaphis plantaginea* et *Panonychus ulmi*) sont devenus résistants à diverses familles d'insecticides (Weinzeirl., 1998). La seconde guerre mondiale reléqua en arrière plan les produits phytosanitaires d'origine végétale et les pesticides chimiques de synthèse firent leur apparition. Les problèmes de contamination de l'environnement, de résistance des populations de ravageurs et des effets nocifs sur les organismes non visés ont contribué au renouveau d'intérêt pour les molécules présentes dans les végétaux et les agents de contrôle des insectes.

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps, en effet le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (Crosby et *al.*, 1966).

D'après JAcobson (1989), plus de 2 000 espèces végétales possédant une activité insecticide sont déjà identifiées.

Des travaux de recherches scientifiques attestent par leurs résultats que les extraits de plantes ont des propriétés intéressantes contre les microorganismes. Suresh et *al.*, (1997) ont montré que l'extrait des feuilles vertes de neem réduit l'infection due à *Puccinia arachidis* Speg. De même, Somda et *al.*, (2003) attestent que les extraits aqueux de *Portulaca oleracea* L. à 30% réduisent la croissance radiale de *Bipolaris maydis* (Nisikado et Miyake) Shoem. Dans le même ordre d'idées, Bonzi, (2005) révèle que les extraits de feuilles fraîches de *Cassia occidentalis* L. concentrées à 50, 75 et 100% sont efficaces contre *B. maydis* (Nisikado et Miyake) Shoem, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc, *Curvularia sp.* et *Phoma sorghina* (Sacc).

3.2. Avantages et inconvénients des extraits de plantes

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. Avec l'augmentation des prix des produits chimiques et la rareté de ces produits sur les marchés locaux, les produits biodégradables provenant de plantes constituent une bonne alternative qui permet aux producteurs de pouvoir assurer la protection de leurs semences à un coût relativement faible (Bouda et *al.*, 2001).

La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations. L'emploi des extraits des plantes dans la lutte contre les champignons est prometteur compte tenu de leur efficacité et de leur innocuité sur l'environnement (Weaver et Subramanyam., 2000).

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

Plusieurs raisons justifient le choix des biopesticides: ils restreignent ou éliminent l'utilisation des pesticides chimiques, sont moins toxiques que les pesticides chimiques, diminuent les risques de développer de la résistance et ont une plus grande spécificité d'action. Par ailleurs, ils améliorent la qualité de vie des travailleurs agricoles, n'exigent pas de délai requis avant récolte, offrent aux consommateurs des produits sains qui ont une meilleure presse auprès des consommateurs. Ils se dégradent rapidement diminuant ainsi le risque de pollution.

De plus l'utilisation des biopesticides offre aux pays du Sud la possibilité de produire des produits bios respectant les normes de Limite Maximale de Résidu (LMR) requises aux produits agricoles exportés sur le marché européen. En raison de ces avantages, on peut penser que le recours aux biopesticides est une option viable et devrait être choisie par les producteurs pourvu qu'ils soient disponibles. Toutefois, ces avantages fussent-ils réels, ne suffisent pas pour préjuger de l'adoption des biopesticides par les producteurs car leur utilisation comporte aussi des inconvénients: ils sont sélectifs et ont une action moins drastique que celle des pesticides chimiques. Néanmoins, par-dessus tout, ils sont plus chers que ces derniers.

3.3. Métabolites secondaires des plantes et facteurs influençant leur synthèse

Il est connu que les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires constitués de protéines, glucides et lipides. Ces composés, ceux du métabolisme secondaire, diffèrent en fonction des espèces. Bien que leurs rôles soient encore mal connus, il est cependant clair qu'ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires (Dini et *al.*, 2001).

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

Les progrès analytiques de ces dernières décennies ont permis l'identification et le dosage de plusieurs milliers de métabolites secondaires. Par rapport aux métabolites dits primaires comme les glucides et les protéines, ces métabolites secondaires sont synthétisés en quantités souvent faibles par la plante, mais avec une variabilité très importante, par ailleurs exploitée en chimiotaxonomie. À une variabilité intra et interspécifique s'ajoute une forte influence environnementale, qui explique les importantes variations observées dans ces métabolites secondaires tant en fonction de l'âge des plantes que de leur localisation spatiale (figure 12). Notamment, leur synthèse semble particulièrement stimulée en conditions de stress (attaque de pathogène, stress hydrique, déficit de fertilité, UV, etc).

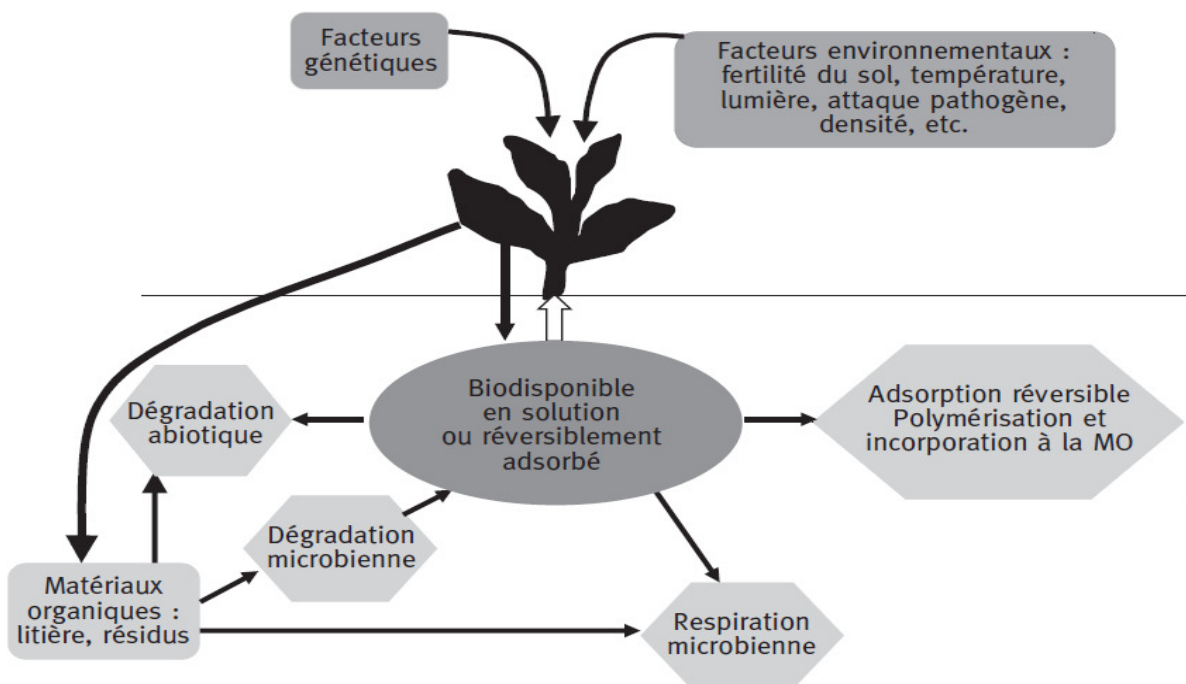


Figure 12 : Facteurs influençant la synthèse des métabolites secondaires et leur évolution dans les horizons superficiels du la fraction biodisponible pour la plante-cible (en noir) sera la résultante des nombreux équilibres mis en jeu dans le sol (Dini et al., 2001).

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

L'étude de la libération, de la circulation de ces molécules, et de leur absorption par la plante-cible constitue la dernière (et la plus délicate) étape de cette démarche expérimentale.

L'activité d'un composé sera donc largement conditionnée par sa persistance extracellulaire au moment des processus de lessivage, de sénescence et d'humification. Par rapport aux voies de synthèse et de stockage dans les cellules végétales qui sont maintenant relativement bien connues, il existe peu de données sur les modifications quantitatives et qualitatives que subissent les différents composés lors de la sénescence. La mort des tissus va se traduire par la disparition de la compartimentation cellulaire à l'origine soit de réactions entre différents groupes de composés (création de complexe tanins-protéines par exemple) soit de la transformation de ces molécules (passage de la forme conjuguée, souvent inactive, à une forme "libre" et active). De même, dans les horizons pédologiques, ces molécules peuvent être soumises à des réactions de dégradation totale ou partielle, d'adsorption, de polymérisation, etc.

3.4. Données bibliographique sur la plante spontanée *Inula viscosa*

Répandue dans tout le bassin méditerranéen, sur les sols salés, les prairies humides et les bords de cours d'eau les bords des routes, largement répandue en Algérie dans les rocailles et les terrains argileux où elle fleurit à la fin de l'été et au début de l'automne. Elle affectionne les anciennes cultures, les décombres, les bords des routes et des chemins, formant d'abondantes touffes vertes à capitules jaunes considérée comme assez envahissante (Quezel et Santa., 1963). Elle est l'une des rares représentants du genre appartient aussi *Ditrichia graveolens* fétide). Elle est connue au Maroc sous les noms vernaculaires : Terhalâ, Mâgrâmân encore Amagramane (Benayache., 1991).

Ainsi pour *Inula viscosa*, plante pour laquelle il n'existe pas assez de travaux sur leur anatomie, notre préoccupation majeure est de localiser les éléments sécréteurs de cette plante. Sa taxonomie est configurée dans le tableau n°2

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

Tableau n°2 : Taxonomie d'*Inula viscosa* d'après Fournier (1947).

Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotyledones
Sous Classe	Gamopetales
Ordre	Campunulales
Famille	Compositae
Genre	<i>Inula</i>
Espèce	<i>Viscosa</i>
Synonymie	<i>Dittrichia viscosa</i> l
Nom commun	Inule, aune visqueuse
Noms vernaculaires (Quezel eT Santa., 1963)	Magramane ou amagramane. (En Afrique du Nord)

3.4.1 Aspects botaniques

Quezel et Santa (1963) la décrivent comme une plante annuelle herbacée mais la plupart des auteurs, rapportent que l'inule est une plante herbacée pérenne ou vivace puisque les branches ligneuses bourgeonnent à chaque printemps. Selon ces auteurs, elle apparaît sous forme de buissons hauts de 0,5 à 1m, à tige frutescente à la base, à rameaux rougeâtres.

Les feuilles de 2 cm de largeur qui embrassent nettement la tige par sa base. Elles sont sessiles, ondulées, dentées, aiguës, rudes recouvertes sur les deux faces de glandes visqueuses qui dégagent pendant la phase végétative une odeur forte et âcre (figure 15).

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.



Figure 13: La plante *inula viscosa* (Tayebi., 2011).

La floraison commence à partir du mois de Septembre, les inflorescences sont de longues grappes fournies de capitules jaunes. Ligule dépassant très nettement l'involucre. Les bractées externes de l'involucre sont très visqueuses extérieurement. Les fleurs périphériques sont liguliformes, celles du centre sont tubulaires. Les fruits sont des akènes velus à aigrette grisâtre.

3.4.2 Parties Utilisées

Les parties aériennes de la plante, feuilles et tiges séchées et réduites en poudre ou les feuilles fraîches de l'Inule (Ulubelen., 1986, Cafarchia et Coll., 1999).

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

3.4.3 Aspects phytochimiques

Les travaux de (Benayache et Coll., 1991) rapportent que les parties aériennes d'*Inula viscosa* contiennent des Flavonoïdes, des acides sesquiterpéniques et des triterpènes esters.

La plante contient d'autres substances dites mineures comportant des résines et des pectines constituant une matière noirâtre : la Phytomélane (Oksuz., 1976).

3.4.4 Utilisation en lutte biologique

L'inule visqueuse est réputée être un "insecticide végétal" qui combat la Mouche de l'Olive. En fait, la plante abrite un parasitoïde de *Bactrocera oleae* : c'est une plante relais dont les inflorescences sont parasitées par la larve d'une mouche (*Myopites stylatus*) qui provoque des galles sur les inflorescences. La larve de *Myopites* est à son tour parasitée en hiver par un parasitoïde (Warlop., 2005). La larve de la mouche de l'olive sera parasitée, à son tour, en été.

On la trouvait fréquemment dans les oliveraies avant qu'elle ne soit arrachée comme "mauvaise herbe" envahissante et encombrante. Des observations faites en Grèce montrent que dans une oliveraie "rénovée", l'arrachage de l'inule a été suivi d'une attaque de mouche de l'olive sans précédent. Après réintroduction de l'inule, il faut compter 4 à 5 ans pour que le cycle de la plante relais s'amorce avec l'olivier. C'est un travail à long terme qui exclut l'emploi d'insecticides.

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

3.5 Les insecticides d'origine bactérienne

3.5.1 Historique

L'étude des maladies des insectes, des acariens et des autres invertébrés, objet de la pathologie des invertébrés, fournit les fondements scientifiques de la lutte microbienne. La pathologie des invertébrés puise ses origines dans l'étude des maladies touchant certains organismes utiles comme le ver à soie et l'abeille domestique.

Les maladies du ver à soie ont été étudiées pour la première fois en Chine dès 2700 av. J.-C., celles des abeilles l'ont été par Aristote en 355 av. J.-C. Cependant, les travaux de Bassi (1834), ont permis pour la première fois d'associer un microorganisme, *Beauveria bassiana*, à l'apparition d'une maladie, chez le ver à soie.

Trente années plus tard, Louis Pasteur entreprenait d'étudier de façon rigoureuse les diverses maladies du ver à soie. Ces deux pionniers du XIXe siècle estimaient que les microorganismes pourraient être utilisés à profit pour lutter contre les insectes nuisibles (Steinhaus, 1956).

Bien que de nombreux progrès aient été accomplis dans le domaine de la pathologie des invertébrés entre la fin du XXIe siècle et la première moitié du XXe siècle, ce n'est qu'à partir de la découverte, de la mise au point et, subséquemment, de la production commerciale du *Bacillus thuringiensis* Berliner que la lutte microbienne a pris son véritable essor (Lacey et Goettel, 1995).

3.5.2 Avantages de la lutte microbienne contre les insectes ravageurs

Un des principaux avantages des agents de lutte microbienne réside dans le fait qu'ils peuvent remplacer, du moins en partie, certains des insecticides chimiques les plus dangereux. À l'heure actuelle, les agents de lutte chimique sont utilisés beaucoup plus couramment à l'échelle mondiale que les agents microbiens. Comme il n'est pas certain que tous les pesticides représentent une menace pour l'environnement, leur remplacement par des agents microbiens n'allégerait pas nécessairement les risques pour l'environnement (Lacey et Goettel., 1995).

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

Néanmoins, pour ce qui est des nombreux pesticides chimiques dont la toxicité s'étend au-delà des ravageurs ciblés, notamment aux animaux et aux humains, l'accès à des agents de lutte biologique plus sûrs, plus sélectifs et biodégradables comporte d'importants avantages au plan écologique. Un des avantages écologiques des agents microbiens provient de leur grande sélectivité, leur action infectieuse ou létale étant limitée à seulement quelques ravageurs ciblés (Lambert et Peferoen., 1992).

3.5.3 Utilisation de SPINOSAD comme insecticide naturel

Bien que le biopesticide Spinosad soit le produit d'un vaste programme d'inspection des produits naturels mené par Eli Lilly and Co., il fut en fait découvert « par accident » en 1982 par un chercheur qui rapporta de vacances aux îles Vierges un échantillon de sol trouvé près d'une distillerie de rhum abandonnée. Il s'avéra que l'échantillon contenait une nouvelle espèce d'actinomycète des sols (une sorte de bactérie Gram positif) appelé *Saccharopolyspora spinosa* (Anonyme., 2007).

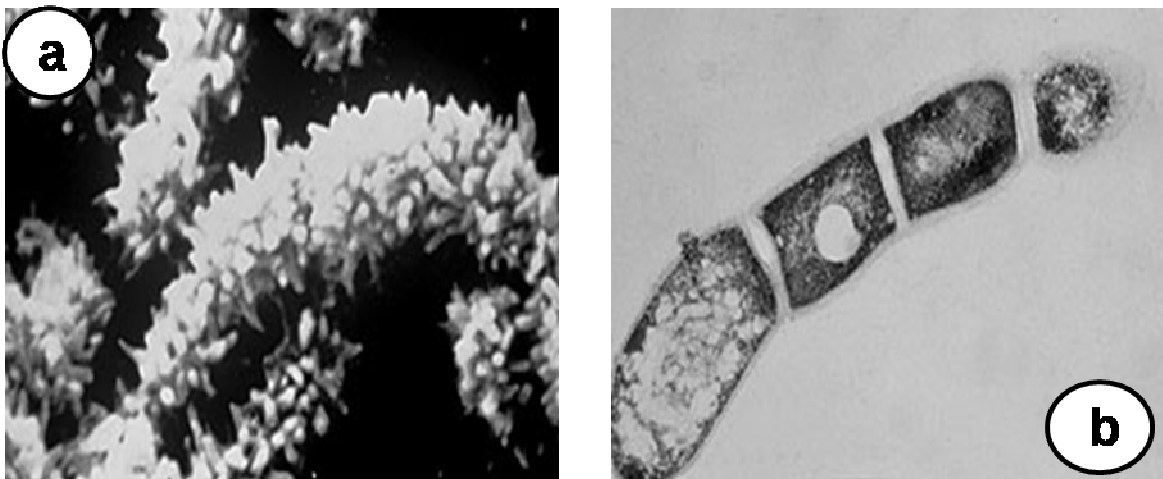


Figure 14 : Surface épineuse (a) et coupe longitudinale (b) de la bactérie (Anonyme a., 2012)

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

Son extraction s'effectue par un procédé original: la fermentation. Les produits de la fermentation de la bactérie sont des métabolites biologiquement actifs baptisés spinosynes A et D. Spinosad est le nom donné au mélange des deux spinosynes comme le montre la figure 15 (Anonyme a., 2012).

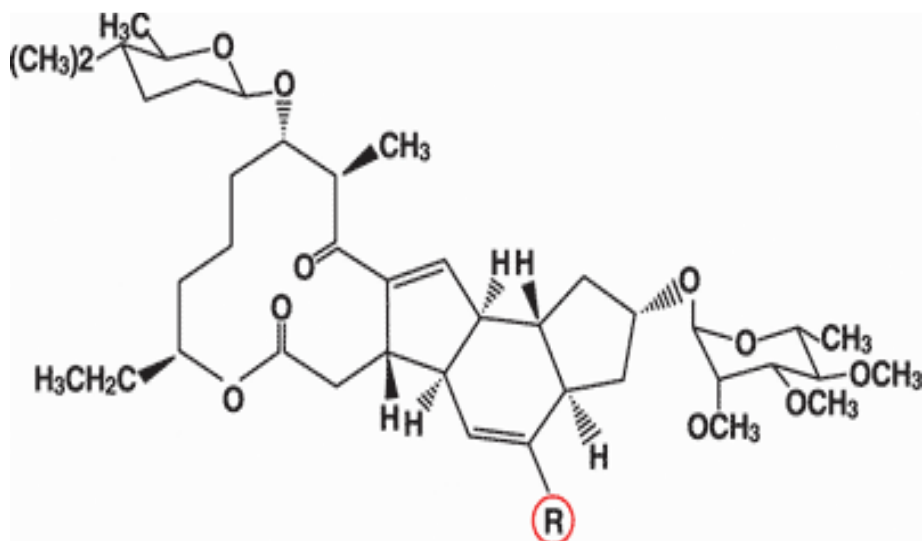


Figure 15 : La molécule de spinosad (Anonyme a., 2012).

Spinosyne A: R = H

Spinosyne D: R = CH₃

3.5.3.1 Principaux ravageurs

Il sert principalement à lutter contre les Lepidoptères (chenilles), Thysanoptères (thrips) et Diptères (principalement les mouches des fruits et les mouches piquantes des étales), mais il n'agit pas sur les insectes suceurs ou les acariens (Anonyme b., 2012).

3.5.3.2 Le mode d'action

Le spinosad, issu d'une nouvelle famille chimique, les spinosynes, agit selon un double mode d'action biologique : par contact et par ingestion (Figure 16)

CHAPITRE 3 : Généralités sur l'utilisation des insecticides à base d'extraits de plantes et de bactéries.

Un double mode d'action :

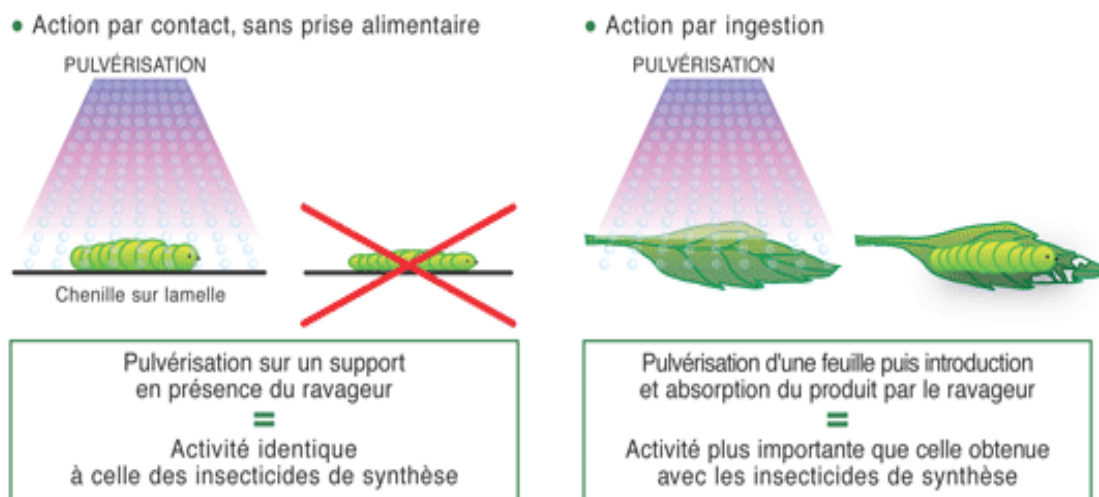


Figure 16 : Le mode d'action de spinosad (Anonyme a., 2012).

Une fois absorbé par l'insecte, le spinosad atteint rapidement le système nerveux central et provoque une paralysie totale du ravageur qui ne peut plus s'alimenter.

La substance active intervient sur un site spécifique du récepteur d'acétylcholine, distinct de celui des autres insecticides. Le spinosad est le seul insecticide agissant avec ce mode d'action.

En conséquence, il y a très peu de risques de voir se développer des résistances croisées avec les autres familles chimiques d'insecticides.

Les études indiquent que les résidus du Spinosad se dégradent rapidement sur le terrain, ne laissant que peu de toxicité résiduelle trois à sept jours après l'application. L'enquête de 2003 concluait que le Spinosad est l'un des insecticides disponibles le plus sûr pour la conservation des populations de prédateurs, mais que son emploi devrait être évalué avec précaution lorsque celle des populations de parasitoïdes est primordiale (Anonyme., 2007)

CHAPITRE4: Matériel et méthode

La teneur importante des résidus qui s'accumulent dans les aliments, et aussi l'infiltration de ces derniers dans les nappes d'eau dues à l'utilisation massive des pesticides chimiques a poussé les chercheurs à trouver un remplaçant naturel donnant le même effet que celui de nature chimique sans effets secondaires. Dans le même objectif, on a essayé d'appliquer un biocide à base végétale contre le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina*, dans le but de minimiser les populations résiduelles de ce ravageur, et on a appliqué ce même biocide avec un autre à base bactérienne dans le but de voir leurs effets sur la faune de l'olivier.

4.1 Présentation de l'oliveraie étudiée

4.1.1 Situation géographique et limites

La station expérimentale du département d'agronomie de l'université Saad Dahlab de Blida, située en piémont de l'atlas Blidéen. Cette station est limitée au Nord par Halwia et Guerrouaou, à l'ouest par l'oued Beni mered, au Sud par le piémont de Blida et à l'Est par l'Oued khremis (Aissa, 1986). (figure17).



Figure 17: Implantation du site d'étude (Google, 2012)

4.1.2 Historique et régie de l'oliveraie

Installé depuis la période coloniale, le verger comprend une plantation de 250 oliviers et la distance entre eux est de 30 m, la variété cultivée est la « Rougette ».

D'après les informations recueillies auprès de la station expérimentale, aucun traitement phytosanitaire n'a été fait depuis sa plantation. Durant l'année d'étude, une opération de désherbage a été effectuée en décembre et une taille de rajeunissement a permis une augmentation de la production depuis 3 ans.

4.2 Paramètres climatiques de la région d'étude

4.2.1 Evaluation des pluies et de températures durant l'année d'étude

Tableau 3 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Soumâa de l'année 2011

Moi	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
T°moy	12,3	13,8	14,4	14,17	24,05	27,11	33,2	30	22,5	19,6	13,5	11
P (mm)	67,2	92,1	122,8	99,32	27,84	1,6	3,2	1,6	11	118	114,7	97,2

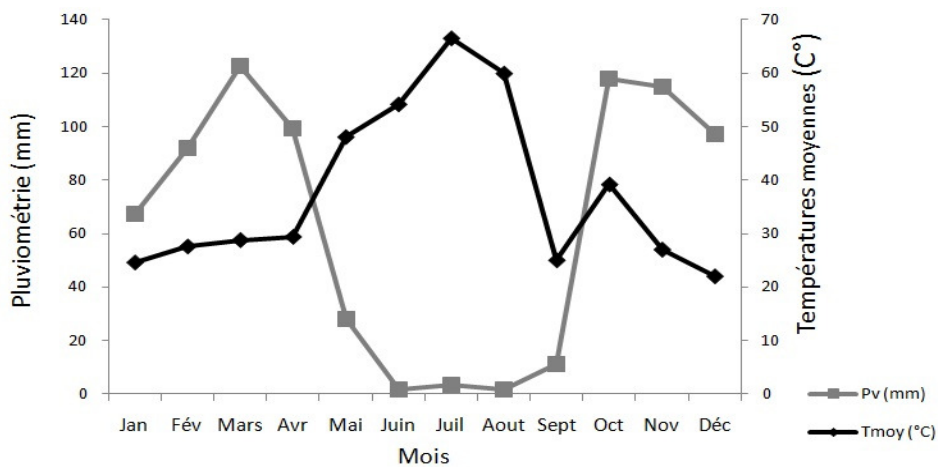


Figure 18 : Diagramme Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен de la région de SOUMAA établi sur une période de 10 ans (1998-2010).

4.2.2 Synthèse climatique

4.2.2.1. Diagramme ombrothermique de Gausсен

Gausсен a considéré que la sécheresse s'établit lorsque la pluviométrie mensuelle P exprimée en millimètres est inférieure au double de la température moyenne mensuelle T de ce mois en degrés Celsius ($P < 2T$) (Dajoz, 1985).

D'après le diagramme ci-dessous qui est établie pour la région d'étude pour la période de 10 ans (2001-2011), on remarque qu'il y a 2 périodes distincts, la première est sèche avec une température bien élevée ; cette période est de mois Juin jusqu'au septembre ; la deuxième est humide avec une haute pluviométrie et des températures basses, cette période est de la mi-novembre au Au –janvier. (Figure 19).

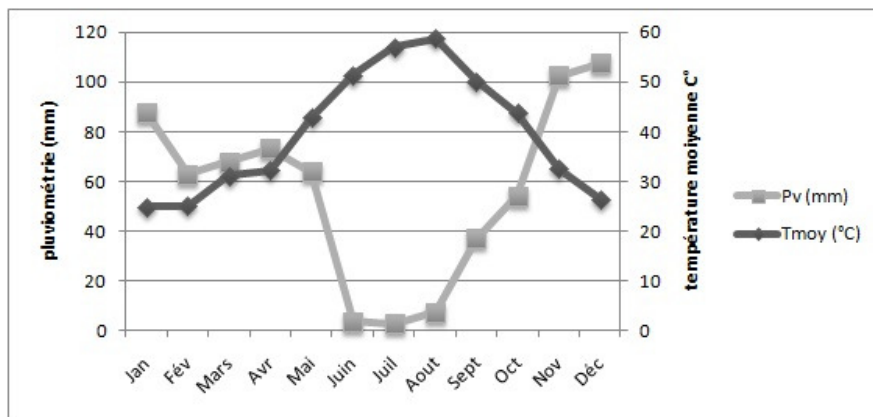


Figure 19 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de SOUMAA établi sur une période de 10 ans (2001-2011)

2.2.2.2. Climatogramme d'Emberger

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les différents étages bioclimatiques.

Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique adopté par Stewart, dont l'équation et comme suite :

$$Q2 = 3,43 [(P/M-m)]$$

p : pluviométrie annuelle (mm).

M : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud.

m : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

La valeur de coefficient pluviométrique Q_2 fixée en ordonnée alors que la température moyenne minimale du mois les plus froids fixés en abscisse, donne la localisation de la région d'étude dans le Climagramme.

La région de Soumâa donc bénéficie d'un climat méditerranéen située dans l'étage bioclimatique sub-humide; à hiver doux confirmé par le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger Q , ($Q = 70,34$) pour les dix ans de 2001-2011. (Figure 20).

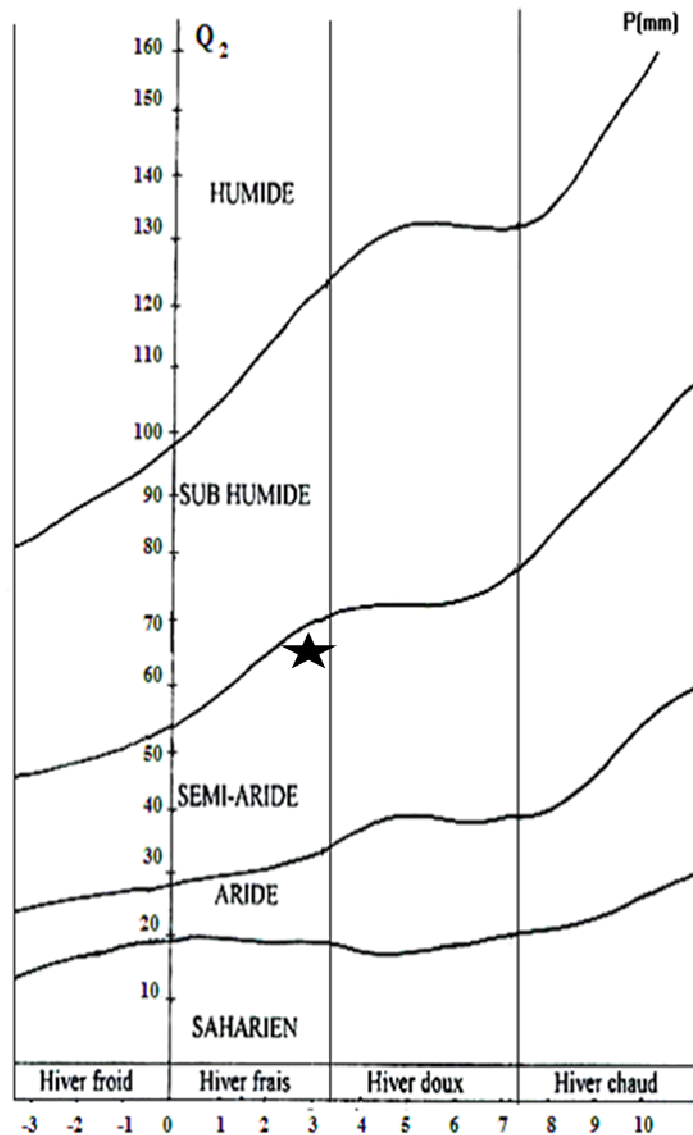


Figure 20 : Localisation de soumaa dans le climagramme d'Emberger (Stewart, 1969).

★ : Localisation de La région d'étude soumâa

4.3 Méthodologie d'étude

4.3.1 Méthodologie d'étude au laboratoire

A fin d'étudier l'influence de la toxicité de l'extrait brut sur le développement larvaire de *Euphyllura olivina* au cours du temps, la plante spontanée qui a été choisie est l'inule visqueuse *inula viscosa* prélevée durant la saison printanière au niveau de la région de Tizi Ouzou.

4.3.1.1 Préparation de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa*

Après avoir récolté l'inule visqueuse, elle est déposée au niveau du laboratoire à fin d'obtenir l'extrait aqueux brut de la plante fraîche en broyant les feuilles seulement à l'aide d'un mortier manuel et un peu de sable et d'eau distillée.

Le choix des feuilles été le résultat des expérimentations faites déjà l'année passé et qui ont montré l'efficacité de ces dernières par rapport aux autres parties de la plante spontanée *Inula viscosa* (Tayebi, 2011).

L'extrait aqueux a été fait avec les mesures suivantes: 10g de feuilles fraîches par 100 ml d'eau distillée et en filtrant le mélange à l'aide d'un papier filtre pendant 24h. (Figure 21).

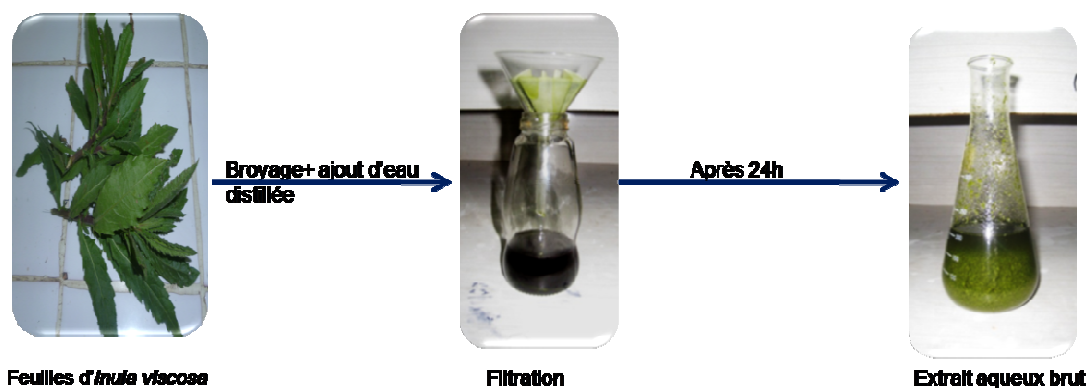


Figure 21 : Protocole de préparation de l'extrait aqueux brut au laboratoire (Originale., 2012).

4.3.1.2 Préparation des lots expérimentaux et traitements

On a ramené 6 boîtes de pétri, on a découpé des feuilles blanches selon la même forme de ces boîtes et on les a mis dedans à fin de mettre les jeunes pousses infectés par le psylle de l'olivier au dessus. (Figure 22a, 22b).

On pulvérise donc quelques ppm d'extrait aqueux et on couvre ces boîtes avec le tulle à fin d'éviter la pourriture de ces jeunes pousses après être mouillés. (Figure 22c).

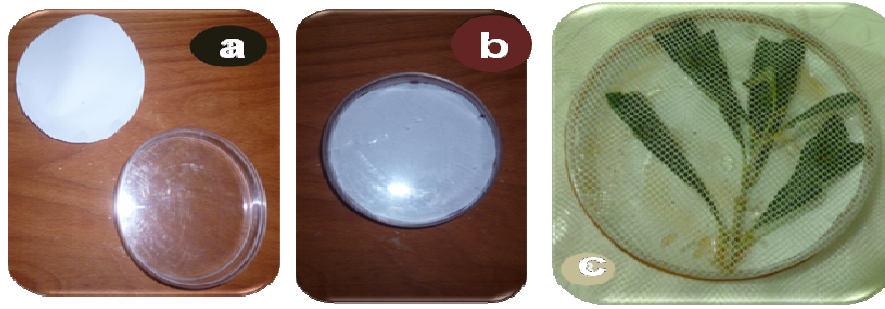


Figure 22 : Préparation des lots expérimentaux (Originale., 2012).

4.3.2 Méthodologie d'étude sur le terrain

Dans le but d'étudier l'effet des biocides naturels sur les communautés entomofauniques des oliveraies, on a choisi deux types de traitements : extrait aqueux brut d'*inula viscosa* et le produit homologué à base bactérienne : Spinosad.

4.3.2.1 Délimitation des arbres échantillonnés

Nous avons délimité une surface homogène de 1 hectare, dans laquelle 3 rangées d'arbres adjacentes sont choisies à chaque fois au hasard. Les échantillonnages sont réalisés sur 30 arbres au total, à raison de 3 arbres par rangée respective.

4.3.2.2 Installation des pièges jaunes à eau et frappage

-Les pièges jaunes à eau: Ce sont des récipients en forme de bac, remplis d'eau additionnée de mouillant (produit à vaisselle). Le plan d'eau et la couleur attirent ainsi beaucoup d'Homoptères, de Diptères et des Hyménoptères qui s'y noient. Le comptage régulier des captures renseigne sur la présence et l'évolution des populations d'insectes ainsi surveillés (Benkheilil., 1992) (figure 23a).

-Le parapluie japonais: Cet instrument est extrêmement pratique pour la récolte des insectes présents sur les arbres. Il est constitué d'une toile blanche solide, de 70 cm à 1 m de côté, qui est fixée aux quatre coins d'une armature pliante en bois ou en métal léger. On peut aussi le fabriquer à partir de la monture d'un parapluie (KHELIL M A., 1995) (figure 23b). Il suffit de le tenir d'une main sous la végétation et de l'autre main munie d'une canne ou d'un bâton, on frappe avec force les branches sans arracher les feuilles. On obtient ainsi une grande quantité de petits coléoptères, de chenilles et

d'autres insectes (Leraut., 2007). Il faut faire preuve d'un minimum de promptitude pour prélever les insectes tombés sur la toile car certains d'entre eux sont vifs et s'envolent rapidement, on peut se munir donc de la pince souple ou de l'aspirateur (Khelil., 1995).



Figure 23 (a, b) : Matériels de capture et de piégeage de l'entomofaune dans les oliveraies étudiés (Originale, 2012).

Les 9 pièges jaunes (FAURIE et *al.*, 2003) sont disposés dans la canopée, tout en effectuant des déplacements sur des transects en zigzag (figure 24).

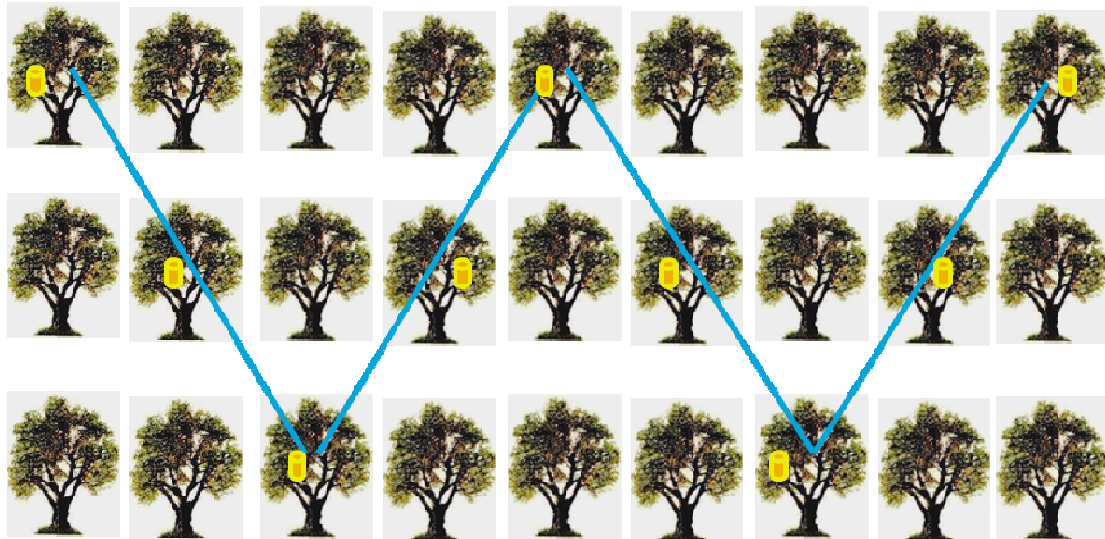



Figure 24 : Méthodologie aléatoire d'échantillonnage sur terrain pour la disposition des pièges.

 : Arbre d'olivier  : Piège jaune

4.3.3 Récolte, identification et dénombrement

Comptage du psylle d'olivier au laboratoire

Après application du traitement nous avons utilisé le matériel suivant au laboratoire afin de dénombrer les populations résiduelles du psylle au niveau de chaque boîte à pétri à l'aide du matériel suivant :

- ✓ Une loupe binoculaire : pour le dénombrement et la séparation des individus du psylle.

- ✓ Une pince entomologique.

Le dénombrement des individus d'*Euphyllura olivina* a été fait à un intervalle de 24 heures durant la période d'investigation qui s'est étalée sur 5 jours, à partir du 20 mai 2012.

Capture des insectes par piégeage

Les pièges sont placés 1 jour/2 tout au long de la période d'expérimentation considérée qui est une semaine. Les insectes capturés sont récupérés au bout de 2 jours après le dépôt des pièges à chaque fois, ils sont ensuite mis dans de petits flacons contenant de l'alcool à 70°C pour une conservation et une identification ultérieure.

Echantillonnage par frappage

Pour la récolte des insectes par la méthode de frappage, nous avons échantillonné les mêmes 9 arbres des pièges jaunes avec un temps de battage d'environ 1 minute par direction cardinale (Nord, Sud, Est, West et Centrale) et par arbre.

4.3.4 Application des traitements sur terrain

Le traitement a été effectué au niveau de 6 arbres : 3 par l'extrait aqueux de l'inule, 3 autres avec la spinosad, sans oublier 3 arbres témoins qui ont subi une pulvérisation à l'eau courante.

L'application des traitements a été réalisée le 26 mai 2012, et le suivi des communautés d'insectes a été conduit au bout de 6 jours.

Le dosage des traitements :

*L'extrait aqueux d'*inula viscosa* : on a utilisé les mêmes doses que celles appliqués au niveau du laboratoire : 10g de feuilles fraîches pour 100 ml d'eau distillée.

Spinosad : 10ml de spinosad /10L d'eau courante

4.4 Analyse des données d'observation

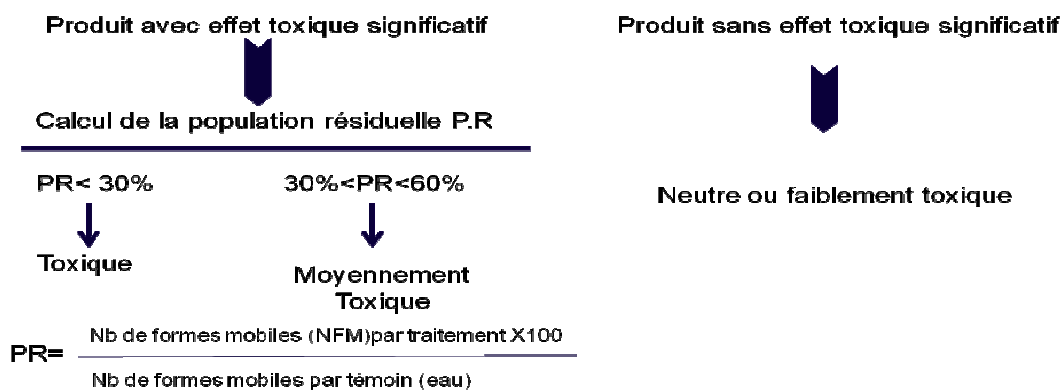
4.4.1 Etablissement des tableaux de données brutes

***Détermination des formes mobiles avant et après traitement pendant 5 jours**

Pour réaliser le tableau ci-dessous, on a dénombré les populations du psylle au niveau des 5 boites traitées+ la boite témoin, en prenant en considération le facteur temps qui tend de j0 : qui est le jour avant appliquer le traitement et (j1, j2, j3, j4, j5) les jours après traitement.

Boites	j0	j1	j2	j3	j4	j5
B1						
B2						
B3						
B4						
B5						
B6 Témoin						

L'évaluation de l'effet toxique de l'extrait aqueux brut a été estimée par la comparaison des populations résiduelles (P.R) selon le Test de DUNNETT (Magali., 2009)



***Détermination des formes mobiles avant et après traitement pendant 6 jours pour les pièges jaunes**

Espèce: nom scientifique (Auteur)	Famille	Groupe trophique	Abondance
esp1			
esp2			
.			
.			
.			
.			
espn			

Après déterminer toutes les espèces qu'on a trouvé dans les pièges jaunes on pourra donc tracer ce tableau pour savoir le nombre d'individus/ espèce au fil des 6 jours du traitement.

Arbre/espèce(ordre, famille)	Esp1	esp2	esp3	espn
Arbre1				
Arbre2				
Arbre3				
.				
.				
.				
.				
Arbre n				

***Détermination des formes mobiles avant et après traitement pendant 6 jrs pour le frappage**

On refait la même opération qu'on a faite avec les pièges jaunes.

4.5 Outils d'analyses utilisées

4.5.1 Diagramme rang fréquence

La fréquence est calculée à partir du nombre d'individus de chaque espèce sur le nombre total d'individus de toutes les espèces confondus. Les diagrammes rang fréquences varient en fonction de la diversité spécifique qui permet de caractériser les distributions d'abondance des espèces.

4.5.2 Analyses de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (classes de précipitations, classes d'altitude, type de végétation, présence-absence de mauvaises herbes, etc...), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour Analysis Of Variance), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution.

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces 4 catégories.

4.5.3. Analyses multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer et *al.*, 2001)

Dans le cas de variables de type présence-absence, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances en composantes principales (A.C.P) (TER BRAAK et Prentice., 1988). Dans cette analyse, les espèces sont groupées selon leur abondance avant et après traitement. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des espèces est réalisée dans le but de détecter l'effet du traitement sur leur abondance.

4.5.4 Estimation des abondances moyennes

Richesse totale= nombre total d'espèces rencontrées pendant le relevé

*Pour le frappeage :

J0= nombre total d'espèces avant traitement.

J2= nombre total d'espèces après 2 jours de traitement.

J4= nombre total d'espèces après 4 jours de traitement.

J6= nombre total d'espèces après 6 jours de traitement.

*Pour les pièges jaunes :

J0= nombre total d'espèces avant traitement.

J2= nombre total d'espèces après 2 jours de traitement.

J4= nombre total d'espèces après 4 jours de traitement.

J6= nombre total d'espèces après 6 jours de traitement.

Sachant que la richesse spécifique = richesse totale/ nbre de relevés

Les abondances moyennes ont été analysées par un diagramme rang fréquence à fin de déterminer la diversité entomofaunique avant et après traitement.

Chapitre 5 : Résultats et discussions

Nous présentons dans ce chapitre les résultats relatifs à des essais de lutte sur le terrain et au laboratoire pour entrevoir les possibilités d'utilisation de pesticides d'origine botanique sur les populations du psylle de l'olivier ainsi que leur impact sur les communautés trophiques associées. Le premier volet de ce travail réalisé au laboratoire, concerne une étude de l'efficacité du broyat de feuilles fraîches de l'inule visqueuse *Inula viscosa* sur des rameaux infestés par des individus d'*Euphyllura olivina*. Le second volet traite de l'évaluation d'une application de filtrats de l'extrait aqueux de la même plante comparée à celle d'un biopesticide homologué le spinosad sur la biocénose circulante dans l'olivieraie étudiée.

5.1 Résultats

5.1.1 Etude de l'efficacité du broyat de feuilles fraîches d'*inula viscosa* sur les populations d'*Euphyllura olivina* au laboratoire

5.1.1.1 Effet temporel du phytoextrait d'*Inula viscosa* sur le nombre d'individus du psylle de l'olivier

L'effet temporel de l'extrait aqueux brut d'*Inula viscosa* sur le nombre d'individus du psylle nous montre une mortalité progressive durant les cinq jours après traitement. On remarque que le traitement a donné son efficacité après quatre jours où 'il a donné une mortalité totale au niveau des cinq boîtes de pétri. (Figure 25)

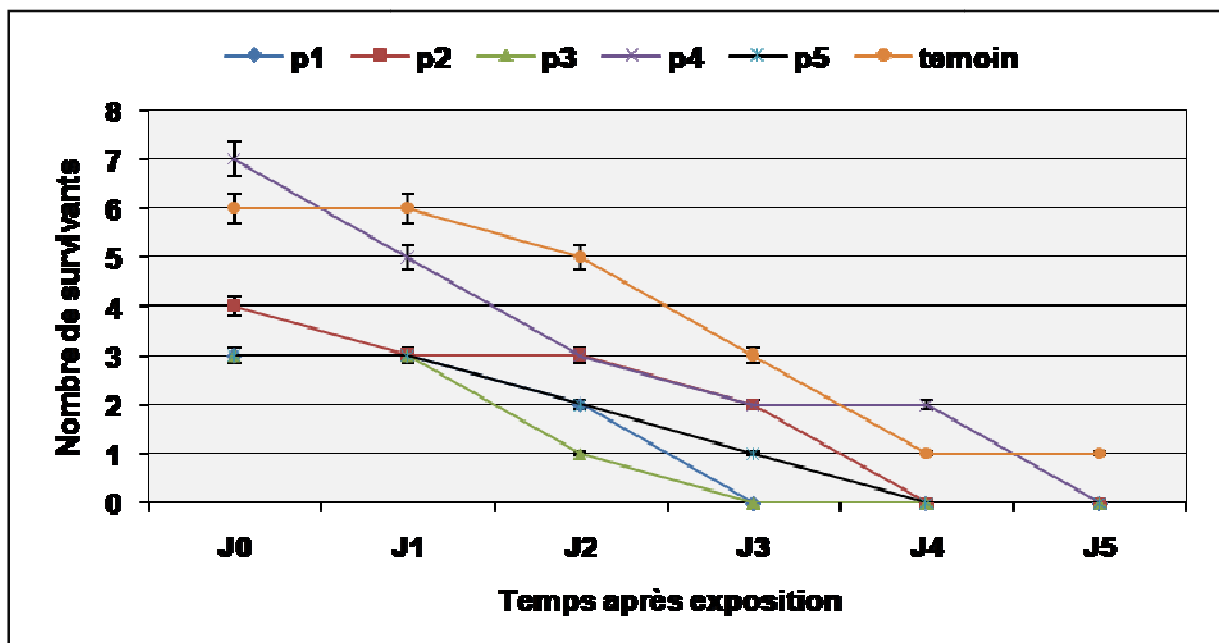


Figure 25 : Effet temporel de l'extrait brut d'inule visqueuse sur le nombre de survivants du psylle au niveau du laboratoire.

5.1.1.2 Evaluation de la toxicité de l'extrait aqueux brut

Selon les figures 26 (a et b), L'effet temporel de l'extrait aqueux brut d'*Inula viscosa* sur la population résiduelle du psylle nous montre une diminution importante durant les cinq jours après traitement. On remarque que ce dernier était toxique sur la population résiduelle du psylle surtout après le quatrième jours et qui a causé après une mortalité totale au niveau des cinq boites de pétri le cinquième jour.

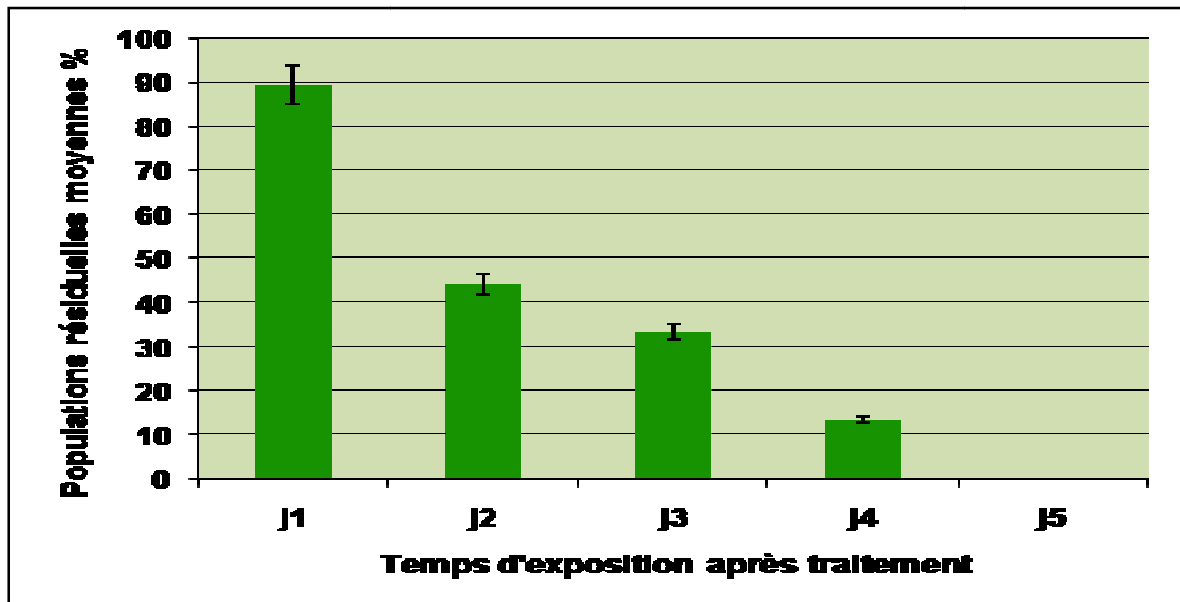


Figure 26a : Effet temporel de l'extrait aqueux brut d'*Inula viscosa* sur la population résiduelle du psylle au niveau du laboratoire.

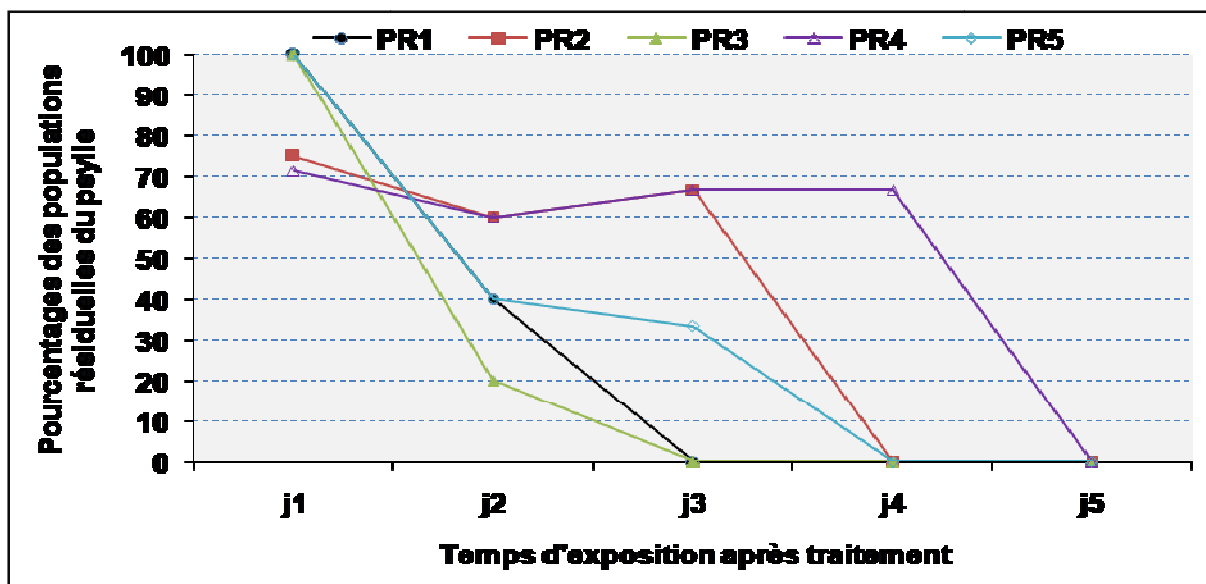


Figure 26b : Effet temporel de l'extrait aqueux brut d'*Inula viscosa* sur le pourcentage des populations résiduelles du psylle au niveau du laboratoire.

5.1.1.3 Analyse univariée des effets comparés des phytoextraits de l'inule

Analyse de la variabilité du facteur temps

Pour expliquer les variations temporelles de la toxicité du phytoextrait de la plante choisie sur les populations résiduelles du psylle, nous avons eu recours à une analyse de variance sans prendre en considération les effets des interactions entre les différents facteurs et qui est basée sur le modèle linéaire global.

Les résultats d'analyse des populations sous l'effet temps, sont présentés dans le tableau 4, figure 27: temps (F-ratio=8,454, $p=0,001$, $P<5\%$), l'analyse présente une différence hautement significative sur la population résiduelle d'*Euphyllura olivina*.

Tableau 4 : Modèle G.L.M. appliqué à la modulation temporelle des populations résiduelles d'*Euphyllura olivina* sous l'effet d'application de l'extrait brut de linule visqueuse.

Source	Somme des carrés	ddl	carrés moyens	F-ratio	P
Temps 0.001***	22237.760	4	5559.440	8.454	
Population	3837.360	4	959.340	1.459	0.261
Erreur	10521.440	16	657.590		

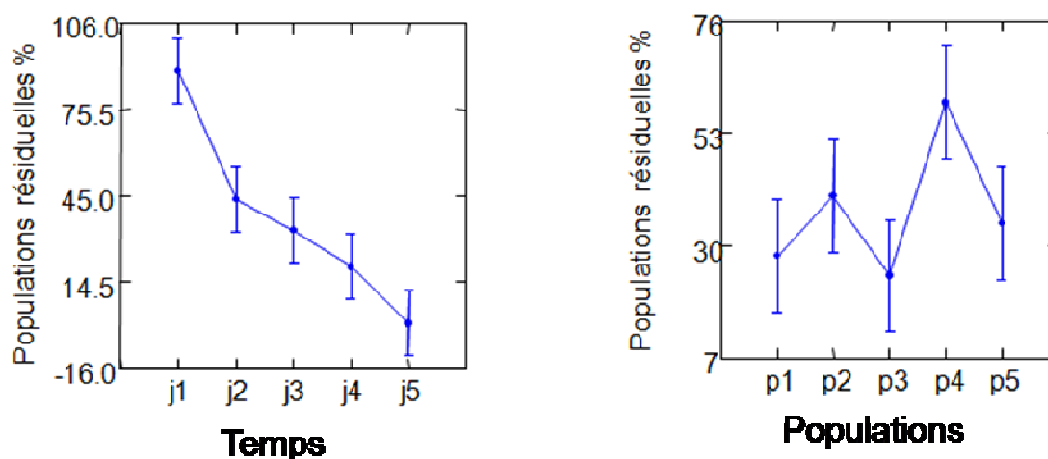


Figure 27: Variabilité temporelle de l'effet de l'inule visqueuse sur les populations résiduelles du psylle de l'olivier.

5.1.2 Etude de l'effet des traitements sur l'entomofaune auxiliaire circulante sur terrain en le comparant avec le témoin

Nous avons établi le diagramme rang-fréquence des espèces afin de comparer les diversités des communautés entre elles en relation avec leurs abondances avant et après 2, 4, 6 jours d'exposition à l'effet des traitements.

5.1.2.1 Pour les pièges jaunes :

Le diagramme rang- fréquence des espèces dans le bloc témoin, comparé aux deux blocs traités par l'extrait brut de l'inule et le spinosad, nous montre qu'avec le temps il y'a des espèces qui disparaissent, c'est le cas des espèces 6, 7, 8 pour le bloc témoin.

On remarque aussi que le spinosad a causé une diminution importante de l'abondance des espèces après 4 jours par rapport à l'effet de l'inule (Figure 28).

Sachant que les espèces trouvées dans les pièges jaunes sont les suivants :

esp1 : Parasite	<i>Braconidea sp</i>	Bra (Hym, Bra)
esp2 : Abeille	<i>Apis mellifera</i>	Ame (Hym, Api)
esp3: Fourmi	<i>Cataglyphis viatica</i>	Cvi (Hym, For)
esp4: Cicadelle	<i>Psammotettix alienus</i>	Pal (Hem, Cic)
esp5: Mouche	<i>Lucilia sp</i>	Luc (Dip, Cal)
esp6: Punaise	<i>Anthocoris nemorum</i>	Ane (Hem, Ant)
esp7: Chrysope	<i>Chrysoperla carnea</i>	Cca (Nev, Chr)
esp8: Acridien	<i>Aiolopus sp</i>	Aio (Ort, Acr)

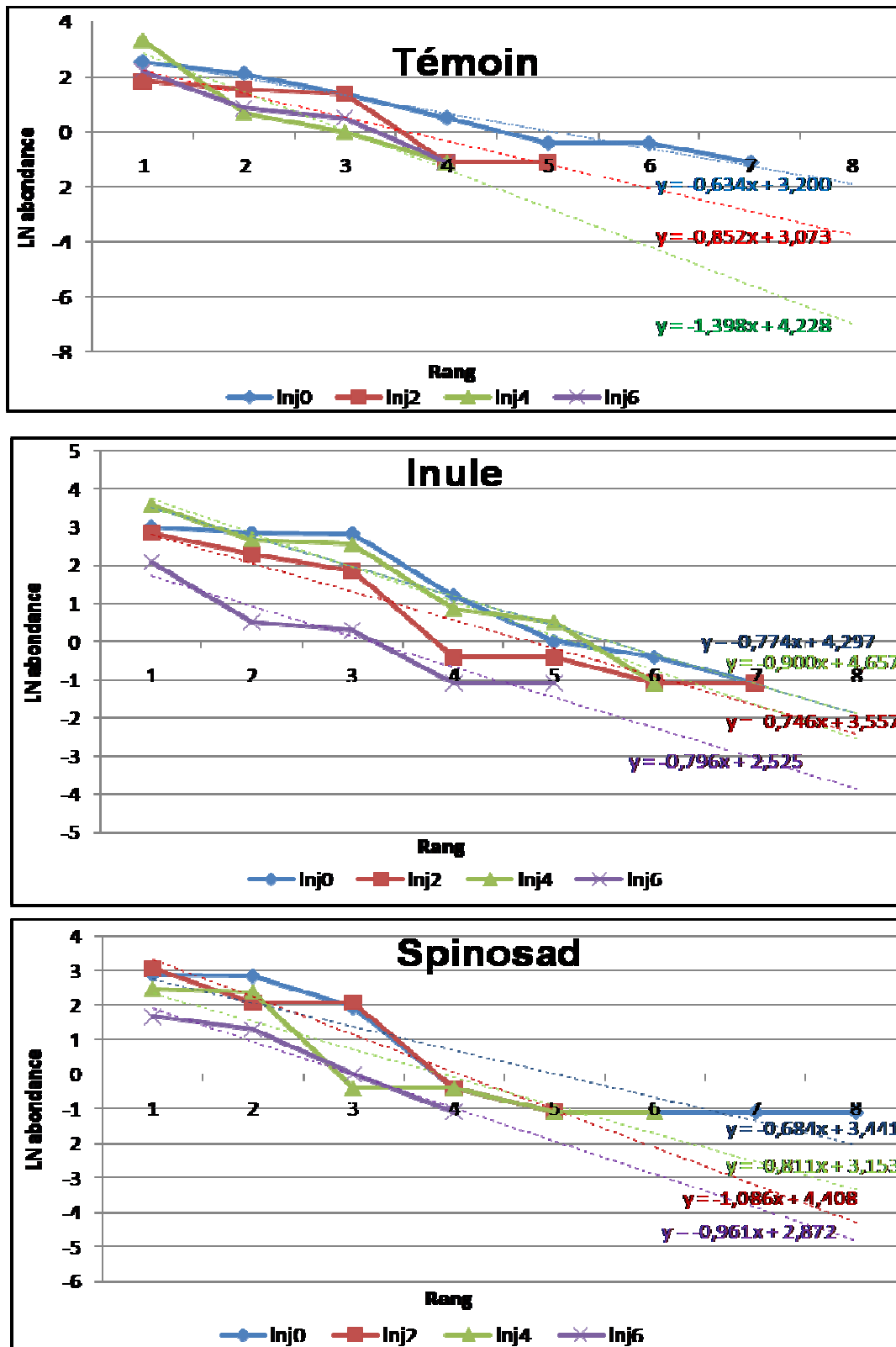


Figure 28: Diagramme rang fréquence des communautés d'auxiliaires rencontrées dans les pièges jaunes, avant et après traitement sur les arbres témoins, les arbres traités par l'extrait brut de l'inule et les arbres traités par le spinosad.

En comparant les pentes des droites de Motomura (pour les blocs : témoin, inule et spinosad) on remarque une différence hautement à très hautement significative entre les communautés exposées et les communautés non exposées et entre les communautés exposées selon le temps d'exposition (tableau 5). Globalement, on peut dire que les communautés d'espèces restent stables et homogènes. Elles recolonisent le milieu et rejoignent leur niche d'habitat après une période de deux semaines après traitement mais avec des abondances faibles.

témoin	Lnj0	Lnj2	Lnj4	Lnj6
Pente	*0,6341	*0,8527	*1,3986	*1,0224
P (ajustement de Motomura)	4,21 e-05***	0,0321*	0,0417*	0,0259*
Lnj0	---	0,0018852**	0,00048076***	0,010574*
Lnj2	---	---	0,60025 ns	0,65135 ns
Lnj4	---	---	---	0,37427 ns
Lnj6	---	---	---	---

Inule	Lnj0	Lnj2	Lnj4	Lnj6
Pente	*0,7743	*0,7466	*0,9003	*0,7965
P (ajustement de Motomura)	0,0003***	0,001*	0,0033*	0,0122*
Lnj0	---	0,67894 ns	0,83508 ns	0,29976 ns
Lnj2	---	---	0,85284 ns	0,50706 ns
Lnj4	---	---	---	0,42571 ns
Lnj6	---	---	---	---

Spinosad	Lnj0	Lnj2	Lnj4	Lnj6
Pente	*0,6845	*1,0864	*0,8116	*0,9617
P (ajustement de Motomura)	0,0022**	0,0323*	0,0006***	0,0203*
Lnj0	---	0,87037 ns	0,38425 ns	0,83665 ns
Lnj2	---	---	0,91853 ns	0,59415 ns
Lnj4	---	---	---	0,64119 ns
Lnj6	---	---	---	---

Tableau 5: Ajustements au modèle de Motomura et probabilités associées à la comparaison des pentes des équations des modèles linéaires entre les communautés deux à deux pour les blocs : témoin, inule et spinosad pour les pièges jaunes.

La projection des abondances des différents ravageurs présentent une certaine divergence quant à la sensibilité aux différents apports de molécules (Figure 29). Les deux traitements ont eu un effet remarquable sur les deux espèces : *Chrysoperla carnea* et *Cataglyphis viatica*. Alors que pour les autres populations, on peut dire que les traitements n'avaient pas un effet important.

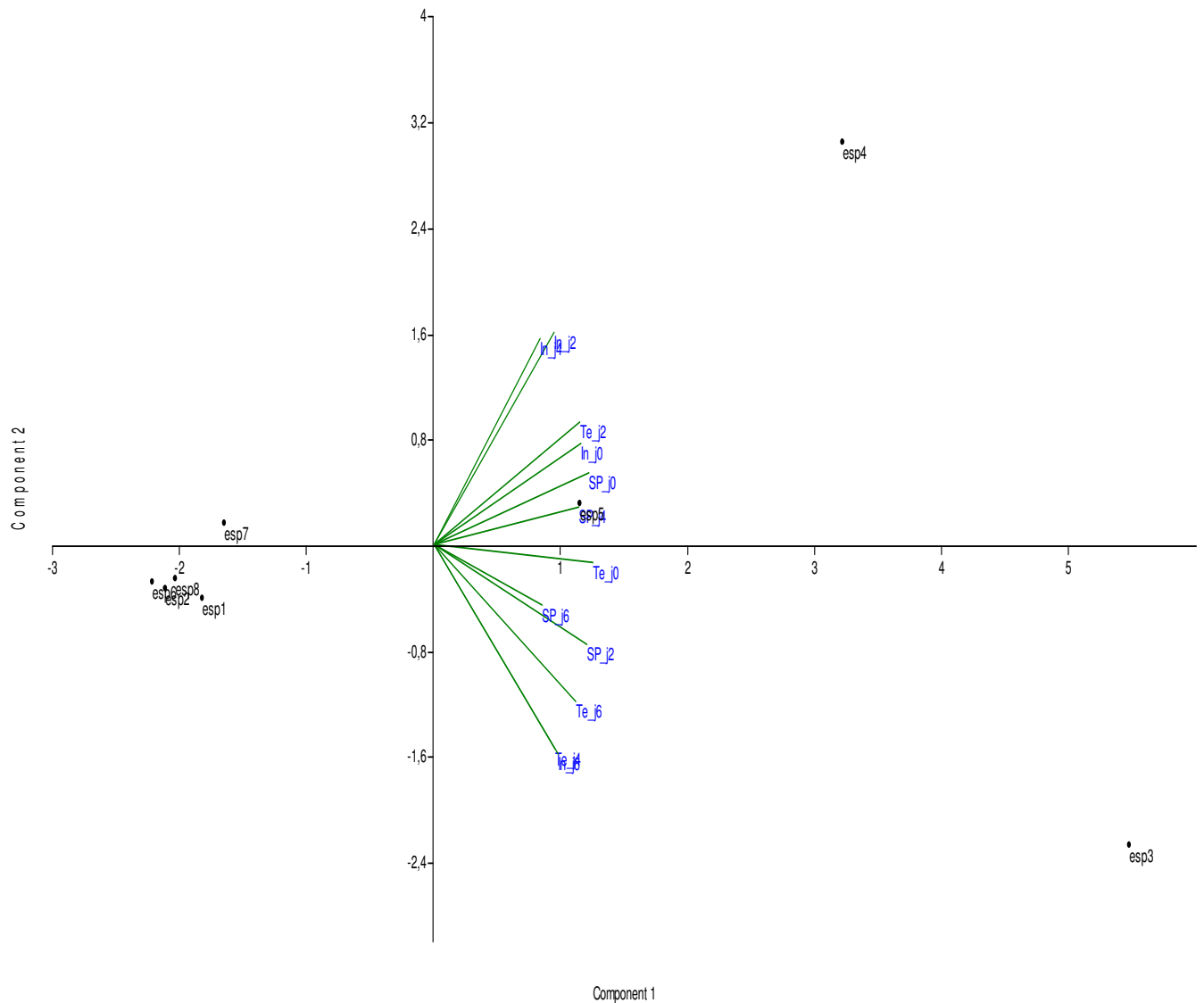


Figure 29 : Schéma Analyse des composées principales de l'effet des traitements sur la présence des espèces par piégeage.

5.1.2.2 Pour le frappe :

Le diagramme rang- fréquence des espèces dans le bloc témoin, comparé aux deux blocs traités par l'extrait brut de l'inule et le spinosad, nous montre qu'avec le temps il y'a des espèces qui disparaissent, c'est le cas de l'espèce 4 pour le bloc témoin et l'espèce 5 pour les trois blocs.

On remarque que l'extrait brut d'*inula viscosa* a donné un effet choqué au 4^e jour, où toutes les espèces ont disparus et

Le spinosad a causé une diminution importante de l'abondance des espèces après 4 jours par rapport à l'effet de l'inule (Figure 30).

Sachant que les espèces trouvées lors du frappe sont les suivants :

esp1: Cicadelle	<i>Psammotettix alienus</i>	Pal (Hem, Cic)
esp2: Coccinelle	<i>Chilocorus bipustulatus</i>	Cbi (Col, Coc)
esp3: Fourmi	<i>Cataglyphis viatica</i>	Cvi (Hym, For)
esp4: Psylle	<i>Euphyllura olivina</i>	Eol (Hem, Psy)
esp5: Mante religieuse	<i>Sphodromantis bioculata</i> .	Sbi (Ort, Man)

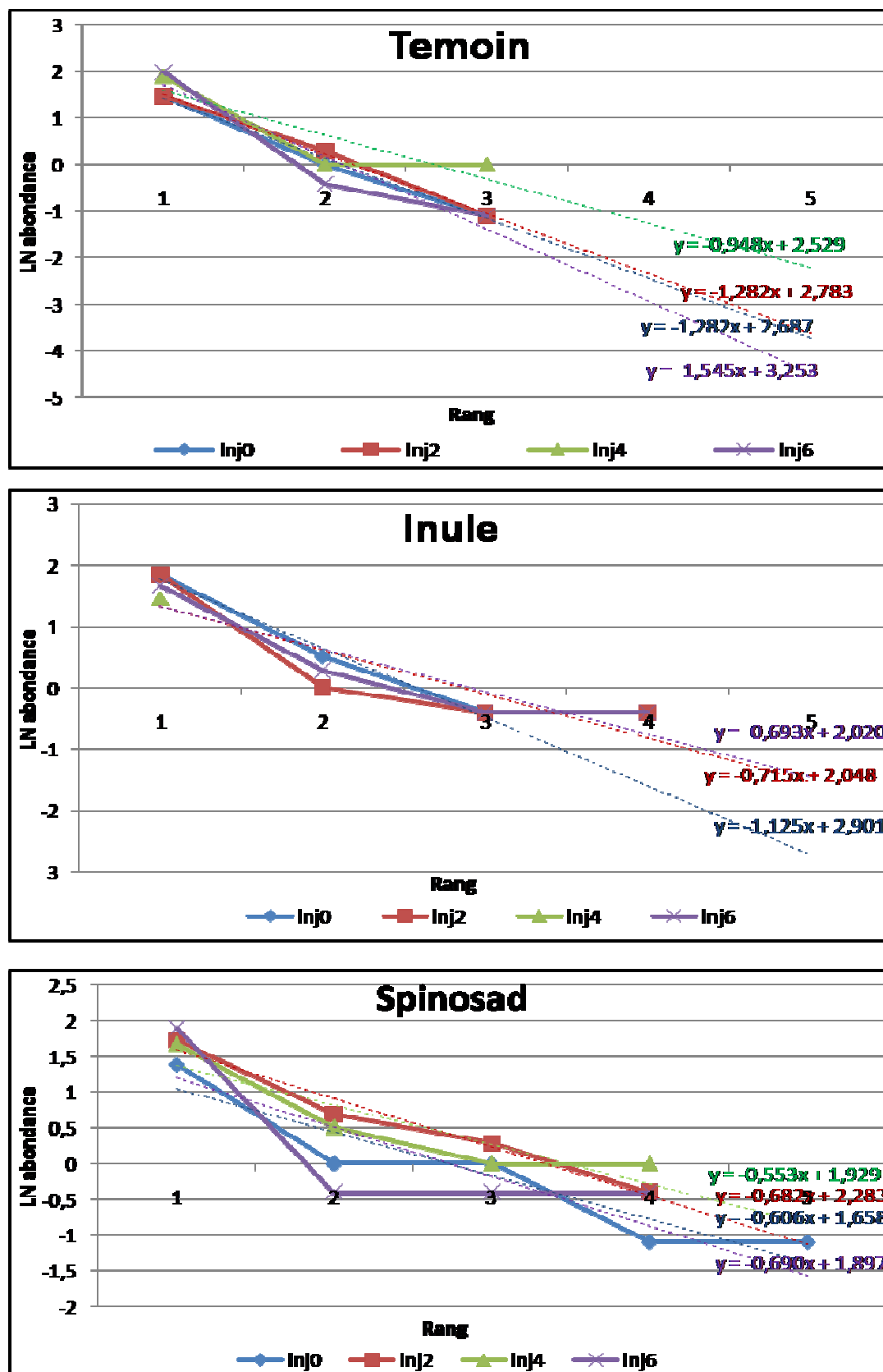


Figure 30: Diagramme rang fréquence des communautés d'auxiliaires rencontrées en frappe, avant et après traitement sur les arbres témoins, traités par l'extrait brut de l'inule et par le spinosad.

En comparant les pentes des droites de Motomura (pour les blocs : témoin, inule et spinosad) on remarque une différence hautement à très hautement significative entre les communautés exposées et les communautés non exposées et entre les communautés exposées selon le temps d'exposition (tableau 5). Globalement, on peut dire que les communautés d'espèces restent stables et homogènes. Elles recolonisent le milieu et rejoignent leur niche d'habitat après une période de deux semaines après traitement mais avec des abondances faibles.

témoin	Lnj0	Lnj2	Lnj4	Lnj6
Pente	*1,2825	*1,2825	*0,9485	*1,5455
P (ajustement de Motomura)	0,0525*	0,0297*	0,3333	0,1962
Lnj0	---	0,48339 ns	0,072365*	0,088842*
Lnj2	---	---	0,023648*	0,0292*
Lnj4	---	---	---	0,89354 ns
Lnj6	---	---	---	---

Inule	Lnj0	Lnj2	Lnj4	Lnj6
Pente	*1,1256	*0,7159	---	*0,6931
P (ajustement de Motomura)	0,0680*	0,1403	---	0,0871*
Lnj0	---	0,28406 ns	---	0,12618 ns
Lnj2	---	---	---	0,48665 ns
Lnj4	---	---	---	---
Lnj6	---	---	---	---

Spinosad	Lnj0	Lnj2	Lnj4	Lnj6
Pente	*0,6068	*0,6825	*0,5532	*0,6907
P (ajustement de Motomura)	0,0192*	0,0153*	0,0952*	0,2254
Lnj0	---	0,50176 ns	0,52669 ns	0,057966*
Lnj2	---	---	0,23911 ns	0,03076*
Lnj4	---	---	---	0,23637 ns
Lnj6	---	---	---	---

Tableau 6: Ajustements au modèle de Motomura et probabilités associées à la comparaison des pentes des équations des modèles linéaires entre les communautés deux à deux pour les blocs : témoin, inule et spinosad après frappe.

Dans la Figure 31, on peut remarquer Le spinosad a un effet remarquable sur les différentes espèces par rapport à l'extrait brut de l'inule visqueuse.

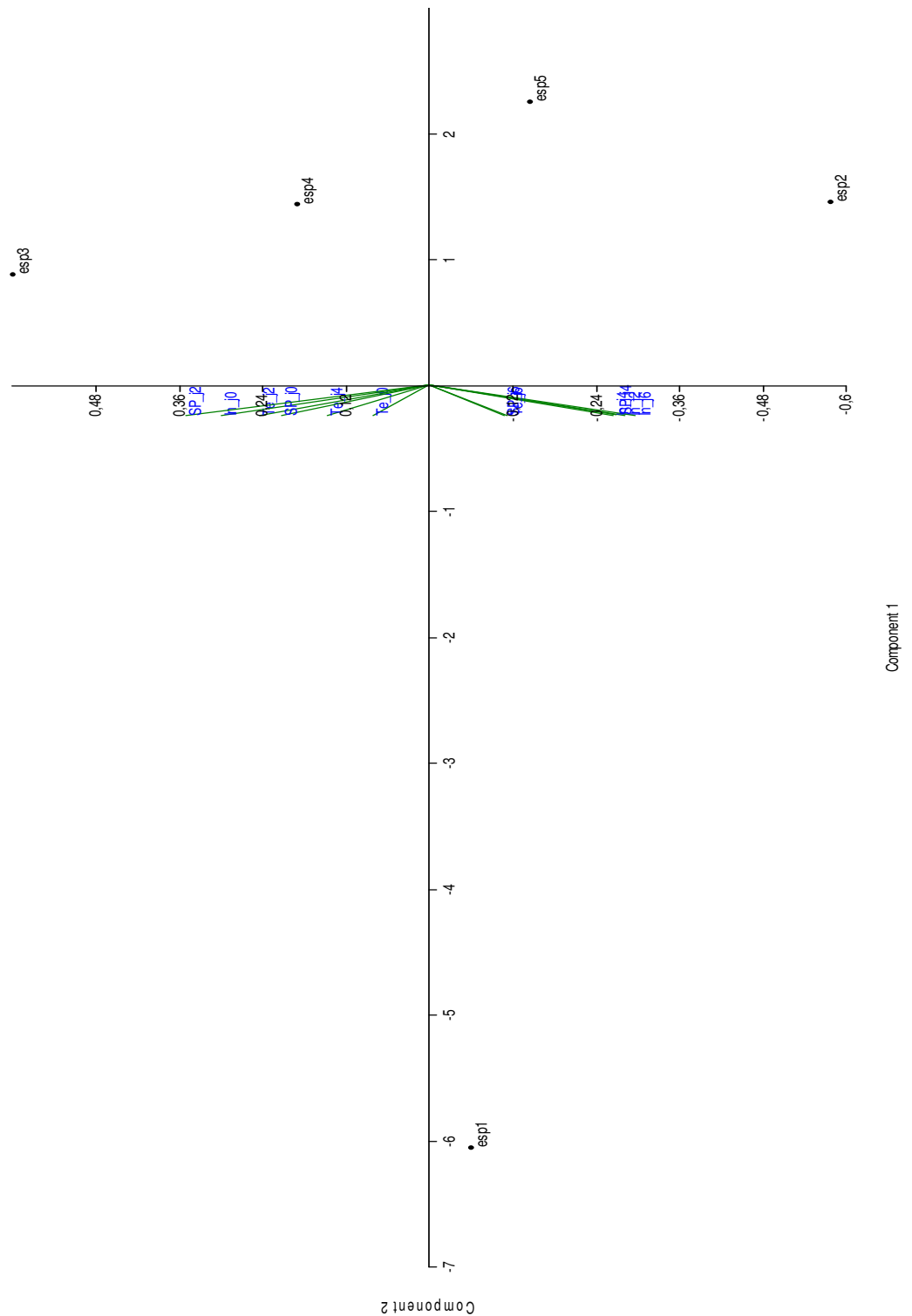


Figure 31: Schéma Analyse des composées principales de l'effet des traitements sur la présence des espèces (par frappe).

5.2 Discussions

L'utilisation des extraits aqueux en tant que biopesticide est basée sur plusieurs résultats dont on a pris comme exemple pour notre étude. Tel que les extraits de *Melia azaderach* .et d'*Azadirachta indica* qui ont affecté la fécondité et la mortalité de *Bemisia tabaci* (Coudriet *et al.*, 1985 ; Nardo *et al.*, 1997 ; De Souza, Vandramin, 2000). La poudre et les extraits de *Capsicum frutescens* (Solanaceae) ont montré un pouvoir répulsif contre *Callosobruchus maculatus* (Ofuya, 1986 ; Zibokere, 1994 ; Onu et Aliyu, 1995 ;), *Rhyzopertha dominica* (El-Lakwah *et al.*, 1997), *Sitophilus zeamais* Motsch et *Tribolium castaneum* (Morallo-Rejesus, 1987 ; Trematerre, Sciarretta, 2001). La toxicité des extraits des fruits du piment fort a aussi été notée chez *Rhyzopertha dominica*, *S. oryzae* (L.) et *T. confusum* J. du Val (Williams, Mansingh, 1993 ; Gakuru, Foua, 1996).

L'extrait aqueux à base de feuilles a montré un effet toxique sur les populations résiduelles du psylle, cet effet était le même pour les jeunes pousses infestés dans les boîtes de pétri. Et puisque le traitement a été fait au laboratoire, donc on a pas eu l'influence des facteurs externes qui causent des problèmes comme l'indiquaient ARAMBOURG et CHERMITI,(1986) que les fortes chaleurs, associées à des abaisssements importants de l'hygrométrie lors de journées de sirocco, entraînent de très fortes mortalités sur les œufs et variables selon l'âge des larves, les plus affectées étant les jeunes stades. C'est ainsi que des températures supérieures à 30 °C et des humidités inférieures à 50 %, pendant plus de 24 heures, entraînent une mortalité totale des pontes et partielle chez les stades préimaginaux. La longévité des adultes est sous l'influence de la température : elle est inversement proportionnelle à celle-ci, dépassant 4 mois en période hivernale (12 °C) pour ne plus atteindre que 2 mois au dessus de 27 °C.

Les métabolites secondaires qui se trouvent dans l'inule varient selon les saisons ce qui explique une différence d'efficacité du phytoextrait sur les populations du psylle se trouvant dans les jeunes pousses.

Chez certaines plantes, des produits chimiques sont présents dans leurs tissus et peuvent ainsi intoxiquer des espèces nuisibles. La possibilité d'utiliser ces substances insecticides ou antiappétantes en lutte biologique contre les acridiens a

suscité ces dernières années de nombreux travaux. Ces plantes appartiennent à plusieurs familles botaniques : les *Meliaceae* avec *Melia azedarach* et *Azadirachta indica*, les *Apocynaceae* avec *Nerium oleander*, les *Oleaceae* avec *Olea europea*, les *Compositae* avec *Inula viscosa* et les *Labiataeae* avec *Salvia officinalis*. (Doumandji-Mitche.b ; Doumandji., 2008).

D'après GAYLER., 2006, la compétition entre plantes pour les ressources localement disponibles en lumière, eau et substrats nutritifs joue un rôle crucial pour leur croissance, tant en milieu naturel qu'en milieu cultivé. De ce fait, la part des ressources dont une plante donnée peut disposer dans un couvert végétal dépend beaucoup de sa position par rapport aux plantes voisines ainsi que de la disposition spatiale de ceux de ses organes qui lui permettent d'accéder aux ressources.

Les métabolites secondaires se trouvent dans toutes les parties des plantes mais ils sont distribués selon leurs rôles défensifs. Cette distribution varie d'une plante à l'autre. (Gorenflot., 1996 ;Bernays et Chapman., 1994; Burnie.,1989; Dussourd et Eisner ;Serge Kauffmann, Doray et Fritig.,2000).

L'induction des systèmes de défense est systémique chez de nombreux végétaux, c'est à dire que la production de substances défensives va augmenter non seulement au niveau du site d'attaque mais également dans toute la plante. Toutefois, l'intensité de l'augmentation des métabolites secondaires n'est pas toujours identique dans les différents tissus de la plante. En effet selon la théorie de l'« Optimal Défense » (McKey, 1979 ; Rhoades, 1979 ; Zangerl et Bazzaz, 1992), la concentration des composés secondaires est plus forte au niveau des parties importantes en terme de fitness pour la plante et au niveau des zones présentant de fortes probabilités d'attaques. Ainsi, chez le tabac, les concentrations de nicotine induite sont plus importantes au niveau du méristème floral et des jeunes feuilles qu'au niveau des vieilles feuilles (Ohnmeiss et Baldwin, 2000).

L'action des produits phytosanitaires sur les déprédateurs des cultures peut avoir comme conséquence divers changements internes. Une fois qu'un produit chimique pénètre dans l'organisme, il peut altérer directement plusieurs systèmes (système

endocrinien, reproductif, respiratoire... etc.), ou indirectement l'attribution d'énergie (Mayer, et *al* 1992 ; Lagadic, et *al*, 1997). L'insecticide utilisé est à large spectre et agit sur une partie spécifique des enzymes de production d'énergie dans les mitochondries.

L'extrait aqueux d'inule visqueuse exerce une toxicité par contact sur les espèces visées. Chiasson 2007 signale que le biopesticide d'origine botanique sont aussi efficaces que les produits de synthèse et qu'ils ont en général une efficacité à large spectre, mais avec une spécificité pour certaines classes ou ordres d'insectes.

La sensibilité des ravageurs de l'olivier est variable vis-à-vis de l'extrait brut de l'inule visqueuse. Cette variation de sensibilité est due à la biologie des insectes visés et le mécanisme d'action de ce produit. Ce résultat est confirmé par les travaux de Delobel, qui déclare l'existence d'une grande variation dans la sensibilité des espèces pour une même huile essentielle, ou même pour un même composé (Regnault- Roger et *al*, 1993 ; Regnault- Roger et *al*, 1994).

La toxicité de spinosad était importante sur les espèces mentionnées tel que les abeilles. Des analyses en laboratoire ont montré que le Spinosad est très toxique pour les abeilles en application directe ou lorsqu'il est ingéré. Il faut donc éviter l'application directe et les vaporisations près des abeilles et de leurs colonies, ainsi que près des cultures en pleine floraison. Des tests du produit sur le terrain ont toutefois montré que, comme sa persistance est fort brève, une période de dégradation de trois heures suffit à annuler tout effet toxique. Certains essais ont révélé que l'abeille domestique est passablement plus tolérante que la découpeuse de la luzerne ou l'abeille des terrains alcalins. Tant pour les abeilles domestiques que pour les bourdons, il pourrait y avoir un effet transitoire sur le développement durant les quelques premiers jours suivant l'application. Cela ne serait pas dû à l'exposition à des résidus séchés, mais au pollen et au nectar provenant des plantes arrosées (Anonyme., 2007).

Cependant, il est essentiel pour lutter contre des nuisibles clés (soit, thrips des poireaux, mouches des fruits des agrumes et mouche de l'olivier). Le spinosad est compatible avec la lutte biologique (soit, lâchage de prédateurs et de parasitoïdes) à condition d'éviter l'exposition directe (Anonyme., 2012).

Pour beaucoup d'usages prévus (situations culture-nuisible), il n'existe pas de produits de rechange ou de méthodes viables. En ce moment, les seuls moyens de rechange disponibles sont : pyrethrum, roténone, neem, *Bacillus thuringiensis*, virus à granules. Certains ne seront peut-être plus disponibles à l'avenir, par ex. roténone. Lorsqu'il existe des produits de rechange, le spinosad contribuera à réduire le risque de résistance des nuisibles aux quelques pesticides disponibles. Certaines des solutions de rechange disponibles sont moins intéressantes que le spinosad : par exemple, des préparations de pyrethrum et la roténone présentent des effets secondaires non souhaités (Anonyme 2012).

Dans d'autres situations de culture-nuisible, le spinosad contribue à la durabilité des systèmes de production qui sont particulièrement vulnérables aux nuisibles ou aux maladies, car il est souvent plus efficace que les moyens de rechange disponibles et pourra même contribuer à gérer la résistance. Par exemple, dans la lutte contre la pyrale de la pomme, l'alternance du spinosad et des virus à granules réduit le risque du développement d'une résistance chez le nuisible (Anonyme 2012).

-Evaluation de l'effet des produits biologiques sur l'ordre d'arrivé des ravageurs de l'olivier.

Les populations naturelles constituent des systèmes complexes dont les propriétés dépendent et évoluent en fonction des paramètres biotiques et abiotiques de leur habitat. La théorie de la sélection naturelle renvoie donc au dialogue permanent qui existe entre chaque espèce, ou chaque variant génétique avec son environnement biotique ou physique ; ce qui permet au vivant de répondre aux variations de l'environnement en s'y adaptant, voire en le modifiant localement a son profit (Thomas et *al*, 2003).

L'analyse des peuplements montre donc que les espèces se répartissent inégalement sous l'effet des différents régimes de stress biologique, l'effet des traitements employés est non intentionnel car il n touche pas la diversité initiale (avant traitement) dans les trois blocs expérimentaux.

Le spinosad est compatible avec la lutte biologique (soit lâchage de prédateurs et de parasitoïdes) à condition d'éviter l'exposition directe. Pour beaucoup des usages prévus (situations culture-nuisible), il n'existe pas de produits de remplacement ou de méthodes viables. Dans les cas où il existe des produits de remplacement, le spinosad contribuera à réduire le risque de résistance des nuisibles aux quelques pesticides disponibles.

Bodiguel en 2003, montre déjà que l'action des molécules à activité insecticide peut modifier la structure des communautés en augmentant l'abondance de certains taxons et en diminuant l'abondance d'autres taxons.

Les traitements pesticides entraînent différentes réponses chez divers groupes d'arthropodes. Ces effets sont visibles à court terme (quelques jours ou semaines suivant l'application du traitement) ou à moyen terme (effets cumulatifs d'applications répétées d'un insecticide ou effet déclencheur d'évènements suite à une seule application). Terry et al. (1993), ont démontré que l'insecticide isazofos pouvait entraîner d'importantes baisses de populations de prédateurs à court terme comparativement aux autres insecticides à l'étude soit le cyphlutrin et le carbaryl. Ces baisses ont été observées chez les araignées, les fourmis, les staphylins et les carabes. Ces mêmes auteurs ont aussi mesuré le temps de re-colonisation de ces arthropodes suite aux traitements. Six à dix semaines après les traitements, les arthropodes les plus mobiles (araignées, staphylins, etc.) avaient re-colonisé les parcelles traitées. Ce phénomène a également été observé par Cockfield et Potter (1983).

En plus des traitements pesticides, certaines études se sont penchées sur l'effet de la régie (intensive et modérée) sur les populations d'arthropodes bénéfiques (Arnold et Potter 1987, Braman et al. 2000, Braman et Pendley 1993, Potter et al. 1985). Ces études démontrent que certains groupes d'arthropodes présentent une plus grande sensibilité à une régie intensive (plusieurs insecticides et herbicides appliqués durant la saison ainsi que des fertilisants) comparativement à un témoin dans lequel uniquement la tonte était pratiquée. Les araignées et les staphylins furent les groupes d'arthropodes les plus affectés dans les parcelles traitées. L'ensemble de ces études démontre qu'il existe une très grande variabilité de l'effet des traitements ou de la régie sur les populations d'arthropodes et ce, durant une même saison. Le

type de pesticide, le type d'arthropodes ainsi que la composition végétale des parcelles expérimentales sont autant de facteurs de variabilité.

En général, les effets des produits phytosanitaires sur les arthropodes et particulièrement les auxiliaires et les ravageurs des cultures, dépendent des traits de vie, des paramètres démographiques et du stade de développement au moment de l'application. Plus le produit est appliqué sur un stade jeune, plus l'espèce a une démographie lente, plus l'insecte est vulnérable et sa population susceptible de disparaître (Cemagref, 2007).

L'attention, aujourd'hui, semble se porter sur l'utilisation des biopesticides comme une alternative plus viable que les pesticides chimiques. Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action comme bactéricides, fongicides, acaricides, insecticides, etc., peuvent aussi être utilisées comme pesticides de remplacement.

Conclusion générale et perspectives

Au terme de ce travail consacré essentiellement à l'étude comparé de biopesticides (botanique et bactéricide homologué) sur l'état phytosanitaire de l'olivier, il nous a paru intéressant de dégager les principaux résultats auxquels nous avons aboutis.

Les résultats montrent que la pulvérisation des deux traitements a un effet satisfaisant sur l'abondance des ravageurs visés, avec des sensibilités différentes et des modes d'action différents, ces modes d'action dépendent de la nature de la formulation elle-même et de la morphologie de ces ravageurs.

Le biopesticide d'origine botanique semble efficace sur le psylle et sur les insectes trouvés dans les pièges jaunes et après frappe.

Les résultats montrent aussi que le spinosad était plus efficace sur les ravageurs et les auxiliaires de l'olivier.

A la fin de cette étude, et selon les résultats obtenus, on peut conclure que les biocides utilisés pourraient être un moyen de lutte très efficace contre certains bioagresseurs de l'olivier.

Les études sont encore récentes et les mécanismes d'action de ces biomolécules ne sont pas encore bien connus.

En perspective, l'exploitation des rapports entre la nature des biocides et les points sensibles des ravageurs pourra offrir une stratégie supplémentaire dans les programmes de la production intégrée.

ANNEXES



Quelques espèces trouvées pendant l'expérimentation.

REFERENCES

ALBRECHT M., DUELLI PETER., MÜLLER C., KLEIJN D., SCHMID B., (2007). The Swiss agri-environment scheme enhances pollinator diversity and plant reproductive success in nearby intensively managed farmland, *Journal of Applied Ecology*, 44: 813-822.

ALROUECHDI K., 1990- Les chrysopes en vergers d'olivier. Bio-écologie de *Chrysoperla carnea Steph.* (Neuroptera, Chrysopidae) ; relations comportementales et trophiques avec certaines espèces phytophages. Paris VI, France : Thèse Docteur Ingénieur, Université Pierre-et-Marie Curie, 1980 ; 198 p.

AMIAUD B, AULAGNIER S, BUTET A, CHAUVEL B, CARRE G, CORTET J, COUVET D, JOLY P, LESCOURRET F, PLANTUREUX S, SARTHOU J, STEINBERG C, TICHIT M, VAISSIERE B, TUINIEN D, VILLENAVE C., (2010). Agriculture et Biodiversité : Les effets de l'agriculture sur la biodiversité, ed Quae, 139p.

ANDERSON, R.S., 2004-Weevils and plants: Phylogenetic versus ecological mediation of evolution of host plant association in Curculioninae (Coleoptera: Curculionidae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 165, 197-232.

ANONYME., 2007- Texte reproduit des Dossiers Biocontrôle, numéro 11, septembre 2007, www.biocontrol.ca/

ANONYME., 2008- Principaux pays producteurs d'olives. Article de Wikipédia, l'encyclopédie libre (Olivier) (source: FAO, 2003). <http://fr.wikipedia.org/wiki/Olivier> (Arbre).

ANONYME., 2011-Cycle de l'arbre. L'olivier .Creditagricole.ma.

ANONYME a., 2012- <http://www.dowagro.com/fr/success4/mode.htm>

ANONYME b., 2012- Review report for the active substance spinosad http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/newactive/spinosad_in_en.pdf.

ARAMBOURG Y., 1985- La faune entomologique de l'olivier. Rev. Oliveae. N°5. PP.15-19.

ARAMBOURG Y, CHERMITI B., 1986-*Euphyllura olivina* Costa-Psyllidae. *Traité d'entomologie oléicole*. Espagne : Conseil oléicole international, PP.163-71.

ARNOLD, T.B. et D.A. POTTER., 1987- Impact of high-maintenance lawn-care program on nontarget invertebrates in Kentucky bluegrass turf. *Environ. Entomol.* 16: 100-105.

ATGER, P. 1979-Les psylles du poirier. *Phytoma* 311: 19-32.

AWMACK, C.S., et LEATHER, S.R., 2002-Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 47, 817–844.

BAUCE, É., CREPIN M., et CARISEY, N., 1994- Spruce bud worm growth, development and food utilization on young and old balsam fir trees. *Oecologia* 97: 499-507.

BAUCE, É., 1995- Application de l'écophysiologie de l'alimentation des insectes à la lutte contre la TBE: utilisation de la scie à chaîne. Comptes 213 rendus du Séminaire sur la tordeuse des bourgeons de l'épinette : en savons-nous assez pour lutter efficacement contre la tordeuse? Direction de la recherche forestière et la Direction de la conservation des forêts, Ministère des Ressources Naturelles du Québec. 12 13 avril 1995. pp. 13-26.

BAUCE, É. et CARISEY, N., 1996- Larval feeding behaviour affects the impact of staminate flower production on the suitability of balsam fir trees for spruce budworm. *Oecologia*, 105: 126-131.

BAUCE E, BERUBE R, CARISEY N et CHAREST M., 2001- La tordeuse des bourgeons de l'épinette. *Acquisition et transfert de connaissances au laboratoire d'entomologie forestière de l'Université Laval. Monographie*, pp.47-49.

BELSKY, A. J., W. P. CARSON, C. L. JENSEN, et G. A. FOX., 1993- Overcompensation by plants: herbivore optimization or red herring? *Evolutionary Ecology* 7:109-121.

BENAYACHE. S.BANAYACHE .F.DENDOUGHI.H.-JAY.M.,1991-Les Favomoïdes de *Inula viscosa* L. *Plantes médicinales et phytothérapie*. Tome 25, n° 4 .p 170-176.

BENKHELIL ML., 1992- Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre. Ed.OPU.Alger, 68p.

BERNAYS, E.A., ET CHAPMAN, R.F., 1994-*Host-Plant Selection by Phytophagous Insects*. Chapman & Hall, London.

BODIGUEL L., 2003- Multifonctionnalité de l'agriculture et dispositifs agroenvironnementaux : interrogations sur l'efficacité de la norme. *Revue de Droit Rural* 317 : 606-6012.

BONZI S., 2005- Efficacité des extraits aqueux dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de maïs (*Zea mays* L.) : Cas particulier de *Bipolaris maydis* (Nisikado et Miyake) Shoem., agent de l'helminthosporiose. Mémoire de fin d'étude. Annexes de cycle d'ingénieur du développement rural, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de BoboDioulasso, Burkina Faso. 56p.

BRAMAN, S.K. et A.F. PENDLEY., 1993- Relative and seasonal abundance of beneficial arthropods in centipede grass as influenced by management practices. *J. Econ. Entomol.* 86: 494-504.

BRAMAN, S.K., J.G. LATIMER, R.D. OETTING, R.D. McQUEEN, T.B. ECKBERG et M. PRINSTER., 2000- Management strategy, shade, and landscape composition effects on urban landscape plant quality and arthropod abundance. *J. Econ. Entomol.* 93: 1464-1472.

CAPPUCCINO, N., 2000- Oviposition behavior of insects used in the biological control of weeds. *521 Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds* (pp. 521-531). Montana State University, Bozeman, Montana, USA.

CARISEY, N., 1996- Comportement alimentaire et utilisation de la nourriture par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) en fonction de la floraison du sapin baumier, *Abies balsamea* (L.)(Mill.). Thèse de doctorat, Université Laval, St-Foy, Canada, 128 pp.

CEMAGREF., 2007- Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts, Sur les traces des pesticides.

CENTER, T.D., VAN, T.K., ALLEN DRAY, F.J., FRANKS, S.J., REBELO, M.T., PRATT, P.D., et RAYAMAJHI, M.B., 2005- Herbivory alters competitive interactions between two invasive aquatic plants. *Biological Control*, 33, 173-185.

CHABOUSSOU F., 1980- Les plantes malades des pesticides. Base nouvelle de prévention contre maladies et parasites. Ed. DEBARD, Paris, 200p.

CHARARAS C., 1979- Ecophysiologie des insectes parasites des forêts. Ed. CHARARAS, Paris, 297p.

CHIASSON H et BELOIN N., 2007- Les huiles essentielle, des biopesticides «Nouveau genre». Rev. *Antennae*, vol. 14 n° 1. pp 3-6.

COCKFIELD, S.D. et D.A. POTTER., 1983- Short term effects of insecticidal applications on predaceous arthropods and oribatid mites in Kentucky bluegrass turf. *Environ. Entomol.* 12: 1260-1264.

COLLECTIF., 1979- Les pesticides, oui ou non ? P.U. Grenoble, 231 p.

COLPETZER, K., HOUGH-GOLDSTEIN, J., HARKINS, K.R., et SMITH, M.T., 2004- Feeding and oviposition behavior of *Rhinoncomimus latipes* Korotyaev (Coleoptera: Curculionidae) and its predicted effectiveness as a biological control agent for *Polygonum perfoliatum* L. (Polygonales: Polygonaceae). *Environmental Entomology*, 33, 990-996.

COURBOULEX M., 2006- Les oliviers (les variétés, la culture, la récolte). Ed. Rustica/FLER. Paris.

CRANE F. A. et STEWART F. C. ,1962- Growth, nutrition and metabolism of *metha piperita* L., Univ. Agri., Exp.St., Mem. N°379, Paris, p 461.

CRAWLEY, M.J., 1983- *Herbivory: The Dynamics of Animal-Plant Interactions.* Studies in Ecology, vol. 10. University of California Press.

DELATTRE T., VERNON P., BUREL F., (2011). An agri-environmental scheme enhances butterfly dispersal in European agricultural landscapes, *Agriculture Ecosystems and Environment* 10: 8p.

DENNO, R. F., et M. S. MCCLURE., 1983- Variable plants and herbivores in natural and managed systems. Academic, New York.

DINI ET RAVN, H.P ., 2001-General biology of bark beetles. In: Lieutier, F., Day, K., Battisti, A., Grégoire, J.-C., Evans, H. (Eds.), Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Kluwer, Dordrecht, pp. 63–88.

DOUMANDJI-MITCHE B ; DOUMANDJI S. 2008. (3), n°21, pp. 1154-1158 [5 page(s) (article)]

EDWARDS, P.J. et WRATTEN, S.D., 1985- Induced plant defenses against grazing: fact or artefact? *Oikos*, 44: 70-74.

EL-LAKWAH F., KHALED OM., KATTAB MM., ABDEL- RAHMAN TA. 1997. Effectiveness of some plant extracts and powders against the lesser grain borer *Ryzopertha dominica* (F.). *Ann. Agric. Sci.* **35** (1), p. 567–578.

FAURIE et al., 2003- Building on the ideal free distribution. *Advances in Ecological Research* 26: 253-307.

GARAOUI 1996- Aperçu sur le peuplement entomologique de l'olivier dans quelques régions oléicoles de Crète et sur l'action des traitements insecticides polyvalents.

GRAINGE, M. et S. AHMED., 1988- Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley & Sons, New York.

GRATRAUD C., 2006- Le Nouvel Olivier. N° 43, janvier/février.

GUIGNARD J.L., COSSON L., HENRY M., 1985- Abrégé de phytochimie. Ed. MASSON, Paris, 975p.

HAMMER O., HARPER D.A.T., et RYAN P. D., 2001- PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. <http://palaeoelectronica.org/2001-1/past/issue1-01.htm>.

HAUKIOJA, E. et NEUVONEN, S., 1987- Insect population dynamics and induction of plant resistance: the testing of hypotheses. In: Insect outbreaks. Edited by P. Barbosa et J.C. Schultz. Academic Press, New York. pp. 411-432.

HILAL, A., 1999- Journée nationale sur la protection de l'olivier, Marrakech le 27 Mai 1999. Vers une lutte intégrée contre les principaux ravageurs de l'olivier, pp16.

HOLMGREN, N.M.A., et GETZ, W.M., 2000- Evolution of host plant selection in insects under perceptual constraints: A simulation study. *Evolutionary Ecology Research*, 2, 81-106.

HONNAY O., JACQUEMYN H., BOSSUYT B., HERMY H., (2005). Forest fragmentation effect on patch occupancy and population viability of herbaceous plant species, *New Phytologist*, 166: 723-736.

IAM B., 1998- La gestione dell'oliveto in agricoltura biologica. Progetto Biopuglia, Area Tecnico-Agronomica, Reg ; CEE 2081/93. P.O.P. Puglia 94/99, Progetto Esecutiva della Misura 4.3.5.

ISHII S. et HIRANO C., 1963- Growth responses of larvae of the Aple leafcurling treated, *Ent. Exp. Appl. Entom. Zool.*, Vol.7.N°4, Paris, pp: 257- 262.

JACOBSON M., 1989- Botanical pesticides, past present and future *In* Arnason JT. *et al.* (Ed.). *Insecticides of plant origin*. Washington, D.C. : American Chemical Society Symposium, series 387, p. 1-10.

JERMY, T., 1984- Evolution of insect/host plant relationships. *American Naturalist*, 124, 609-630.

KATSOYANNOS P., 2007- Étude d'un prédateur : *Exochomus quadripustulatus* L. (Coleoptera, Coccinellidae), en vue d'une éventuelle utilisation contre *Saissetia oleae olivier* (Homoptera, Coccoidea-Coccidae) dans les oliveraies de la Grèce. Montpellier, France : Thèse Docteur Ingénieur, 1976 ; 144 p.

KHELIL M A., 1995- Abrégé d'entomologie. Ed.OPU.Alger, 103p

KOGAN, M.1975- Plant resistance in pest management. In: W.a. Sons (Eds.) *Introduction to insect pest management* (pp. 103-146). New York.

LACEY, L.A., et GOETTEL, M.S., 1995- Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st century. *Entomophaga* 40(1): 3-27. **LAMBERT et PEFFEROEN., 1992.**

LAGADIC, L., CAQUET, T. et AMIARD, J.C. 1997- Biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions. In Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C et Ramade F., eds, Biomarqueurs en écotoxicologie, aspects fondamentaux, Masson, Paris, pp 1-9.

LARSON, R.O. 1989-THE commercialization of neem. pp. 155-168. *In* M. Jacobson. *Focus of Phytochemical Pesticides*. Vol. 1 The neem tree. CRC Press Boca Raton, Fla.

LAWTON, J.H., 1979-Between the devil and the deep blue sea: on the problems of being a herbivore. *Symposium of the British Ecological Society*, 20, 223-244.

LERAUT P., 2007- Le guide entomologique. Ed.Delachaux et Niestlé, 527p.

LOPER, G.M., STANDIFER, L.N., THOMPSON, M.J. et GILLIAM, M., 1980- Biochemistry and microbiology of bee-collected almond (*Prunus dulcis*) pollen and bee bread. *Apidologie*, 11: 63-73.

LOUSSERT R., et BROUSSE G., 1978- L'olivier.Ed.GP.Maisormeme et Larose, Paris, 464p.

MASON, R.R., WICKMAN, B.E., BECKWITH, R.C. et PAUL, H.G., 1992- Thinning and nitrogen fertilization in a grand fir stand infested with western spruce budworm. Part I: Insect response. *Forest Sciences*, 38: 235-251.

MAXWELL M. et HARWOOD N., 1960- l'enchaînement des maladies chez les insectes, Ed. Revue et augmentée, Paris, 224p.

MAYER F.L., VERSTEEG D.J., MAC KEE M.J., FOLMAR L.C., GRANNEY R.L., MAC CUMIE D.C., et RATTNER, B.A. 1992- Physiological and nonspecific biomarkers. In Huggett R.J., Kimerle R.A., Mehrle P.M. et Bergman H.L., eds,

Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress, Lewis Publishers, Chelsea, pp 5-86.

McKEY, D., 1979- The distribution of secondary compounds within plants. In:

Herbivores: Their interaction with secondary plant metabolites, eds, G.

Rosenthal & M. Berenbaum, Academic Press, New York, pp. 55-133.

MORALLO-REJESUS B., 1987- Botanical pest control research in the Philippines. *Philipp. Entomol.* **7**, p. 1–30.

OHGUSHI, T., 1992. Resource limitation on insect herbivore populations, pp. 199 D 241. In M. Hunter, T. Ohgushi, and P. W. Price (eds.), *Effects of resource distribution on animal-plant interactions*. Academic, San Diego, CA.

OKSUZ., 1976- Screening methods for natural products with antimicrobial activity. *Jou . of Ethnopharmacology* vol 23 pp 127-149.

ONU I., ALIYU M. 1995. Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum spp.*) for the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) on stored cowpea seed. *Int. J. Pest Manag.* **41** (3), p. 143–145.

OUVRARD, D; BOURGOIN et CAMPBELL, BC. 2002- Comparative morphological assessment of the psyllid pleuron (Insects, Hemiptera, Sternorrhyncha). *Journal of Morphology* 252: 276-290.

PAGNOL J., 1985- L'olivier. Ed. Aubanel. PP. 15-27.

PHILOGENE B.J.R., ARNASON J.T., 1986- L'influence des composés secondaires des plantes sur la biologie des insectes. *Entomol.* Vol. 31, (1 et 2), Québec, pp : 31-41.

PIENE, H., 1989- Spruce budworm defoliation and growth loss in young balsam fir: defoliation in spaced and unspaced stands and individual tree survival. *Canadian Journal of Forest Research*, 19: 1211-1217.

PRATT, P.D., RAYAMAJHI, M.B., T. K. VAN, T.D.C., et TIPPING, P.W., 2005- Herbivory alters resource allocation and compensation in the invasive tree *Melaleuca quinquenervia*. *Ecological Entomology*, **30**, 316- 326.

POTTER, D.A., B.L. BRIDGES et F.C. GORDON., 1985- Effect of N fertilization on earthworm and microarthropod populations in Kentucky bluegrass turf. *Agron. J.* 77: 367-372.

PURVIS, A. & HECTOR, A., 2000- Getting the measure of biodiversity. *Nature*, 405: 212-218.

QUEZEL P et SANTA S., 1963- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome.I.C.N.R.S.Paris. France, 740p.

RAUPP, M.J. et DENNO, R.F., 1983- Leaf age as a predictor of herbivore distribution and abundance. In Denno, R. F. and Mc Clure, M. S. (eds.), *Variable Plants and Herbivores in Natural and Managed Systems*, Academic Press, New York, pp. 91-124.

REGNAULT- Roger C. et HAMRAOUI, 1993- Efficiency of plants from south of France used as traditional protectant of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acantholides obtectus* Say: *Journal of stored Product Research*, 29, 259-264.

REGNAULT- Roger C. et HAMRAOUI, 1994- Reproductive inhibition of *Acantholides obtectus* Say (Coleoptera) bruchid of kidney beans (*P. vulgaris* L.) by some aromatic essential oils, *Crop Protection*, 13, 624-628.

RHOADES, D.F. 1979. Evolution of plant chemical defenses against herbivores. In: *Herbivores: Their interaction with secondary plant metabolites*, eds, G. Rosenthal & M. Berenbaum, Academic Press, New York, pp. 4-54.

ROCHFORT S., LALANCETTE R., LABBE R. et BRODEUR J., 2006- Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. Rapport final, Projet PARDE, Volet Entomologie, Université Laval. Pp.10- 28.

ROTH M., 1980-Initiation la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. o. r s t. o. m. paris.

RONZON B., (2006). Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'études sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires, ENITA de Clermont Ferrand, 25p.

SARTHOU JP., (2006). La biodiversité dans tous ses états in Alter-agri, bimestriel des agricultures alternatives, 76 : 3-14.

SAUNDERS DA., HOBBS RJ., MARGULES CR., 2001- Biological consequences of ecosystems fragmentation: a review, *Conservation Biology*, 5(1): 18-32.

SCHMUTTERER, H. 1992- Higher plant as sources of novel pesticides. pp. 3-15. In D. Otto and B. Weber. *Insecticides: Mechanism of Action and Resistance*. Intercept Ltd Andover, UK.

SCHULTZ, J.C. et BALDWIN, I.T., 1982- Oak leaf quality declines in response to defoliation by gypsy moth larvae. *Science*, 217: 149-151.

SLANSKY F JR et RODRIGUEZ J.G., 1987- *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview*, In: F. Slansky Jr. and J.G. Rodriguez (eds.), New York. pp. 1-69.

SMIRNOVA., 1965- Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 28: 23-39.

SOMDA I., SANON P., MICHAUD J.M. et SANOU J., 2003-Efficacité des extraits aqueux de citronnelle et de pourpier dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de maïs. *Science et Technique, Serie Sciences Naturelles et Agronomie*, vol. 27 (1-2): 29-40.

SURESH G., NARASIMHAMN N.S., MASILAMANI S., PARTHO P.O., GOPALAKRISHNAN G., 1997-Antifungal fraction and compound from uncrushed green leaves of *Azadiractha indica*. *Phytoparasitica*, 25 (1) : 33-39.

TAJNARI, H., 1992- Étude bio-écologique d'*Euphyllura olivina* Costa(Hom. Psyllidae) dans les régions du Haouz et d'Essaouira : mise en évidence d'un état de diapause ovarienne. Meknès, Maroc : Thèse de troisième cycle, École nationale d'agriculture, 153 p.

TAYEBI, S., 2011- Evaluation de l'effet biocide d'une Asteraceae *Inula viscosa* sur les populations du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (Insecte, Homoptère). Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques, Spécialité: Zoophytatrie. Université Saad Dahlab, Blida.

TERRY, L.A., D. POTTER et P.G. SPICER., 1993- Insecticides affect predatory arthropods and predation on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) pupae in turfgrass. 1993. J. Econ. Entomol. 86: 871-878.

THOMAS, A.W., 2001- Diversité des papillons nocturnes dans une forêt d'épinettes rouges du Nord-Est de l'Amérique du Nord. I. Etude des conditions de base. Rapport d'information M-X-210F. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts - Centre de foresterie de l'Atlantique, Fredericton, 45 pp.

THOMAS B., MURPHY D.J et MURPHY B.G., 2003- Encyclopedia of Applied Plant Sciences. Londres, Elsevier Academic Press, 1319 p.

TIMMS, R., et READ, A.F., 1999- What makes a specialist special? *Trends in Ecology and Evolution*, 14, 333-334.

TURPIN., AC., 2011- Mémoire de fin d'études, Master 2 Agroproduction et Environnement Spécialité « Ecosystèmes Agrosystèmes et Développement Durable ».

ULUBELEN. A.GOUN.S., 1986- Sesquiterpene acids from *Inula viscosa*. *Phytochemistry*.vol 26 n° 4 pp 1223-1224.

VILLA, P., 2003- La culture de l'olivier. De Vecchi, Paris.2003 page 7.

VINCENT et BOIVIN., 1986- Influence de quelques substances de croissances sur la sensibilité *phytophthora cactorun*, *Rev. Fruits*. N° 29, pp : 178-702.

WARE, G.W. 1991-Fundamentals of Pesticides. A Self-Instruction Guide. 3rd ed. Thomson Pul. Fresno, CA.

WARING, G.L. et COBB, N.S., 1992- The impact of plant stress on herbivore population dynamics. In: *Insect-plant interactions*, Vol. IV. Edited by E.A. Bernays. CRC Press, Florida. pp. 167-226.

WATT A.D., LEATHER S.R., HUNTER M.D et KIDD N.A.C., 1990- Population dynamics of forest insects. *Intercept, Andover. 408p.*

WEAVER D.K., SUBRAMANYAM B., 2000- Botanical. In: *Alternance to pesticide in stored product*, Subramanyam B., Hangstrum D. W. (Editors), I.P.M. Kiuwer Academic Publisher, Massachusetts, USA, pp. 303-320.

WEINZEIRL, R. 1998- Botanicals insecticides, soaps and oils. pp. 101-121. In JE Rechcigl and NA Rechcigl. *Biological, Biotechnological Control of Insects Pest* in. Lewis Publi., Boca Raton, Florida.

WHITE, IM, HODKINSON, ID. 1985- Nymphal taxonomy and systematics of the Psylloidea (Homoptera). *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)* 50: 153-301.

WHITAKER L.1977- Mécanisme de défense chez les plantes, Bull. Institut Pasteur, Paris, pp : 255.

WILCOX BA., MURPHY DD., (1985). Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction, *the American Naturalist*, 125(6):879p.

WILLE, H., WILLE, M., KILCHENMANN, V., IMDORF, A. et BÜHLMANN, G., 1985- Pollenernte und massenwechsel von drei *Apis mellifera*-Völkern auf demselben bienenstand in zwei aufeinanderfolgenden jahren. *Revue Suisse Zoologie*, 92: 897-914.

WILLIAMS LAD., MANSINGH A. 1993. Pesticidal potential of tropical plants - I. Insecticidal activity of leaf extracts of sixty plants. *Insect Sci. Applic.* **14** (5), p. 697–700.

WILSON EO., (1989). La diversité du vivant menacée. *Pour la science*, 145 : 66-73.

WOODRING, J., 2004- Honeydew amino acids in relation to sugars and their role in the establishment of antattendance hierarchy in eight species of aphids feeding on tansy (*Tanacetum vulgare*). *Physiol. Entomol.*, 29, 311-319.

ZANGERL, A.R. & BAZZAZ, F.A. 1992- Theory and pattern in plant defense allocation. In: *Plant resistance to herbivore and pathogens: Ecology, evolution, and genetics*, eds, R.S. Fritz & E.L. Simms, University of Chicago Press, Chicago, pp. 363-391.

ZOUITEN N et EL HADRAMI I., 2001- Le psylle de l'olivier : Etat des Connaissances et perspectives de lutte. Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures. Vol.10.PP.225-232.