

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA I
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTHEQUENOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE EN SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

Spécialité : Phytopharmacie Appliquée

Thème

**Comparaison de l'efficacité biocide des polyphénols
totaux des fruits d'olivier et des écorces d'oranger
sur puceron farineux (*hyalopterus pruni*)**

Présenté par : M^{elle} GUESSAR Meriem

Devant le jury:

M ^r AROUN M.F.	M.A.A à U.S.D. Blida (1)	Président
M ^{me} ALLAL L.	Professeur U.S.D. Blida (1)	Promotrice
M ^{me} BELGUENDOUZ L.	M.C à U.S.D Blida (1)	Co-promotrice
M ^{elle} YAHIA N.	M.A.A à U.S.D. Blida(1)	Examinatrice
M ^r BOUZAR k	Doctorant à U.S.D. Blida (1)	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013/2014

Remerciement

Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour bien mener ce travail.

Toute ma reconnaissance va à ma promotrice Mme 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, ainsi que pour sa disponibilité tout le long du travail jusqu'à l'élaboration de ce document.

J'adresse mes sincères remerciements à ma Co- promotrice Mme BEL GUENDOZ pour ses conseils et encouragements pour la réussite de ce travail.

Mes vifs remerciements vont à Mr AROUN M E. qui me fait l'honneur de présider le jury. Je tiens également à remercier M^{elle} YAHIA N, et Mr. BOUZAR k qui a accepté de participer à ce jury et D'examiner ce mémoire.

Mes profondes remerciement a tous mes enseignant et mes professeurs qui ont assuré ma formation Mme NEBIH, Mme ALLAL, Mme SABRI, Mme AMMAD, Mme KRIMI , Mr DJAZOULI Z et Mme REMINI, mais surtout sans oublier Melle DJAMAI Y. la technicienne de laboratoire de zoologie pour sa gentillesse, son aide, son encouragement, et sa disponibilité.

Dédicace

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

A mes sœurs : Salima , Fouzia ,Fatima ,Halima et Chafika

À mes chères frères : Amer, Yacine et Omar que je les souhaite toute la réussite.

A mes belles sœurs : Amel, Nachida et Meriem

A mes Nièces : Ihsen ,Samahe ,Ilham, Omaima ,rofaida,Mohamed Abd Rahman, Djilleli,Islem, Mohamed H et maraoin .

Toute la promotion master 2 Phytopharmacie Appliquée 2014.

A toutes les personnes qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

A toute ma famille

MERIERM

Comparaison de l'efficacité biocide des polyphénols totaux de l'olivier et de l'oranger sur le puceron *Hyalopterus pruni*

Résumé :

Dans la perspective d'élaborer une méthode alternative à l'utilisation systématique des pesticides, notamment le recours aux biopesticides, l'effet biocide des composés phénoliques extraits des deux plantes aromatiques et médicinales qui sont l'olivier et l'oranger sur la survie du puceron farineux infestant les plants de pêcher a été étudié au laboratoire. Les résultats préliminaires ont mis en évidence une toxicité des polyphénols des deux plantes testées que ce soit à partir des fruits saines ou infestés, vert ou mûrs. L'analyse des toxicités a montré que les applications des polyphénols des fruits de l'olivier (saines ou infestés) sont très élevées sur les populations des aphides au bout de 72h d'exposition par rapport aux zestes de l'oranger. La dose d1 à une concentration de 30% a un effet très toxique par rapport à la dose d2 à une concentration de 5% de la solution mère.

Mots clés : polyphénols, activité insecticide, olivier, oranger, *Hyalopterus pruni*, toxicité

**Comparison of the biocidal efficacy of total polyphenols in olive and orange on the aphid
*Hyalopterus pruni***

Abstract

From the perspective of developing an alternative method to the systematic use of pesticides, including the use of biopesticides, the biocidal effect of phenolic compounds extracted from both aromatic and medicinal plants that are olive and orange has been studied in the laboratory, on the survival of mealy aphids infesting peach trees. Preliminary results have shown toxicity of polyphenols of both plants tested either from healthy or infested fruit, green or mature . Analysis of toxicities showed that applications of polyphenols in olive fruit (healthy or infested) are very high on the populations of aphids after 72 hours of exposure compared to the orange zest. Dose d1 at a concentration of 30% has a very toxic effect with respect to the dose d2 at a concentration of 5% of the stock solution.

Keywords: polyphenols, insecticidal activity, olive, orange, *Hyalopterus pruni*, toxicity

المقارنة بين فعالية المبيدات الطبيعية البوليفينولية الموجودة في الزيتون والبرتقال على المن *Hyalopterus pruni*

ملخص

في إطار تطوير طريقة بديلة للاستخدام المنهجي للمبيدات ، بما في ذلك استخدام المبيدات الطبيعية للمركبات البوليفينولية المستخلصة من الزيتون والبرتقال.

قمنا بالدراسة المخبرية لتأثير المبيدات الطبيعية البوليفينولية المستخرجة من الزيتون والبرتقال على المن الدقيقي *Hyalopterus pruni* الذي يصيب اشجار الخوخ. أظهرت النتائج الأولية لفعالية المادة البوليفينولية لثمار الزيتون (المصابة أو الغير المصابة)،(الناضجة أو الغير الناضجة) فعاليتها السمية المرتفعة بعد 72 ساعة مقارنة مع المادة البوليفينولية للبرتقال على فصيلة المن . و في الاخير نستنتج ان الجرعة D1 ذات تركيز 30% اكثر فعالية مقارنة مع الجرعة D2 ذات تركيز 5% من المستخلص الام.

الكلمات المفتاحية:المادة البوليفينولية، مبيد الحشرات، الزيتون ،البرتقال، المن الدقيقي *Hyalopterus pruni* ,

Table de matières

Introduction

CHAPITRE I : Généralités sur les métabolites secondaires des végétaux

I Généralités sur les métabolites secondaires des végétaux

I.1.	Définition.....	2
I.2	Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire.....	3
I.3	Aperçu sur les familles des métabolites secondaires.....	5
I.3.1	Terpénoïdes et stéroïdes.....	5
I.3.2.	Flavonoïdes.....	5
I.3.3.	Quinones.....	5
I.3.4	Alcaloïdes.....	6
I.3.5.	Les molécules dérivées de composés phénoliques.....	6
I.3.5.1.	Généralités sur les polyphénols.....	6
I.3.5.2.	Classification des polyphénols.....	6
I.5.3.3.	Biosynthèse des polyphénols	7
		7

CHAPITRE II : considérations générales sur l'oranger et l'olivier

II.1. Données générales sur l'espèce d'agrumes l'oranger

II.1.1	Description.....	9
II.1.2.	botanique.....	9
II.1.3.	Position systématique.....	9
II.1.4.	Cycle évolutif annuel des agrumes en l'occurrence l'oranger.....	10
II.1.4.1	Principaux ravageurs de l'oranger.....	10
II.1.4.2	Les cochenilles.....	10
II.1.4.3	Les aleurodes.....	10
II.1.4.4	<i>Phyllocnistis citrella</i> (Mineuse des agrumes)	11
II.1.4.5	Les Nématodes	11
II.1.5.	Les acariens	11
II.1.5.1.	Protection phytosanitaire et moyens de lutte	12
II.1.5.2.	Moyens cultureux.....	12
II.2.	Lutte chimique et biologique.....	12
II.2.1.	Généralités sur l'olivier.....	13
II.2.2.	Position systématique.....	13
II.2.4.	Botanique	13
II.2.5.	Le cycle végétatif annuel	14
II.2.5.1.	Principaux ravageurs	16
II.2.5.2.	La mouche de l'olive.....	16
II.2.5.3.	La cochenille noire de l'olivier.....	17
II.2.5.4.	La teigne de l'olivier	18

CHAPITRE III : Matériel et méthode

I. Objectif

II. Matériel utilisé :

II.1.	Les aphides et modèle testé.....	19
II.1.1.	Généralités sur les aphides.....	19
II.1.2.	Lutte contre les aphides.....	20
II.1.2.1.	Lutte préventive.....	20
II.1.2.2.	Lutte chimique.....	20
II.1.2.3.	Lutte biologique.....	21
II.1.2.	Modèle biologique utilisé : <i>Hyalopterus pruni</i>	21
II.2.	Matériel végétal.....	21

III. Méthodologie de travail

III.1.	Méthode d'extraction et de préparation des extraits phénoliques	22
III.1.1.	La macération.....	23
III.1.2.	La pigmentation	23
III.1.3.	La purification.....	24
III.2.	Dosage des polyphénols.....	24
III.2.1.	Réactifs utilisés	24
III.2.2.	Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique	24
III.3.	Obtention des doses.....	25
III.4.	Applications des traitements au laboratoire	26
III.5.	Exploitation des données d'observation.....	27
III.5.1.	Calculs des rendements en polyphénols des phytoextraits des écorces d'oranger et des fruits d'olivier.....	27
III.5.2.	Evaluation de la toxicité des substances phénoliques extraites des écorces d'orangers et des fruits d'olivier.....	27

CHAPITRE IV : résultat et discussions

I.1.	Efficacités des extraits phénoliques des zestes d'oranger	30
I.1.1.	Efficacités des extraits phénoliques des zestes d'oranger sain non mature	30
I.1.2.	Efficacité des extraits phénoliques des zestes d'oranger non mature infesté	31
I.1.3.	Efficacité des extraits phénoliques des zestes d'oranger sains mature	31
I.1.4.	Efficacité des extraits phénoliques des zestes d'oranger infesté mature.....	32
I.2.1.	Efficacité des extraits phénoliques des fruits non infestés de l'olivier à l'état vert.....	33
I.2.2.	Efficacité des extraits phénoliques des fruits infestés d'olivier non mature	34
I.2.3.	Efficacité des extraits phénoliques des fruits non infestés et mûrs d'olivier.....	35
I.2.4.	Efficacité des extraits phénoliques des fruits infestés d'olivier mature.....	36
II.1.	Différences entre les extraits de fruits sains non matures.....	37
II.1.2.	Différences entre les extraits de fruits infestés non matures	38
II.1.3.	Différences entre les extraits de fruits sains matures.....	40
II.1.4.	Différences entre les extraits de fruits infestés matures.....	42

Conclusion et perspectives.....	49
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 :	Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire.....	4
Figure 2 :	Représentation des voies de biosynthèse des polyphénols.....	8
Figure 3 :	Femelle d' <i>Aonidiella aurantii</i>	10
Figure 4 :	Adultes, œufs et dégâts d'aleurodes.....	10
Figure 5 :	Adulte et dégâts sur feuilles.....	11
Figure 6 :	Vue générale d'une femelle de <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	11
Figure 7 :	Adultes et œufs de <i>Tetranychus cinnabarinus</i>	11
Figure 8:	Arbre et fruits d' <i>Olea europaea</i>	14
Figure 9:	Le cycle de vie de l'olivier.....	15
Figure10 :	Dégâts de la mouche de l'olive sur les fruits	16
Figure11 :	Dégâts de la Cochenille noire de l'olivier sur les feuilles	17
Figure12 :	A la teigne de l'olivier ; B les dégâts sur les feuilles.....	18
Figure 13:	Cycle de développement du <i>M. persicae</i>	20
Figure 14 :	<i>Hyalopterus pruni</i>	21
Figure 15 :	Méthode de préparation de poudre.....	22
Figure 16:	Séparation du méthanol des phytoextraits.....	23
Figure 17	Préparation des doses.....	25
Figure 18.	Dispositif des traitements.....	26

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Les principales classes des polyphénols	annexe
Tableau 2:	représente les rendements des échantillons.....	34
Tableau 3:	de concentration des échantillons	35
Tableau 4 :	Résultats de l'analyse comparée de l'effet temps-doses des zestes d'oranger vert sain sur les abondances des percerons.....	annexe
Tableau 5:	Résultats de l'analyse comparée de l'effet temps-dose Des zestes d'oranger vert infeste sur les abondances des percerons.....	annexe
Tableau 6 :	Résultats de l'analyse comparée de l'effet temps-doses des zestes d'oranger sain mature sur les abondances des percerons.....	annexe
Tableau 7 :	Résultats de l'analyse comparée de l'effet temps-doses des zestes d'oranger infesté mature sur les abondances des percerons.....	annexe
Tableau 8 :	Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps-ce l'effet des polyphénols des d'olivier sain vert.....	annexe
Tableau 9 :	Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps-ce l'effet des polyphénols des fruits d'olivier infesté vert.....	annexe
Tableau 10	Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps-ce l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature sain.....	annexe
Tableau 11	Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps-ce l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature infesté	annexe
Tableau 12	Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps de l'effet des polyphénols des zeste d'oranger sain vert et fruits d'olivier sain vert.....	annexe
Tableau 13	Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps-ce l'effet des polyphénols des zeste d'oranger vert infesté et fruits d'olivier vert infesté.....	annexe
Tableau 14	Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps-ce l'effet des polyphénols des zeste d'oranger sain mature et fruits d'olivier sain mature.....	annexe
Tableau 15	Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps-ce l'effet des polyphénols des zeste d'oranger sain mature et fruits d'olivier sain mature	annexe.

Liste des abréviations

C : concentration

PR : populations résiduelles

NS : non significatif

Olivvertinfé : olivier vert infesté

orvertinfé : oranger vert infesté

olivertS : olivier vert sain

orvertS : oranger vert sain

olivmatS : olivier mature sain

oranmatS : olivier mature sain

olivmatinfé : olivier mature infesté

oramtinfé : oranger mature infestés

Introduction générale

La lutte contre les ravageurs des cultures s'est intensifiée au cours des trois dernières décennies, principalement par la généralisation de l'emploi de produits chimiques de synthèse possédant des propriétés insecticides, acaricides ou nématicides.

A la suite d'un usage intensif de cette catégorie de produits phytosanitaires devenus inopérants dans certains cas, des effets secondaires se sont manifestés avec une grande acuité comme l'extension et l'amplification du phénomène de résistance de certains ravageurs à différentes substances actives ainsi que l'action toxique plus ou moins aiguë sur l'entomofaune utile (Regnault & *al.*, 2005).

Pour cela, les recherches s'orientent maintenant vers la mise au point de moyens de lutte moins toxiques, moins rémanents ou plus sélectifs. 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, 1966, Lateur, 2002). Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été testées sur les larves d'insectes.

Les polyphénols sont des composés spécifiques au règne végétal. Ces composés sont un moyen de lutte contre d'éventuels prédateurs ou compétiteurs, ils sont produits en fortes concentrations par la plante en réponse aux attaques de pathogènes (Hart, 1981, Woodward et Pearce, 1988). Ainsi, ils jouent un rôle certain dans la résistance naturelle de certaines essences grâce à leurs diverses propriétés (Aloui & *al.*, 2004 ; Royer, 2008). telles que leur capacité à piéger les radicaux libres, leur capacité à bloquer les processus enzymatiques, de même que leur activité fongicide (Shultz & Nichlas, 2002) Plusieurs auteurs ont mis en évidence l'effet majeur des polyphénols par leurs propriétés antibactériennes et antifongiques (Bafiyabo & *al.*, 2005 ; Fukai & *al.*, 2005 ; Aslam & *al.*, 2006 ; Amarowicz & *al.*, 2008).

Dans cette optique, nous nous sommes focalisés dans ce travail à étudier l'effet biocide des substances phénoliques extraites de deux plantes cultivées l'oranger et l'olivier sur des populations d'aphides.

Notre travail est scindé en quatre chapitres.

Le premier chapitre est consacré à des généralités sur la métabolisme secondaire des végétaux, avec une description des différentes classes des composés phénoliques ainsi que

leurs biosynthèses. Le second chapitre présente des données générales sur les espèces botaniques testées l'oranger et l'olivier ainsi que leurs principaux ravageurs et les plus importants moyens de lutte. Dans le troisième chapitre, nous avons détaillé le protocole de l'étude ainsi que les paramètres étudiés. Le quatrième chapitre a concerné la présentation des résultats et leurs interprétations. Nous avons terminé par une conclusion avec des perspectives.

I Généralités sur les métabolites secondaires des végétaux

I.1. Définition:

Les plantes sont considérées comme une source d'une multitude de composés chimiques dont le nombre est estimé entre 100 000 et 200 000 (Fiehn, 2002), le règne végétal compte près de 100 000 métabolites secondaires, décrits jusqu'à présent, pratiquement tous synthétisés en réponse à des contraintes environnementales (Wink, 1988 ; Kliebenstein, 2004), 40000 d'entre-eux ayant été identifiés (Wink, 2002). Ces composés appartiennent à différentes classes métaboliques.

Ils possèdent des propriétés physico-chimiques variées. Ils sont présents à des concentrations très variables. Parfois spécifiques d'une espèce végétale, ils participent tous à des fonctions biologiques importantes.

Le terme « métabolome » est l'ensemble des métabolites synthétisés par les cellules en fonction de leur métabolisme et peut être considéré comme le produit final de l'expression des gènes et des processus de régulation cellulaire. En d'autres termes, dans un système biologique, seules sont considérées comme étant des métabolites, les petites molécules qui participent aux réactions métaboliques et qui sont nécessaires au fonctionnement normal, au maintien et à la croissance d'une cellule (Beecher, 2004). Les polymères, les enzymes, les protéines, les peptides et le matériel génétique (ADN, ARN) ne sont pas considérés comme étant des métabolites.

Le métabolome définit en partie le phénotype métabolique d'une cellule ou d'un tissu qui est le résultat final de l'interaction entre le génotype et l'environnement. Ce phénotype varie dans l'espace en fonction du type cellulaire, dans le temps en fonction du stade de développement et caractérise un état donné (normal ou en réponse à un stress biotique ou abiotique).

Selon la définition de Nielsen & Oliver (2005), le métabolome comprend l'endométabolome (tous les composés intracellulaires) et l'exométabolome (tous les composés excrétés dans le milieu de croissance ou le milieu extracellulaire).

Le terme métabolome a été créé par analogie avec les termes « transcriptom » et « protéome » utilisés dans les approches haut débit de génomique fonctionnelle. Les analyses qualitative et quantitative d'un grand nombre de métabolites permettent ainsi d'avoir une vue d'ensemble du statut biochimique d'un organisme et peuvent être utilisées pour contrôler et évaluer la fonction d'un gène (Fiehn & *al.*, 2002).

Les métabolites secondaires des plantes constituent un groupe diversifié de composés chimiques d'origine naturelle qui n'ont généralement aucune fonction primaire évidente en ce qui a trait à la croissance des cellules de la plante. Ils sont synthétisés par la plante en réaction à des stimuli extérieurs et ont souvent une fonction régulatrice dans le cadre d'une série de réactions physiologiques et métaboliques en cascade à la suite d'un stress environnemental ou d'une attaque par des ravageurs, (Brandt & coll., 2001).

Lorsque l'on découvre une nouvelle fonction biologique à un métabolite secondaire, ce dernier est généralement reclassifié à titre de vitamine (Brandt & coll., 2001).

Selon Bertrand & Andreu, (2013), Les métabolites secondaires sont impliqués dans :

- les réactions de défense de la plante,
- la communication inter biotique interspécifique (plante/insectes, plante/microorganismes, plante/plante),
- Les relations Intra spécifiques (communication entre les plantes, signaux d'alertes...)
- la protection de la plante contre les stress abiotiques (UV, stress hydrique....)

Ces composés ont été décrits par Harborne (1988) pour avoir des activités importantes sur la résistance des plantes contre les insectes et les micro-organismes. L'on peut également retrouver au sein de ces composés des hormones (ABA, gibbérélines, isoprène, ...), des molécules antifongiques, antibiotiques, nématocides, etc...

I.2 Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire

Les jonctions entre métabolisme primaire et secondaire sont nombreuses et parfois complexes.

Les étapes enzymatiques les plus représentatives sont (figure 1) :

- la phénylalanine ammonialyase (PAL) qui initie la synthèse de la plupart des composés phénoliques à partir d'un acide aminé.
- la chalcone synthase qui initie la synthèse des flavonoïdes à partir du malonyl CoA et d'un élément phénylpropane
- la voie mévalonate indépendante de biosynthèse de l'isopentényl diphosphate (IPP), à l'origine de la synthèse de plus grande partie des terpenoïdes (Boizot & Charpentier, 2006).

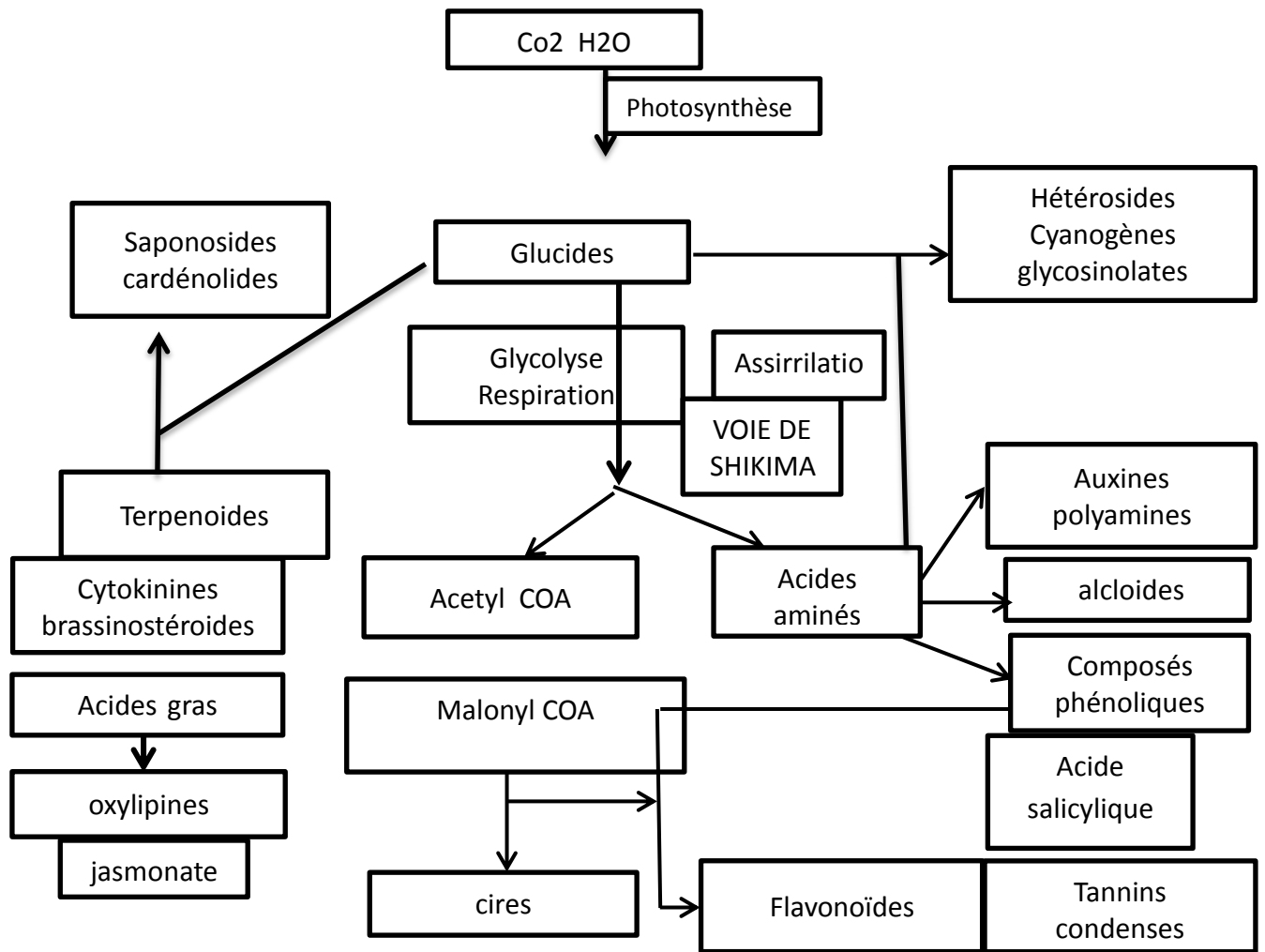


Figure 1 : Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire (Boizot & Charpentier, 2006)

I.3 Aperçu sur les familles des métabolites secondaires

Il existe principalement 3 grandes familles de métabolites secondaires qui sont représentés par Les terpènes, les alcaloïdes, les molécules dérivées de composés phénoliques.

I.3.1 Terpénoïdes et stéroïdes

Le point commun qui les relie est que tous les terpénoïdes et les stéroïdes sont formés par l'assemblage d'un nombre entier d'unités pentacarbonées (isoprène) ramifiées, dérivées du 2-méthylbutadiène. Certains sont des produits d'excrétion d'organismes végétaux (essences), d'autres des hormones végétales (gibbérellines et acide abscissique) ou des caroténoïdes (tétraterpène). Les terpénoïdes et les stéroïdes se caractérisent par la manière d'assemblage de leurs unités isopréniques. Les terpénoïdes prennent diverses formes chimiques selon le nombre d'atomes de carbone impliqués; on reconnaît donc les monoterpènes (ayant 10 atomes de carbone), les sesquiterpènes (ayant 15 atomes de carbone), les diterpènes (ayant 20 atomes de carbone) et les triterpènes (avec 30 atomes de carbone) (Regnault-Roger & *al.*, 2004).

I.3.2. Flavonoïdes

Il s'agit d'un groupe de pigments quasiment universels des végétaux; ils s'accumulent dans la vacuole de la cellule ou dans les chromoplastes. Les anthocyanosides et les tanins en sont des exemples représentatifs, mais on trouve également les catéchines, les flavones et les isoflavonoïdes. Ces substances exercent plusieurs effets sur les phytophages; elles peuvent être répulsives, anti-appétantes ou inhibitrices de la digestion ou de la reproduction. En guise d'exemple, une étude a rapporté que la lutéoline 7-glucoside (flavone) provoque une perturbation comportementale du coléoptère *Acanthoscelides obtectus* en inhibant sa motricité avant de provoquer sa mort (Regnault-Roger & *al.*, 2004).

I.3.3. Quinones

Ce sont des composés oxygénés correspondant à l'oxydation de dérivés aromatiques. Plus de 1200 quinones ont été décrites, principalement chez le règne végétal: Angiospermes, Gymnospermes, Champignons, Lichens, et très rarement les Fougères. Les quinones ont des propriétés répulsives ou urticantes qui éloignent les phytophages ou empêchent la prise alimentaire. Les exsudats phénoliques associés à des quinones et à des monoterpènes forment un réseau qui se transforme en un revêtement résineux toxique, dur ou gluant, et qui protège le peuplier, *Populus deltoïdes* (Salicacées), contre plusieurs espèces de pucerons, ou les pins (*Pinus* sp.) contre différents scolytes (Streblér, 1989). Beaucoup de naphthoquinones sont également antibactériennes et fongicides. D'autres substances phénoliques jouent un rôle notable dans les mécanismes de résistance des plantes contre leurs ravageurs et parasites.

(El modafar & El boustani, 2002).

I.3.4. Alcaloïdes

Le terme d'alcaloïdes désigne des composés organiques comportant au moins un azote (souvent dans un hétérocycle), plus ou moins basiques. Ces composés ont une structure complexe et ont une distribution restreinte. C'est le groupe le plus important en termes de nombre et d'activités pharmacologiques (Bruneton, 1999). Classiquement, les auteurs distinguent entre les « alcaloïdes vrais » ou « protoalcaloïdes » et les « pseudo-alcaloïdes ». Les alcaloïdes vrais sont d'acides aminés simples dont l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique. Ils sont biosynthétisés à partir d'acides aminés.

I.3.5. Les molécules dérivées de composés phénoliques

I.3.5.1. Généralités sur les polyphénols

Les polyphénols constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Les polyphénols sont des métabolites secondaires, ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance, ou la production, (Fleuriet, 1982 ; Yusuf, 2006).

Les polyphénols sont des composés phénoliques hydrosolubles, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines (Dangles & al, 1992, Hagerma & al. 1998, Sarni-Manchado & Cheynier, 2006).

L'expression de « composés phénoliques » est utilisée pour toutes substances chimiques possédant dans sa structure un noyau aromatique portant, un ou plusieurs groupements hydroxyles, (Bloor , 2001).

En font partie les flavonoïdes, les tanins, les dérivés phénylpropanoïdes tels que les lignanes, les esters et amides hydroxybenzoïques, les stilbènes, les coumarines, les acides hydroxybenzoïques, les xanthones et de nouveaux composés sont identifiés continuellement (Marouf, 2000; Hopkins, 2003; George & al. 2005).

Comme la majorité des composés secondaires, les polyphénols sont produits par les plantes afin d'accomplir des fonctions précises, les plus notoires étant :

☞ Défense contre les pathogènes ; principalement les moisissures et les bactéries phytopathogènes.

☞ Dissuasion alimentaire. On parle du phénomène d'allélopathie : certaines plantes émettent des substances pour inhiber la croissance des autres plantes.

☞ Attraction des pollinisateurs : les couleurs, mais aussi les odeurs attirent les insectes (cas de certaines orchidées).

☞ Protections contre les rayonnements UV.

☞ Molécules qui donnent des arômes et parfums aux plantes. Ce qui sert principalement à repousser les herbivores. Exemple : les polyphénols des pélargoniums (Drayne 1999 ; Schiestl & *al.* 2000 ; Yi-Cai et *al.* 2000 ; Sasaki & Takahashi, 2002).

I.3.5.2. Classification des polyphénols

Les composés phénoliques sont une classe qui constitue 8000 composés. Ils sont divisés en plusieurs catégories: les acides phénoliques; les flavonoïdes; les tanins obtenus par polymérisation des flavonoïdes; les lignanes avec les isoflavones sont nommés phyto-oestrogènes (SFA, 2005). Les principales classes de composés phénoliques selon Macheix & *al.* (2006) sont mentionnées dans la partie annexe de ce document. Les principaux composants phénoliques comme indiqués par Roberau -cayau, (1986) sont :

Acide cinnamique (acide p-coumarique ; R=H,acide caféique,R=CH₃,acide férulique ;acide sinapique).**Flavonols**(kaempférol ;quercétine ;myricétine).**Anthocyanidine**(cyanidine ;R=H , delphinidine,R=CH₃, malvidine) ; **Leucoanthocyanidine**(léucocyanidine,leucodelphinidine). (Figure 1 en annexe)

I.5.3.3. Biosynthèse des polyphénols :

La biosynthèse des polyphénols se fait par deux voies principales : La voie de l'acide shikimique et La voie de l'acide malonique.

Durant la 1^e voie, l'érythrose 4-phosphate et le phosphoenol pyruvate sont produits par les hydrates de carbones lors de leur dégradation par la voie des pentoses phosphate et la glycolyse respectivement. Ces derniers sont à l'origine des composés phénoliques C6-C1 formant les tannins hydrolysables et de la chalcone qui est la molécule de base de tous les flavonoïdes et tannins condensés (Haslam 1994 ; Dewick, 1995).

Au courant de la 2^e voie, la glycolyse et la B-oxydation aboutissent à la formation de l'acétyl CoA donnant le malonate. C'est à travers cette voie que s'effectue la cyclisation des chaînes polycétoniques, obtenues par condensation répétée d'unités « Acétate » qui se fait par

carboxylation de l'acétyl-CoA. Cette réaction est catalysée par l'enzyme acétyl-CoA carboxylase (Fleeger et Flipse 1964 ; Richter 1993) (Figure 2).

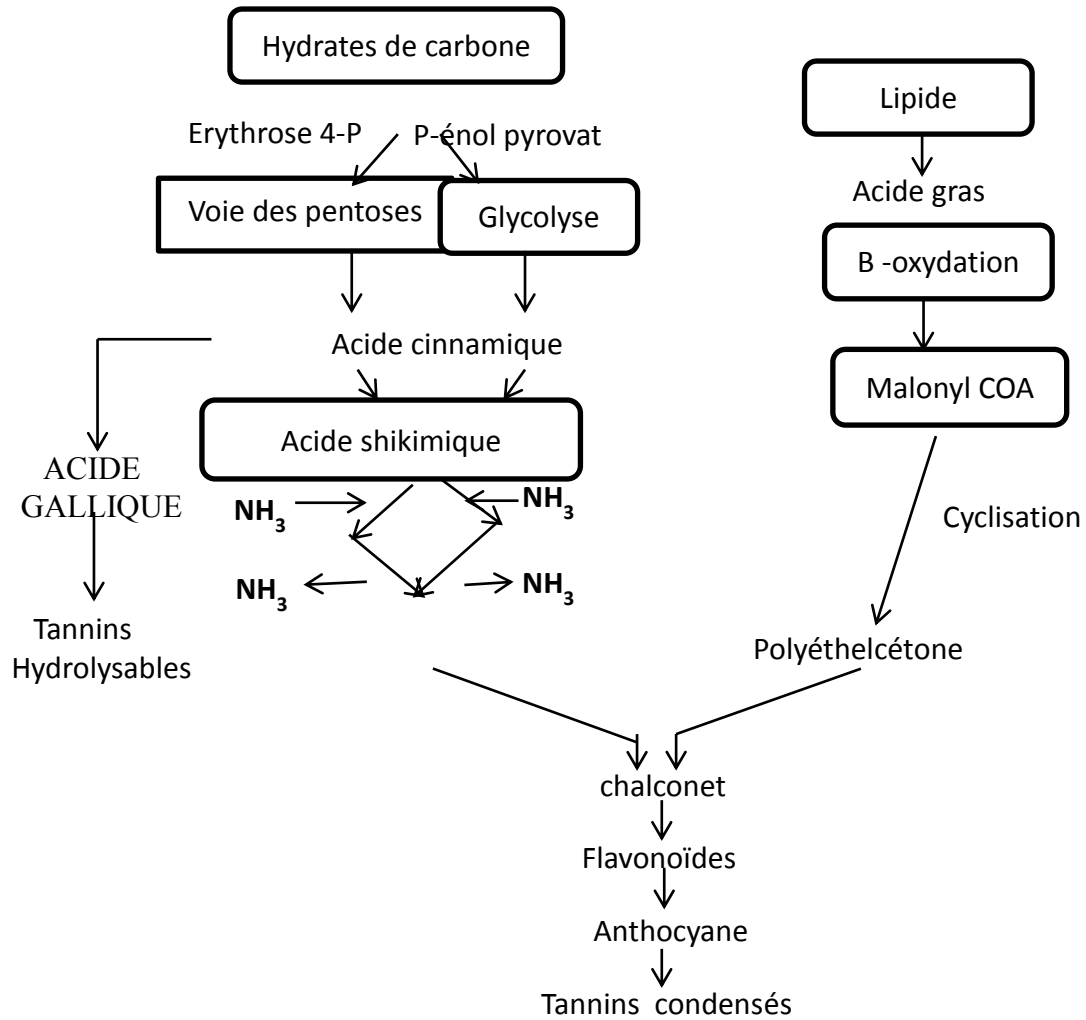


Figure 2 : Représentation des voies de biosynthèse des polyphénols

II.1. Données générales sur l'espèce d'agrumes : l'oranger

C'est l'espèce de Citrus la plus importante, tant par le nombre de variétés qu'elle renferme que par l'importance des productions. Les fruits sont de forme et de couleur variable suivant les variétés.

II.1.1. Position systématique

Selon Derrocca & al., (1992) les orangers appartiennent à la classification suivante :

Règne : Plantae, Division : Embryophyla, Sous division : Angiospermae. Classe : Dicotylédones, Sous classe : Archichomydeae, Ordre : Génariales. Sous ordre : Génariales,

Famille : Rutaceae, Sous Famille: Aurantioideae, Tribu : Citreae, Genres : Citrus, Espèce : *Citrus sinensis*.

II.1.2 Structure morphologique de l'orange :

Elle est constituée (Robert et al., 1999) de l'extérieur vers l'intérieur de :

- L'écorce est constituée de parties:
 - 1-L'épicarpe : c'est la partie colorée appelée « flavedo ».elle représente 8 à 10% du fruit, il contient des glands à huiles essentielles, des pigments caroténoïdes, des vitamines etc.
 - 2-Le mésocarpe : le mésocarpe interne est appelé « albedo ».Il représente 12 à 30% du fruit, de couleur blanchâtre, il contient de la cellulose, des sucres solubles, des acides aminés, des vitamines et de la pectine.
- La pulpe : c'est la partie comestible représentant 50à80% du fruit, elle est formée par l'endocarpe, constitué de vésicules renfermant le jus, celles-ci sont séparées par des quartiers dont le nombre varie de 9 à 11.
- Les pépins : ils représentent 0 à 4% du fruit et ont une teneur élevée en huile.

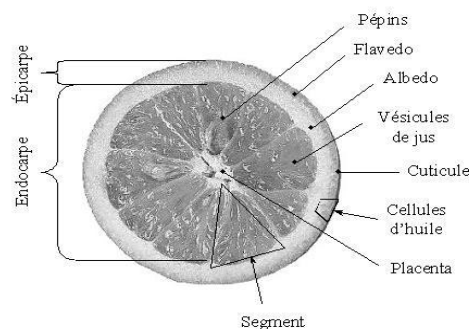


Figure3 : Coupe longitudinale et schéma descriptif de l'orange selon (Robert et al., 1999)

II.1.3. Description botanique

L'oranger est un petit arbre de 7 à 8 mètres, à port arrondi et à croissance rapide. Ses feuilles sont ovales et d'un vert sombre, ses fleurs blanches sont très parfumées ; les fruits, quant à eux, sont plus ou moins ronds, orange clair à foncé ; La chair présente un subtil équilibre entre le taux d'acide et celui du sucre (Praloran, 1971)

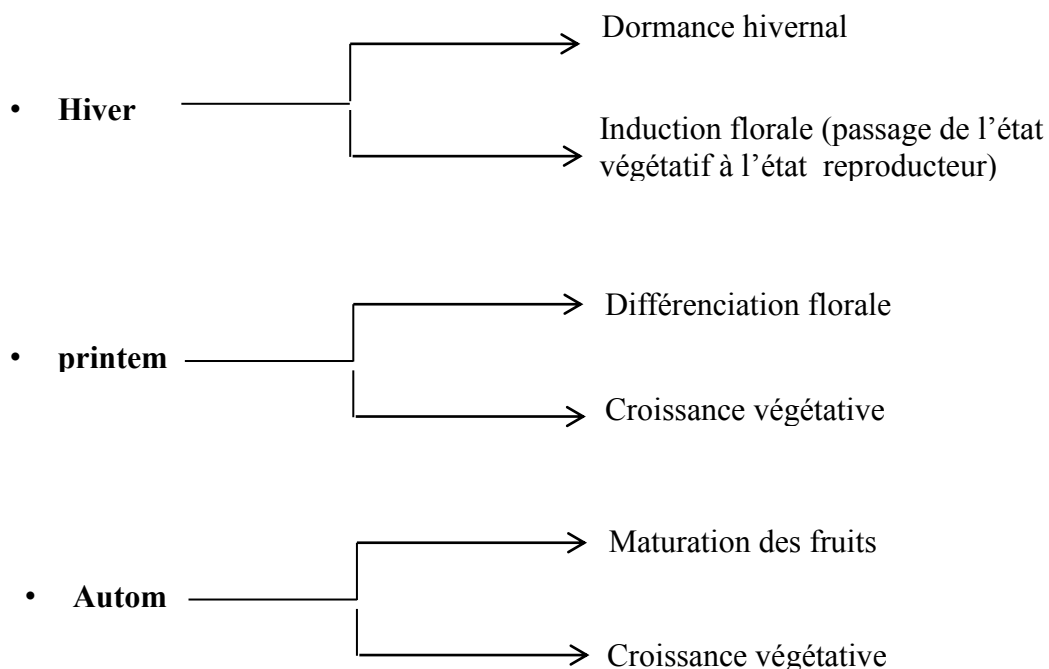
Comme pour tous les agrumes, la peau de l'oranger est une écorce composée de deux couches l'une superficielle, rugueuse et résistante, de couleur jaune orangée sous l'action des flavonoïdes, nommée épicarpe, flavedo ou zeste, l'autre, interne, blanche et spongieuse, s'appelle mésocarpe ou albédo.

La pulpe est aussi riche en flavonoïdes mais contient de la vitamine C et de la provitamine A qui apportent un large éventail de minéraux, notamment du potassium et du calcium.

(Loussert, 1989).

II.1.4. Cycle évolutif annuel des agrumes en l'occurrence l'oranger

Bentayeb, (1975) a synthétisé le cycle annuel des agrumes selon le diagramme suivant :



II.1.5. Principaux ravageurs de l'oranger : (Anonyme, 2010)

Les principaux ravageurs des agrumes dont l'oranger sont principalement les suivants.

II.1.5.1 Les cochenilles

(*Aonidiella aurantii*, *Lepidosaphes beckii*, *Lepidosaphes gloverii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *Parlatoria ziziphi*, *Parlatoria pergandei*.....) qui provoquent des dégâts sur les feuilles, les rameaux et les fruits avec un développement de la fumagine, chute des feuilles et dépérissement des fruits.



Figure 4 : Femelle d'*Aonidiella aurantii*

II.1.5.2 Les aleurodes

Aleurothrixus floccosus et *Dialeurodes citri*, provoque des souillures importantes ainsi que le développement de la fumagine.



Figure 5 : Adultes, oeufs et dégâts d'aleurodes

II.1.5.3 *Phyllocnistis citrella* (Mineuse des agrumes)

La mineuse des feuilles des agrumes est l'une des principales contraintes de la production des agrumes. *P.citrella* a été observé pour la première fois en Algérie, dans les régions ouest notamment à Misserghin et à Mohammadia. Depuis ces premières observations, le déprédateur s'est rapidement propagé à l'ensemble des zones agrumicoles du pays. Ce ravageur attaque les feuilles et les jeunes pousses.

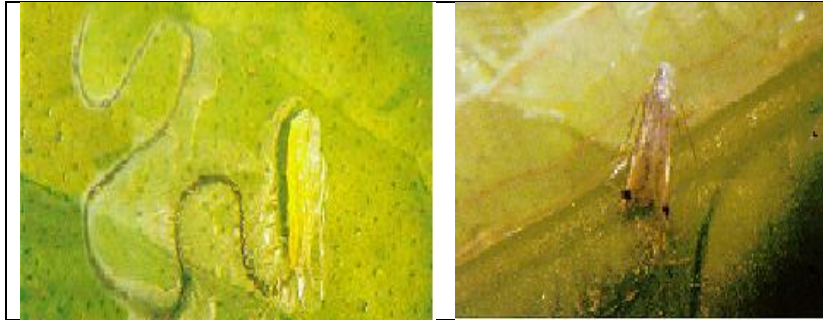


Figure 6 : Adulte et dégâts sur feuilles

II.1.5.4 Les Nématodes (*Tylenchulus semipenetrans*)

C'est un nématode semi-endoparasite sédentaire inféodé aux *Citrus*. Les arbres atteints manquent de vigueur, perdent leurs feuilles et montrent un dessèchement des extrémités des rameaux. Sur la partie souterraine, les radicelles sont courtes, épaisses et nécrosées. Tous ces symptômes apparaissent progressivement et se traduisent par une forte perte de productivité. Il sévit principalement dans les zones côtières dont les sols sont sablonneux et très humides.



Figure 7 : Vue générale d'une femelle de *Tylenchulus semipenetrans*

II.1.5.5 Les acariens *Tetranychus cinnabarinus* et *Hemitarsonemus latus*

provoquent des nécroses, décoloration et chute des feuilles, des fruits et des bourgeons.



Figure 8: Adultes et oeufs de *Tetranychus cinnabarinus*

II.1.6. Protection phytosanitaire et moyens de lutte

En raison de la grande diversité des ravageurs et des parasites des agrumes, le sujet de lutte a toujours été et reste une préoccupation chez les agrumiculteurs (Regnault et *al.*, 2005). Les mesures de protection doivent être raisonnées en fonction des époques d'émission des nouvelles poussées qui sont les seules concernées par les attaques des ravageurs, (Mostefaoui, 2009)

II.1.6.1. Moyens culturaux

Ils reposent sur le principe de priver l'insecte de son site de ponte et de nourriture par divers moyens en vue de briser son cycle, tels que la suppression annuelle des jeunes pousses et des gourmands. Edouard (1996) note que la suppression des pousses intermédiaires entre celle du printemps et de l'été ainsi que l'élimination au niveau des pépinières des feuilles portant des mines de *Phyllocnistis citrella* Stainton peut apporter une certaine efficacité mais assez limitée.

Concernant *Dialeurodes citri* Asheamed pris comme autre exemple, les mesures de lutte culturale incluent toutes les pratiques qui facilitent la circulation de l'air au niveau des vergers et ceci par des plantations espacées des arbres dans la même rangée. Il est utile de penser à la destruction des mauvaises herbes pour lutter contre les pucerons. Ces dernières servent de refuge aux pucerons en hiver et en été.

II.1.6.2. Lutte chimique et biologique

Il est à noter que, des insecticides à large spectre d'action (pyrethroides, carbamates et les organophosphorés) sont utilisés contre *P.citrella* (Mungroo & Abeeluck., 2000). La lutte chimique ne s'avère pas toujours efficace, la possibilité de la lutte biologique basée sur

l'utilisation d'ennemis naturels est prise en considération et devenue essentielle à étudier (Berkani, 1995)

En Algérie quatre espèces ont été introduites par l'Institut National de la Protection des Végétaux (I.N.P.V.) entre 1995 et 1996 il s'agit: *Semilacher petiolatus*, *Sympiesus sp*, *Cirrospilus quadristriatus*, se sont des ectoparasites des derniers stades (L₂, L₃, L₄) de la mineuse.

Le braconide *fopius arisanus* (sonan), un agent de contrôle biologique pour la mouche méditerranéenne des fruits, a montré une très bonne activité (Wang & Messing, 2003) et une grande efficacité pour la localisation de ses hôtes en se basant sur la couleur et l'odeur des fruits attaqués par les mouches (Vargas, & al., 1994). *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera :braconidae :opiinae) est un endoparasitoïde des larves et des pupes de la cératite (Wharton, 1987).

II.2. Généralités sur l'olivier

L'olivier constitue dans la plupart des pays du bassin méditerranéen la principale essence fruitière, tant par le nombre d'arbres cultivés que par l'importance sociale et économique de sa culture et son rôle environnemental (Abousalim *et al.*, 1993). En Algérie, il existerait plus de 150 variétés d'oliviers plus ou moins cultivées.

Nous avons trois zones oléicoles. C'est la zone centre représentée par les régions de Béjaïa, Bouira, Tizi-Ouzou et Boumèrdes qui abrite le plus grand verger oléicole. (Le Centre National de Contrôle et de Certification des Plantes et Semences (CNCC) a autorisé la production et la commercialisation de 16 variétés.

II.2.1. Position systématique

D'après Loussert et Brousse (1978) et (Spichger *et al.*, 2004), la position taxonomique de l'olivier est la suivante: **Règne** Plantae (Règne végétale), **Embranchement** Phanérogames, **Division:** Magnoliophyta (Angiospermes), **Classe:** Magnoliopsidae (Dicotylédones), **Ordre:** Magnoliophuriales, **Famille** Oléacées, **Genre:** Olea, **Espèce:** *Olea europaea*.

II.2.2. Structure morphologique de l'olivier :

L'olive est une drupe dont le mésocarpe représente approximativement les 2/3 du fruit. Celui-ci est très riche en lipides. Sa forme n'est pas constante et ils existent des plusieurs variétés, comme la mancenille, de fruit pratiquement sphérique et d'autres, comme le térébinthe, avec un fruit allongé et légèrement courbe. Sa taille peut varier entre peu plus d'un centimètre (arbequine) et plus de trois chez l'olive grosse sévillane. L'endocarpe est ligneux et sa morphologie est aussi un caractère variétal. L'épicarpe est intimement soldé au mésocarpe et il est de couleur vert, même s'il tourne violet avec sa maturité, brillant (dû à la présence de cire) et de doux toucher.

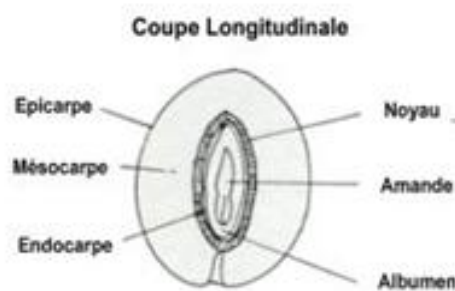


Figure9 : Coupe longitudinale et schéma descriptif de l'olivier

II.2.3. Botanique

L'Olivier est un arbre vivace aux feuilles persistantes, dur, gris-vert et ayant une forme allongée, elles sont utilisées pour l'alimentation de bétail (Metzidatis, 1997). Les fleurs sont déposées en grappes sur une longue tige, l'olivier produit deux sortes de fleurs, une parfaite qui contient les deux sexes mâle et femelle et une staminée (Bernie et al., 2006). Le tronc est gris-vert et lisse jusqu'à sa dixième année, il devient noueux et prend un teint gris foncé (Rugini et al. 1998). Pour le système racinaire, il s'adapte à la structure des sols, le système racinaire reste à une profondeur de 500 à 700 cm et se localise principalement sous le tronc, mais ces racines forment une souche ligneuse très importante, dans laquelle s'accumulent des réserves, dans les mêmes conditions d'alimentation (Maillard, 1975 ; Loussert & Brousse, 1978).



Figure 10: Arbre et fruits d'*Olea europaea* (Bachouche, 2009)

Le noyau très dur, osseux, est formé d'une enveloppe qui se sclérifie l'été à partir de la fin juillet, et contient une amande avec deux ovaires, dont l'un est généralement stérile et non fonctionnel. Cette graine (rarement deux) produit un embryon, qui donnera un nouvel olivier si les conditions sont favorables (Berbert & *al.*, 2005).

II.2.4. Le cycle végétatif annuel :

Le cycle végétal de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation (Polim, 1979). Selon Loussert & Brousse (1978) le cycle végétal annuel de l'olivier passe par les étapes suivantes :

- **Le ralentit végétal:** qui s'étend de novembre à février.
- **Le réveil printanier (mars- avril) :** se manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons auxiliaires, en donnant soit du bois (jeunes pousses), soit des fleurs.
- **La floraison (mai- juin) :** l'inflorescence se développe au fur et à mesure que la température printanière s'adoucit et les jours s'allongent. Les premiers travaux d'Achour (2006) ont montré que la floraison et la fructification étaient directement proportionnelles à la quantité de froids hivernaux. Cette quantité de froid requise pour une floraison maximum varie avec la variété. La première manifestation de la différenciation florale n'apparaît pas avant la mi-mars, après les périodes normales de froid (Hartmann & *al.*, 1986).
- **Le durcissement du noyau (juillet-aout):** l'endocarpe se sclérifie, les fruits grossissent pour atteindre leur taille normale fin septembre-octobre.
- **La maturation:** est plus ou moins rapide, suivant les variétés, la récolte s'effectue de

la fin septembre pour les variétés précoces récoltées en vert, jusqu'en février pour les variétés tardives à l'huile.

La période la plus intense du cycle annuel se déroule de mars à juin, au cours de cette phase les besoins en eaux et en nutriments sont les plus importantes (Walali & *al*, 2003)

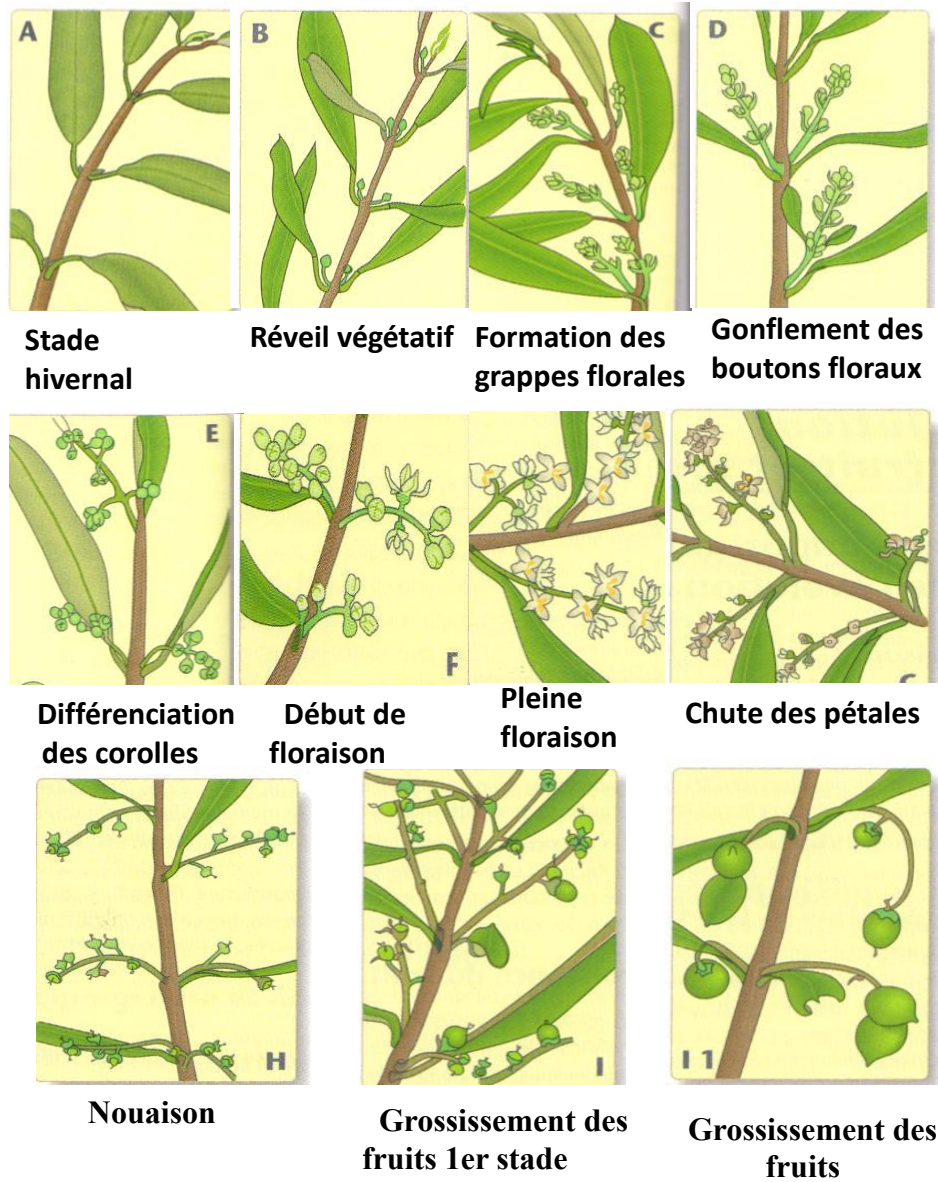


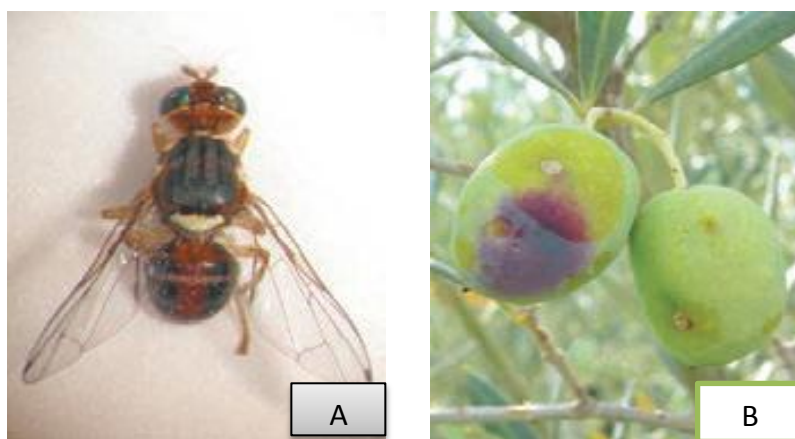
Figure 11: Le cycle de vie de l'olivier (Argenson & *al* ; 1999)

II.2.5. Principaux ravageurs :

II.2.5.1. La mouche de l'olive:

La mouche de l'olive est le principal ravageur de l'olivier. Il s'agit d'un insecte de l'ordre des Diptères, à la famille des Tephritidae et la sous-famille des Dacinae dont la plupart des espèces vivent dans les zones tropicales. Cette sous-famille comprend deux tribus où les Dacini ne sont représentés que par le genre *Bactrocera* caractérisé par la nervation des ailes, une arista nue et un abdomen court et épais (Aramboug, 1986).

Pour l'olivier on distingue classiquement différents types de dégâts : une perte de récolte par la chute des fruits, une diminution du rendement en huile, et la détérioration de la qualité de l'huile par augmentation de son acidité, due à l'oxydation des fruits atteints, (Coutin, 2003)



Figuer 12 :Dégâts de la mouche de l'olive sur les fruits .(guide de l'AFIDOL, 2013)

Solen Neuenchwander et *al.* 1986, il ya deux types traitement insecticides utilisés contre *B. oleae*, les appâts empoisonnés (hydrolysat de protéines mélangé à un insecticide) contre les adultes et les pulvérisations de couverture contre les stades larvaires dans les olives. Le premier type est préventif, le second est curatif. Les opérations de traitement sont généralement déclenchées en se basant sur la capture de 3 à 5 mouches tous les 5 jours.

Depuis les années 1960, un effort important a été fait en Italie spécialement pour utiliser *O. concolor* en lâchers invasifs contre *B. oleae* (Neuenchwander & *al.* 1986), alors que ce n'est pas le cas en Algérie.

II.2.5.2. La cochenille noire de l'olivier

Solen (Coutin, 2003) la cochenille noire appartient à l'ordre: *Hémiptères*, Famille *Lécaniidé* et à l'Espèce: *Saissetia olea*. C'est un insecte qui se nourrit de la sève des arbres. La spoliation n'entraîne généralement pas de dégâts directs. Mais ; la sécrétion de miellat par les

larves et les adultes de cochenille favorise le développement de fumagine, qui bloque la photosynthèse et provoque un affaiblissement et une défoliation de l'arbre. On a donc des dégâts indirects importants qui se traduisent par une perte de récolte qui peut être significative. (Guide d'olivier 2010 page 21) figure 11



Figure 13 : Dégâts de la Cochenille noire de l'olivier sur les feuilles
(Guide d'olivier 2010 page 21)

On intervient à partir d'un seuil de nuisibilité, établi à partir des observations réalisées par une stratégie de lutte. Au-delà de ce seuil, on peut intervenir de trois façons différentes :

- En taillant fortement en fin d'hiver les rameaux ou les arbres atteints par la cochenille
- En utilisant des insectes auxiliaires hyménoptères *Metaphycus sp.* et *Scutellista cyanea*.
- En utilisant le fenoxycarbe qui est un régulateur de croissance, efficace uniquement sur jeunes larves. Le traitement aura lieu à l'essaimage des jeunes larves, à la dose de 40g/hl. Cette situation est atteinte fin juillet. Une seconde application peut être réalisée en cas de très forte population un mois après le premier traitement. (Guide de l'olivier 2010).

II.2.5.3. La teigne de l'olivier (*Prays oleae*)

P. oleae est un insecte appartenant à l'ordre des Lepidoptera, au sous-ordre des Heteroneura, à la super-famille des Tineoïdae, à la Famille des hyponeumatidae, et au genre *Prays*, (Arambourg, 1986).

Les chenilles de 1ère génération se nourrissent des boutons floraux, entraînant des problèmes de fécondation et de nouaison ; les chenilles de 2ème génération se développent à l'intérieur du noyau en se nourrissant de l'amidon et l'émergence des larves âgées s'effectue par un

orifice percé au point d'insertion du pédoncule, provoquant une chute massive et prématurée des olives en automne, qui peut atteindre 75% de la production ; la dernière génération creuse des galeries dans les feuilles et entraîne peu de dégâts, sauf quand elle s'attaque aux extrémités des jeunes pousses.

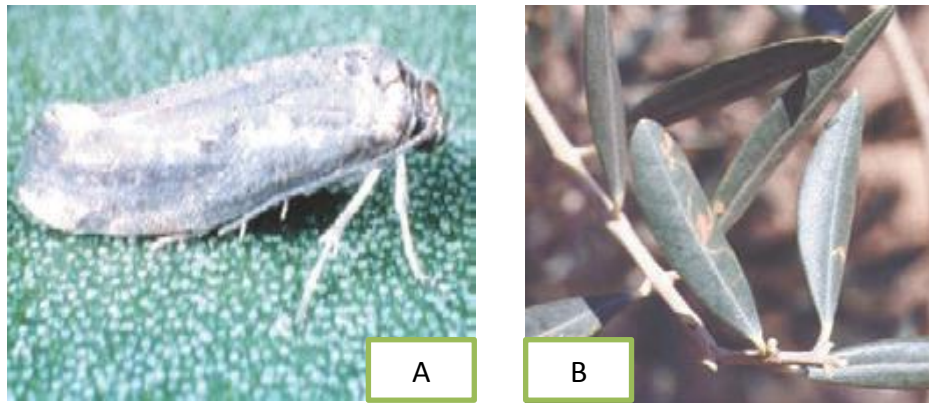


Figure 14 : A la teigne de l'olivier ; B les dégâts sur les feuilles.

Pour atteindre efficacement la teigne, il faut traiter sur la première génération de *Prays oleae*, au moment de la floraison. Le traitement aura lieu avec un produit biologique à base de *Bacillus thuringiensis (Bt)*, au stade E (bouton floral gonflé et blanchissant). Si la pression de la teigne est forte ou si les conditions climatiques sont défavorables (pluie, vent après le traitement, floraison longue), le traitement sera renouvelé 8 à 10 jours après le premier.

I. Objectif:

Notre travail préliminaire a été d'évaluer l'efficacité des polyphénols des fruits de l'olivier cultivé *Olea europaea* et des zestes de l'oranger *Citrus sinensis* sur les populations du puceron du prunier. L'effet toxique des extraits polyphénoliques respectifs a été étudié sur le pourcentage des populations résiduelles dans les conditions de laboratoire.

II. Matériel utilisé :**II.1. Les aphides et modèle testé****II.1.1. Généralités sur les aphides**

Les pucerons infestent la plupart des plantes cultivées, et constituent un des groupes d'insectes les plus nuisibles en régions tempérées (Ronzon, 2006). Les dégâts sont causés par des toxicoses ou des affaiblissements de l'hôte. Ils sont d'autant plus graves que ces insectes possèdent un formidable pouvoir de multiplication. Par ailleurs, les pucerons sont les principaux vecteurs de virus végétaux. D'après Raccah & Fereres (2009), il existe plusieurs milliers d'associations différentes faisant intervenir une espèce de puceron, un virus et une plante. Chaque espèce de virus ou de puceron possède en effet une gamme de plantes hôtes plus ou moins étendue, ne respectant pas forcément les barrières définies par les familles botaniques. Chacune pouvant transmettre plusieurs virus (le puceron vert du pêcher est capable de transmettre plus de 20 espèces virales différentes).

Le cycle évolutif de la plus part des espèces est hétérogonique .il caractérisé par l'alternance entre une génération ne comprenant que des femelle parthénogénétique (Remaudière, 195 ; in Dedryver, 1982)

Ainsi, les individus mâles et femelles fécondables succèdent aux générations des femelles issues de parthénogenèses (Vanlerbergue, 1996).

Les travaux réalisés par Saigui (1998) sur la bio systématique des aphides et leurs ennemis naturels nous ont permis de connaître les différents types de cycles et la variabilité des pucerons.

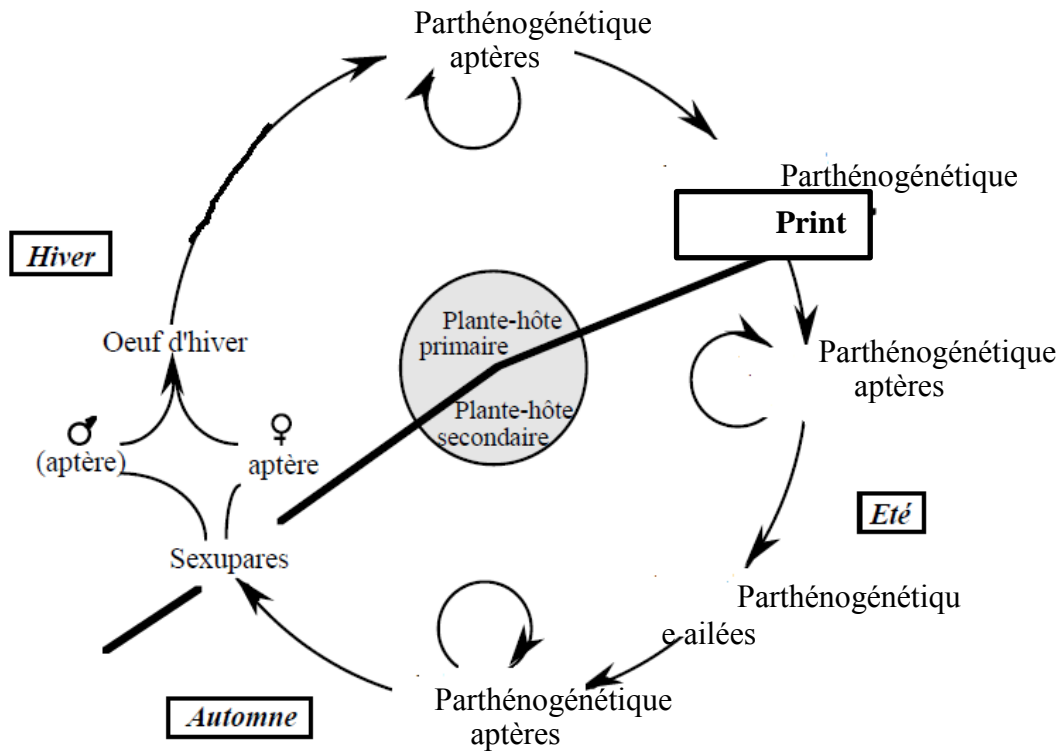


Figure 13: Cycle de développement du *M. persicae* (d'après Sauvion 1995). Sexupare: une forme de pucerons qui produit les gynopares et les mâles (gynopares = femelles produisant des individus sexués).

II.1.2. Lutte contre les aphides

Le niveau des populations de pucerons dans les cultures est extrêmement variable d'une année à l'autre et peut évoluer très rapidement au sein d'une même culture. Il dépend bien sûr des capacités reproductives propres aux différentes espèces mais aussi de facteurs extérieurs (Hulle & *al.*, 1999).

II.1.2.1. Lutte préventive

Elle se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture car l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des oeufs d'hiver ainsi que la destruction par des hersages ou sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps (Wang & *al.* 2000; Lambert, 2005).

II.1.2.2. Lutte chimique

Les principes de la lutte chimique sont (Hulle et *al.*, 1999 ; Ferrero, 2009): L'empêchement d'acquisition du virus lors de piqûres d'essai par l'utilisation d'huiles végétales non phytotoxiques. Le choix des produits: ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile. Ces produits doivent aussi être dotés d'un effet de choc élevé, et d'une bonne

rémanence, en plus ils doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin d'éviter ou de retarder le phénomène de résistance. Il est préférable que le choix porte sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l'enroulement des feuilles.

II.1.2.3. Lutte biologique

De très nombreux insectes " anti-pucerons " existent dans la nature : **chrysopes, syrphes, punaises, coccinelles...** Les lâchers de ces auxiliaires complémentaires favorisent les équilibres naturels. Dans les cultures sous serres, par exemple, il est souvent nécessaire de lâcher plusieurs espèces d'auxiliaires, avec des modes d'action complémentaires, pour pouvoir contrôler les pucerons. Les coccinelles sont des prédateurs aujourd'hui bien connus, elles sont à la fois très polyphages et très voraces. Parmi les parasites, plusieurs espèces de micro-hyménoptères sont utilisées. Ils ne parasitent pas tous les mêmes espèces de pucerons. Les femelles de ces auxiliaires parasitent jusqu'à 250 pucerons dans leur vie.

II.1.2. Modèle biologique utilisé : *Hyalopterus pruni*

Le puceron *Hyalopterus pruni* (Geoffroy, 1762) ou puceron farineux du prunier (taille de 1.5 à 2.6 mm) est le ravageur qui attaque un grand nombre de plantes cultivées. Le pêcher, prunier, abricotier, et l'amandier sont ses hôtes primaires. L'aptère (figure 14) est de forme allongée, de couleur vert pâle et recouvert d'une pruinosité farineuse. L'ailé est pâle avec des antennes courtes. L'abdomen est allongé avec des cornicules très courtes, légèrement renflées et pâles, la cauda est longue et pointue.



Figure 14 : *Hyalopterus pruni* (forme aptère).

II.2. Matériel végétal

Le pêcher est un arbre fruitier à noyaux appartenant à l'ordre des *Rosales*, à la famille des *Rosaceae*, au genre *Prunus*, et à l'espèce *Prunus persica*, cultivée pour son fruit comestible. Le pêcher est attaqué par différentes espèces d'insectes dont différentes espèces de

pucerons : le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*), le puceron cigarier du pêcher (*Myzus varians*), le puceron farineux du prunier (*Hyalopterus pruni*) et le puceron noir du pêcher (*Brachycaudus persicae*).

III. Méthodologie de travail

III.1. Méthode d'extraction et de préparation des extraits phénoliques :

Nous avons utilisé deux parties végétales différentes. Les parties végétales utilisées pour extraire les polyphénols de l'oranger (figure 15) sont des écorces des fruits récoltées avant la maturité (octobre) et pendant la maturation (décembre) des fruits dans un verger situé dans la région d'Attatba à environ 20 km au nord de Blida. Ces écorces ont été séchées dans une étuve à 40°C pendant 48 heures, puis broyées et tamisées dans le but d'obtenir une poudre très fine et homogène.

Les parties végétales utilisées pour extraire les polyphénols de l'olivier (figure 15) sont des olives récoltées également avant maturation (octobre) et après maturation (décembre) dans le verger oléicole appartenant à la ferme expérimentale du département des biotechnologies sis à l'université de Soumâa, Blida1. Les olives ont été séchées dans une étuve à 40°C pendant 10 jours, puis broyées pour obtenir une poudre très fine. Les poudres des différents fruits ont été pesées et stockées dans de petits flacons en verre jusqu'à l'utilisation.



Figure 15 : Méthode de préparation de poudre (Original, 2014)

La procédure d'extraction des polyphénols a nécessité trois étapes : la macération, la pigmentation et la purification.

III.1.1. La macération :

Nous avons choisi une quantité de 2g de poudre. Cette masse a été macérée dans 40ml de méthanol à 96% pendant 24 heures à une température de 40°C et avec agitation à l'obscurité à la vitesse de 3 tours /seconde.

L'extrait obtenu est filtré une première fois avec un papier filtre pour la préparation de café, macéré une deuxième fois selon le même procédé, puis filtré une deuxième fois à l'aide d'un papier filtre de 10µm de diamètre après réfrigération pendant 48heures.

III.1.2. La pigmentation :

Les extraits alcooliques sont évaporés sous vide dans un Rotavapeur à une température de 40° c (figure 16).



(1)le ballon contenant le solvant (2) le bain-marie chauffé à 40°C
(3) vitesse de 75 tours/ mn, (4) réfrigérant (5) le ballon réceptacle

Figure 16: Séparation du méthanol des phytoextraits (Original, 2014).

La phase aqueuse de chaque extrait est lavée avec un demi-volume d'hexane dans une ampoule à décanter afin d'éliminer toutes traces de composés apolaires (pigments, lipides, etc...).

III.1.3 La purification

La phase aqueuse ainsi obtenue est ensuite lavée avec un volume d'acétate d'éthyle. L'addition d'un mélange de deux solutions aqueuses (4 ml) : sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 20% (m/v) et acide orthophosphorique H_3PO_4 2% (m/v) facilite le passage des composés phénoliques de la phase aqueuse vers le solvant « l'acétate d'éthyle ».

La phase organique obtenue est séchée sur sulfate de sodium anhydre Na_2SO_4 pour éliminer toutes traces d'eau. Après filtration, le solvant est évaporé sous pression réduite à 40°C. Les extraits phénoliques obtenus sont pesés pour calculer le rendement de chaque plante utilisée (olivier/oranger).

Le résidu est repris dans 1 ml de méthanol pur et conservé à -10°C pour avoir un extrait phénolique purifié (Benarous, 2006).

III.2. Dosage des polyphénols

III.2.1. Réactifs utilisés :

Nous avons utilisé :

- Un polyphénol témoin : l'acide gallique pour la réalisation de la gamme d'étalonnage en milieu aqueux.
- Le réactif de Folin-Ciocalteu « 500 µl (10 fois dilué) » : à 100 µl du réactif de Folin-Ciocalteu on a ajouté 900 µl d'eau distillée.
- Le Carbonate de sodium « 2 ml Na_2CO_3 à 20% (m/v) » : 2g de carbonate de sodium ont été dissous dans 10 ml d'eau distillée.

III.2.2. Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique

A partir d'une solution mère aqueuse préparée de l'acide gallique de concentration massique 0.5 g/l, des solutions filles sont ainsi préparées à des concentrations allant de 0.06 g/l jusqu'à 0.28 g/l.

A l'aide d'une micropipette, 100 µl de chaque solution est introduite dans des tubes à essais, suivi de l'addition de 500 µl du réactif de Folin-Ciocalteu (10 fois dilué dans de l'eau). Après 2 minutes, 2 ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 à 20% (m/v) ont été ajoutés (ce qui favorise un milieu alcalin pour déclencher la réaction d'oxydo-réduction). Par la suite, ces solutions sont maintenues à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante.

La lecture de l'absorbance de chaque solution est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 760 nm contre un blanc (même solution sans la

solution d'acide gallique) ce qui nous permet de tracer la courbe d'étalonnage,(Figure 8 en annexe)

Les concentrations sont calculées à partir de formule suivant $Y = 3.1945x - 0.0303$ (x : valeur de l'axe x , Y : valeur de l'axe y)

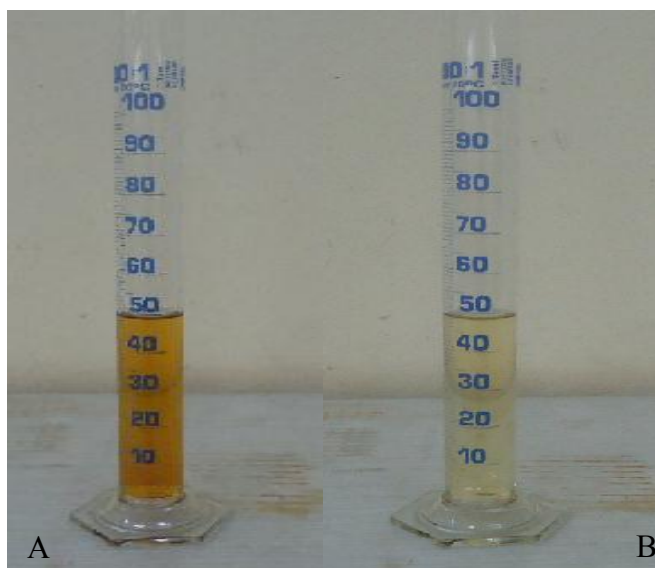
Tableau 1 : Concentration g/EAG des échantillons des différents phytoextraits utilisés

Olivier vert sain	Olivier vert infesté	Olivier mature sain	Olivier mature infesté
0,603	0,672	0,478	0,594
Oranger vert sain	oranger vert infesté	oranger mature sain	oranger mature infesté
0,888	0,76	0,77	0,61

III.3.Obtention des doses

Après avoir séparé le méthanol des polyphénols par le biais du rotavapeur, nous avons obtenu une solution très concentrée de polyphénols pour laquelle nous avons ajouté l'eau distillée pour obtenir une solution mère pour chaque extrait à 50%. Ensuite, nous préparons deux concentrations différentes (figure 17) :

- Pour la première dose, nous avons pris 30 ml de solution mère et nous avons complété ce volume par 20 ml d'eau distillée pour obtenir un volume de 50 ml qui représente la dose **D1**.
- Pour la deuxième dose, nous avons pris 5 ml de solution mère et nous avons complété ce volume par 45 ml d'eau distillée pour obtenir un volume de 50 ml qui représente la dose **D2**.



A: concentration à 30% B: concentration à 5%

Figure 17 : Préparation des doses (Original, 2014)

III.4. Applications des traitements au laboratoire :

Des rameaux de pêcher comprenant des feuilles infestées par des colonies du puceron du prunier ont été fraîchement récoltés d'un verger de pêcher situé à la sortie de la commune de Soumâa à proximité de l'Université. Ces rameaux ont été par la suite disposés dans des tubes à essai contenant une solution nutritive (figure 18) pour éviter leur dessèchement et la mort des pucerons. Nous avons utilisé 2 répétitions par dose étudiée ($D_1(R_1, R_2) = 30\%$ et $D_2(R_1, R_2) = 5\%$), et par traitement à raison de 3 tubes à essais pour chaque lot témoin et traité (lot 1 : rameaux infestés servant de témoins et traités avec de l'eau distillée, lot 2 : rameaux infestés traités avec les extraits phénoliques d'écorces d'oranges saines et infestées avant maturation, lot 3 : rameaux infestés traités avec les extraits phénoliques d'écorces d'oranges saines et infestées à la maturité, lot 4 : rameaux infestés traités avec les extraits phénoliques de fruits d'oliviers sains et infestés avant maturation, lot 5 : rameaux infestés traités avec les extraits phénoliques de fruits mûrs d'oliviers sains et infestés).

Les solutions de traitement ont été pulvérisées à l'aide d'un pulvérisateur d'une contenance de 50 ml, de manière homogène sur tout le rameau.

Les observations après traitement ont été réalisées pendant une période d'exposition de 3 jours. Nous avons comptabilisé l'abondance des colonies vivantes du puceron du prunier après 24h, 48h, 72h. Les phytoessais ont été effectués à une température moyenne de laboratoire de $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de 50%, enregistrées au courant du mois de juin 2014.



Figure 18. Dispositif des traitements (Original, 2014).

III.5. Exploitation des données d'observation:

III.5.1. Calculs des rendements en polyphénols des phytoextraits des écorces d'oranger et des fruits d'olivier

Le rendement en polyphénols totaux a été calculé par l'équation suivante : $Rdt = (m / Ps) \times 100\%$ avec **Rdt** exprimant le rendement en %, **m** : la masse d'extrait végétal (g) et **Ps** la prise d'essai (poudre) (g). Nous avons obtenu les rendements suivants (tableau 2), en prenant en considération 3 échantillons.

Tableau 2 : Rendements en polyphénols des fruits d'olivier (Soumâa) et des écorces d'oranger (Attatba).

	Nombre d'échantillons	Rendement %
Olivier	1	76
	2	98
	3	80
Oranger	1	24
	2	34
	3	40

III.5.2. Evaluation de la toxicité des substances phénoliques extraites des écorces d'orangers et des fruits d'olivier

L'évaluation de l'effet toxique des traitements biologiques a été estimée par la comparaison des abondances des populations résiduelles (P.R.) exprimées en pourcentages de *H. pruni*, selon le test de Dunnett. Le pourcentage des populations aphidiennes résiduelles est exprimé par le rapport du nombre de formes vivantes dans les lots traités sur le nombre de formes vivantes dans les lots témoins.

Lorsque le pourcentage des populations résiduelles est inférieur à 30%, la molécule bioactive est toxique, si ce pourcentage est par contre compris entre 30% et 60%, la molécule est moyennement toxique, s'il est évalué à plus de 60%, l'effet toxique de la substance ou de la molécule est faible ou neutre. La significativité des résultats a été testée par une analyse de variance, lorsque le problème était de savoir si la moyenne des pourcentages des populations aphidiennes résiduelles de *H. pruni* variait significativement selon les conditions. Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu (temps après traitement, temps et dose), nous avons utilisé le modèle linéaire global de l'ANOVA (GLM), pour connaître explicitement l'effet d'un

facteur indépendamment. Nous avons également étudié les interactions entre facteurs selon le type d'extrait la dose et le temps d'exposition. Dans un premier temps, nous avons examiné les différences d'efficacité des substances phénoliques au sein d'une même plante (d'après la nature du fruit : sain ou infesté, mature ou immature). Dans un second temps, nous avons étudié les différences comparées entre les extraits phénoliques d'oranger et d'olivier.

I- Etude de l'efficacité des extraits phénoliques seuls sur les populations aphidiennes de *Hyalopterus pruni* :

Le modèle général linéaire (G.L.M.) a été utilisé pour l'étude comparative des huit traitements utilisés à savoir les polyphénols des fruits d'olivier et les polyphénols des zestes d'oranger sur la variation temporelle des taux de populations résiduelles de *Hyalopterus pruni* en fonction du temps et des doses appliquées lors des traitements. Les comparaisons des moyennes ont été réalisées pour chaque extrait phénolique obtenu à partir de fruits sains ou infestés que ce soit à l'état vert ou pendant la phase de maturité.

L'évaluation des toxicités a été basée sur le calcul des pourcentages de populations résiduelles des différents ravageurs cibles à partir de la formule de Dunett. Les degrés de toxicité des principes actifs sont estimés à très toxique ($PR < 30\%$), moyen ($30\% < PR < 60\%$) ou sans effet (neutre $PR > 60\%$).

I.1. Efficacités des extraits phénoliques des zestes d'oranger :

I.1.1. Efficacités des extraits phénoliques des zestes d'oranger sain non mature :

L'effet seul des facteurs dose et temps sur les populations résiduelles du puceron *Hyalopterus pruni* a engendré une toxicité neutre des extraits phénoliques des zestes d'oranger sain non mature avec une différence significative dans le temps de 24h à 72h ($p < 1\%$). La dose d2 (5%) moins concentrée que la dose d1 (30%) a donné une meilleure réduction des populations de *H. pruni* (figure. 19).

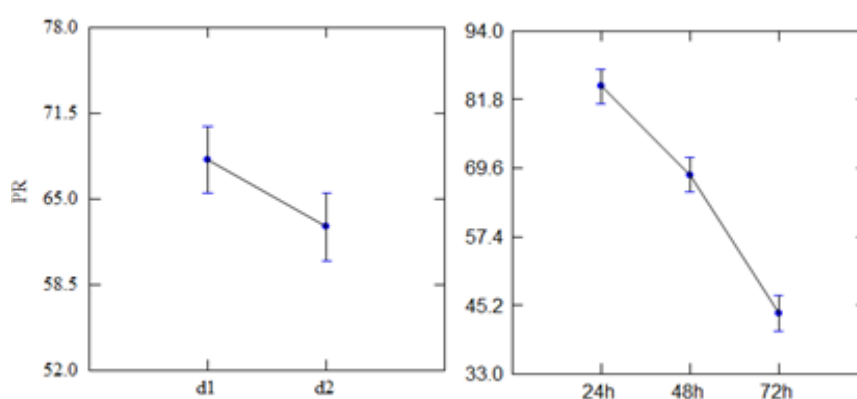


Figure 19 : Evaluation de la toxicité des extraits poly phénoliques des zestes d'oranger sain vert sur les populations du puceron, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p=0.164$) ; temps $p=0.000$)

On remarque une diminution de 40% des populations aphidiennes en effet au bout du 3^{ème} jour après exposition aux extraits (figure 19). L'analyse des moyennes des populations résiduelles aphidiennes prenant en compte les interactions dose x temps affiche également un effet neutre non significatif de ces mêmes extraits phénoliques qui reste similaire entre les deux doses utilisées (d1 et d2) à 72h (figure 20).

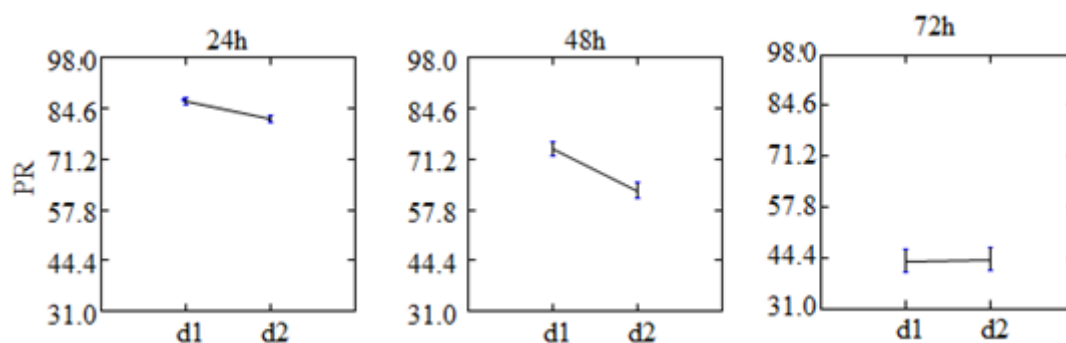


Figure 20 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des zestes d'oranger vert sain ($P=0,435 > 5\%$ NS).

Conclusion : la toxicité des extraits phénoliques des zestes d'oranger non infestés et non mures est neutre. L'effet du facteur dose seul, n'est pas significatif, alors que l'effet du facteur temps d'exposition est hautement significatif, avec une toxicité moyenne à 72h. L'effet des interactions dose-temps n'est pas significatif, il reste le même pour chacune des doses d1 et d2 à 72h.

I.1.2 Efficacité des extraits phénoliques des zestes d'oranger non mature infesté :

L'effet des extraits phénoliques des zestes d'oranger infesté non mature est indiqué sur la figure 21.

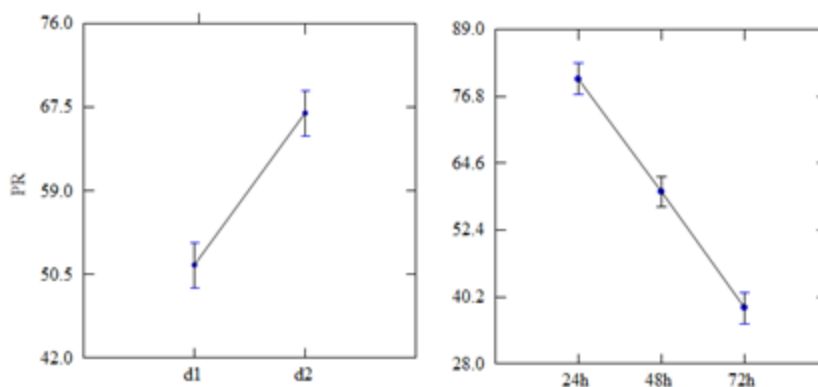


Figure 21 : Evaluation de la toxicité des extraits polyphénoliques des zestes d'oranger vert infesté sur les populations du puceron, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p=0.000$) ; temps $p=0.000$)

L'effet seul des facteurs dose et temps sur les populations résiduelles du puceron *Hyaloperus pruni* a engendré une toxicité neutre des extraits phénoliques des zestes d'oranger infesté non mature avec une différence hautement significative entre les deux doses selon le temps d'exposition de 24h à 72h ($p < 1\%$), (Figure 21). L'interaction dose x temps montre un effet neutre des substances phénoliques à 24h et 48h et un effet toxique pour la dose 1 à 72h (figure 22, $p < 5\%$).

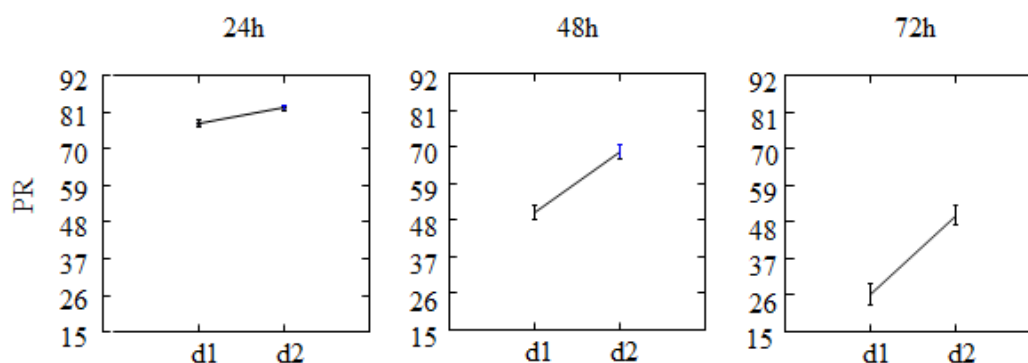


Figure 22 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des zestes d'oranger non mûre infesté ($P = 0.04 < 5\% *$).

Conclusion : Effet dose et temps hautement significatif, Effet moyennement toxique des polyphénols (zestes d'oranger vert infesté) pour d1 et à 72h. Effet interaction dose-temps significatif, moyennement toxique à 48h et toxique à 72 h notamment pour d1.

I.1.3. Efficacité des extraits phénoliques des zestes d'oranger sains mûre :

L'effet des deux doses testées des extraits phénoliques des zestes d'oranger sain mûre sur les populations du puceron *H. pruni* est identique et non significatif. Le pourcentage des PR a atteint 40% à 72h ($p < 1\%$) d'où un effet moyennement toxique des substances phénoliques étudiées, (Figure 23). L'interaction dose x temps indique un effet moyennement toxique pour les deux doses (figure 24).

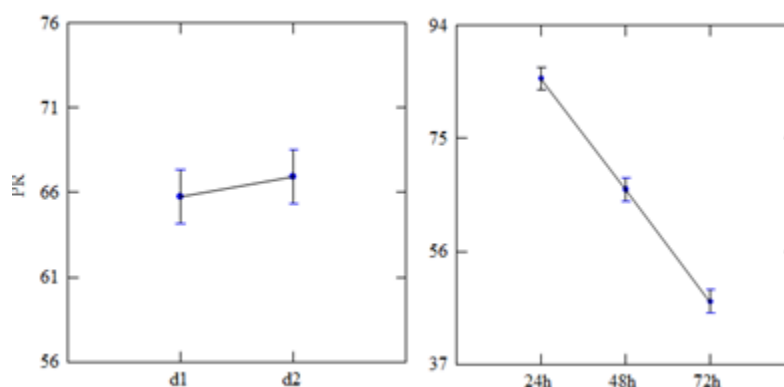


Figure 23: Evaluation de la toxicité des extraits polyphénoliques des zestes d'oranger sain mûre sur les populations du puceron *H. pruni*, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% $p=0.161$) ; temps $p=0.000$).

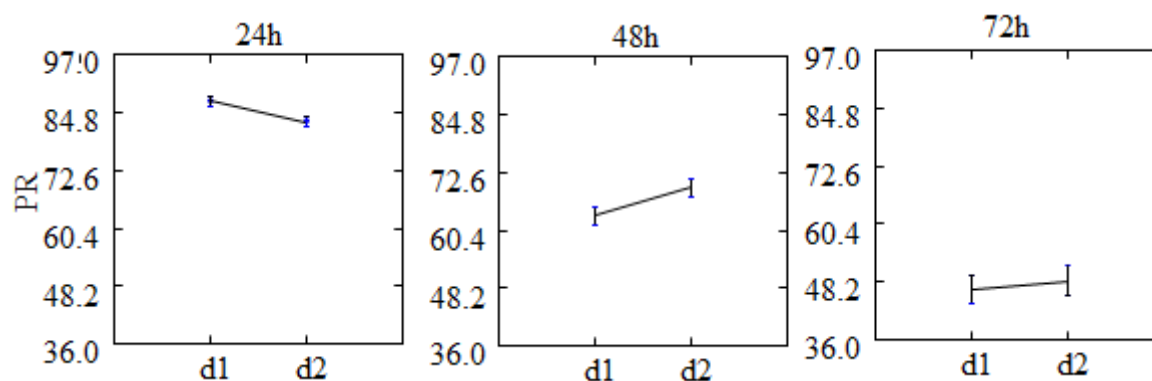


Figure 24: Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) de l'effet des polyphénols des zestes d'oranger mature sain ($P = 0.181 > 5\%$ NS)

Conclusion : Effet dose non significatif, effet temps hautement significatif. Effet interaction dose-temps non significatif avec une toxicité neutre des polyphénols à 24h et 48h pour les deux doses excepté à 72 h où la toxicité devient moyenne.

I.1.4. Efficacité des extraits phénoliques des zestes d'oranger infesté mature :

L'effet seul des facteurs dose et temps sur les populations résiduelles exposées aux extraits phénoliques des zestes d'oranger infesté mature, a induit une toxicité moyenne pour la dose1 et une toxicité neutre pour la dose2 avec une différence hautement significative entre les deux doses selon le temps d'exposition de 24h à 72h ($p < 1\%$), (Figure 25). L'interaction dose x temps montre un effet neutre des substances phénoliques à 24h, moyennement toxique à 48h et un effet toxique à 72h pour la dose 1 (figure 26, $P = 0.002 < 1\%$).

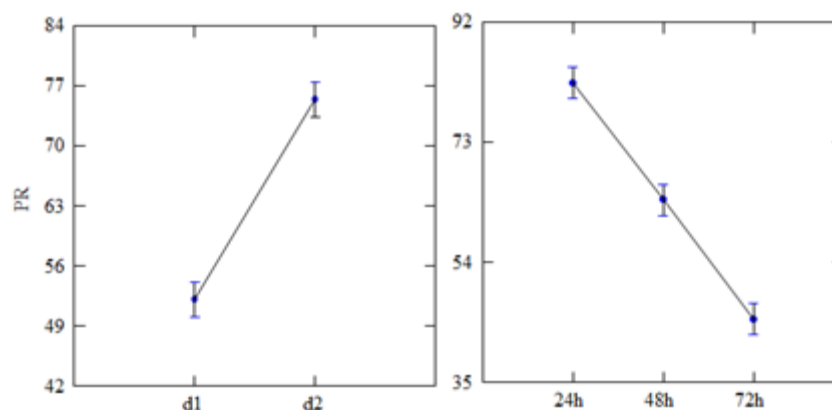


Figure 25: Evaluation de la toxicité des extraits poly phénoliques des zestes d'oranger mature infesté sur les populations du puceron *H. pruni*, (Anova, GLM) (dose 1=30% dose 2= 5%, $p=0.000$; temps $p=0.000$).

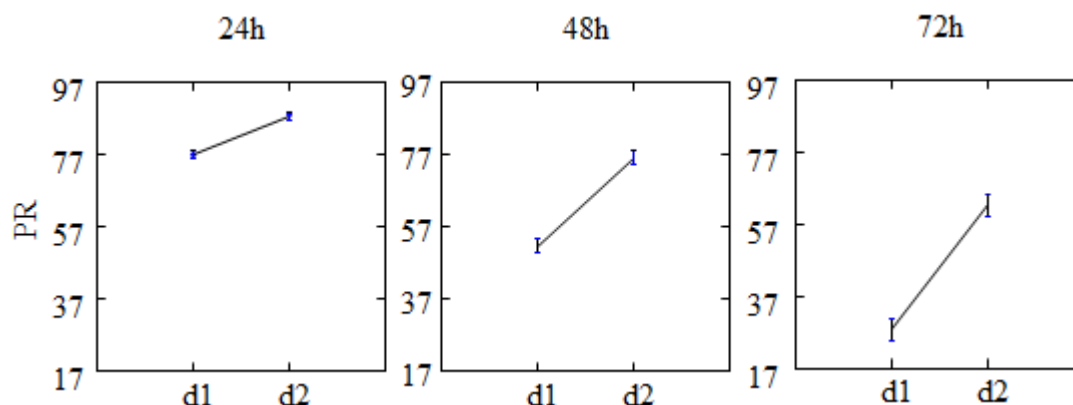


Figure 26 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des zestes d'oranger mature infesté ($P = 0.002 < 1\% \text{ **}$)

Conclusion : Effet dose et temps hautement significatif, Effet moyennement des polyphénols (zestes d'oranger mature infesté) pour d1 et à 72h. Effet interaction dose-temps significatif, moyennement toxique à 48 h et toxique à 72 h pour d1.

I.2. Efficacité des extraits phénoliques des fruits d'olivier:

I.2.1. Efficacité des extraits phénoliques des fruits non infestés de l'olivier à l'état vert :

Les variations des pourcentages de populations résiduelles du puceron *H. pruni* sous l'effet des extraits phénoliques des fruits non matures et non infestés de l'olivier cultivé sont indiqués dans la figure 27. L'effet dose seul n'est pas significatif et neutre, l'effet des deux doses est similaire. La toxicité des extraits augmente dans le temps avec une différence hautement significative entre les deux doses selon le temps d'exposition de 24h à 72h ($p < 1\%$), (Figure 27). L'interaction dose x temps montre un effet neutre des substances phénoliques à 24h et 48h et un effet moyennement toxique pour la Dose d2 et toxique pour la dose 1 à 72h (figure 28, $P = 0.365 > 5\%$)

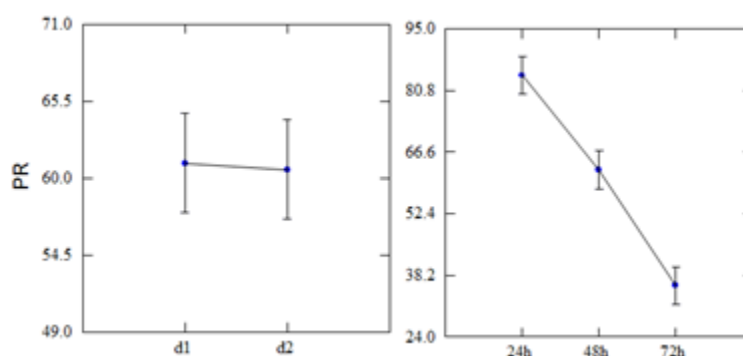


Figure 27: Evaluation de la toxicité des extraits poly phénoliques des fruits d'olivier sain vert sur les populations du puceron *H. pruni*, (Anova, GLM) (effet dose 1=30% dose 2= 5%, $p=0.928$; effet temps $p=0.000$)

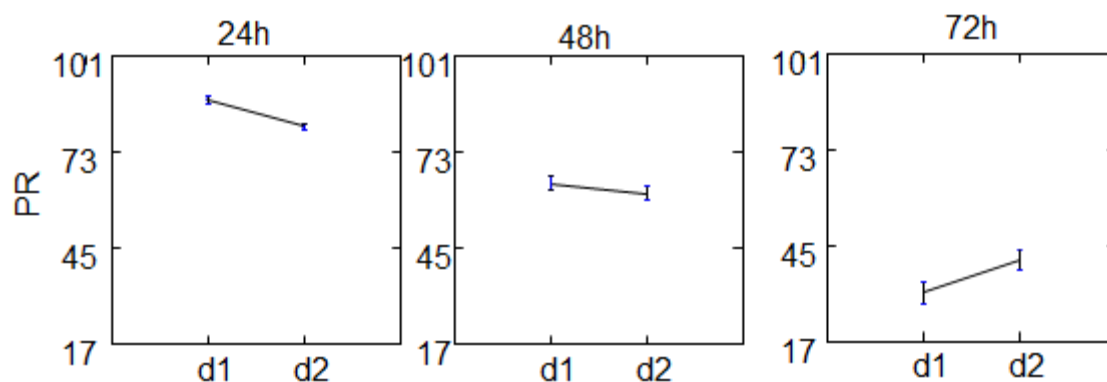


Figure 28 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier non mature sain ($P = 0.365 > 5\%$ NS).

Conclusion : Effet dose neutre et non significatif, Effet temps hautement significatif, Effet interaction dose-temps non significatif et neutre à 24h et 48h, effet moyennement toxique (d2) à toxique (d1) à 72h.

I.2.2. Efficacité des extraits phénoliques des fruits infestés d'olivier non mature :

L'effet seul des facteurs dose et temps sur les populations résiduelles du puceron *Hyaloperus pruni* a engendré une toxicité moyenne des extraits phénoliques des fruits d'olivier infesté non mature avec une différence hautement significative entre les deux doses selon le temps d'exposition de 24h à 72h ($p < 1\%$), (Figure 29). L'interaction dose x temps montre un effet moyennement toxique des substances phénoliques à 48h et un effet toxique $< 20\%$ pour les deux doses à 72h (figure 30, $P = 0.455 > 5\%$).

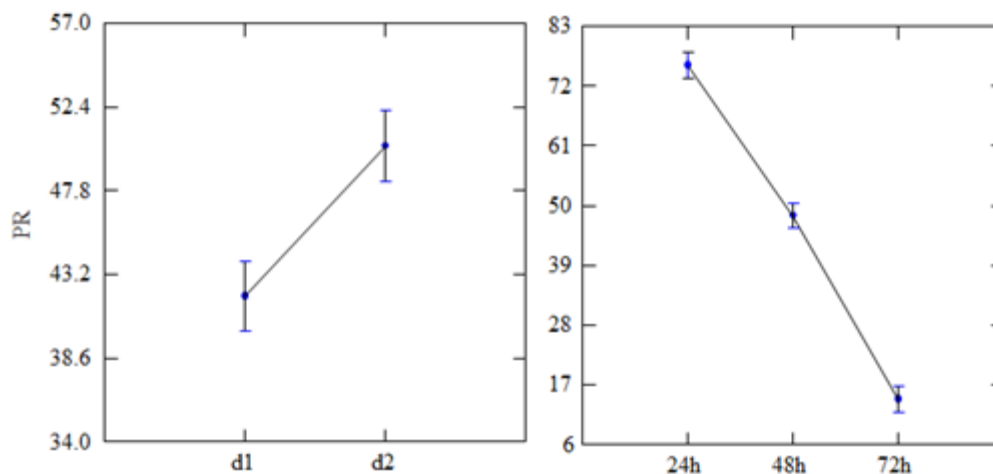


Figure 29 : Evaluation de la toxicité des extraits polyphénoliques des fruits d'olivier infesté vert sur les populations du puceron, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p=0.004$; temps $p=0.000$)).

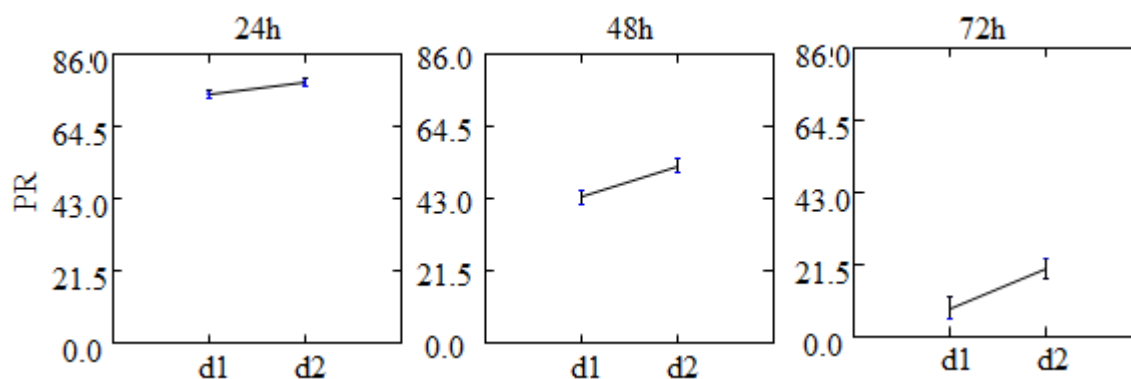


Figure30 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits infesté d'olivier à l'état vert ($P = 0.455 > 5\%$ NS)

Conclusion : Effet dose et temps hautement significatif, Effet toxique pour d1 et d2 à 72h. Effet interaction dose-temps non significatif, moyennement toxique à 48h et très toxique à 72h pour d1 et d2.

I.2.3. Efficacité des extraits phénoliques des fruits non infestés et mûrs d'olivier:

L'effet des extraits phénoliques d'olivier mature sain indique une toxicité neutre hautement significative entre les deux doses et selon le temps d'exposition de 24h à 72h ($p < 1\%$), (Figure 31). L'interaction dose x temps n'est pas significative avec un effet toxique $< 30\%$ pour les deux doses à 72h (figure 32, $P = 0.914 > 5\%$).

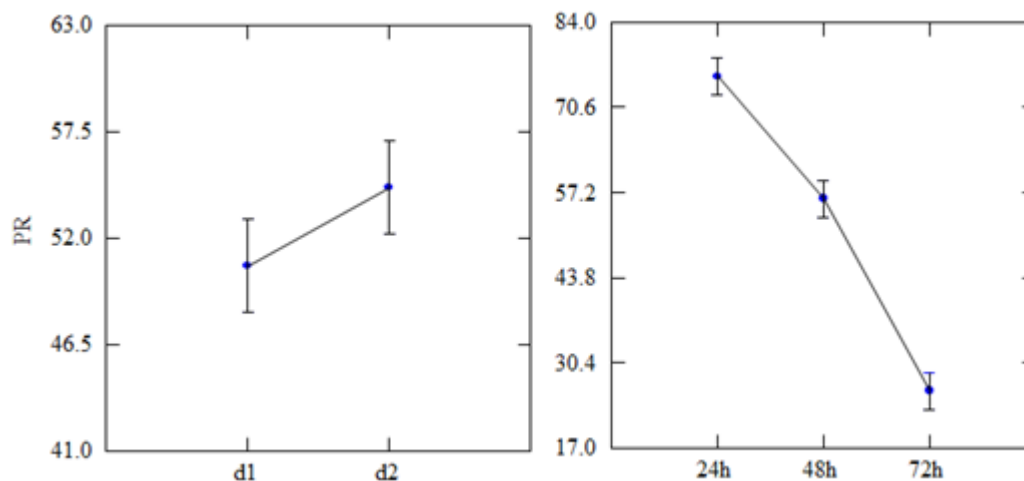


Figure 31 : Evaluation de la toxicité des extraits poly phénoliques des fruits d'olivier mature sain sur les populations du puceron *H. pruni*, (Anova, GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p=0.246$; temps $p=0.000$)).

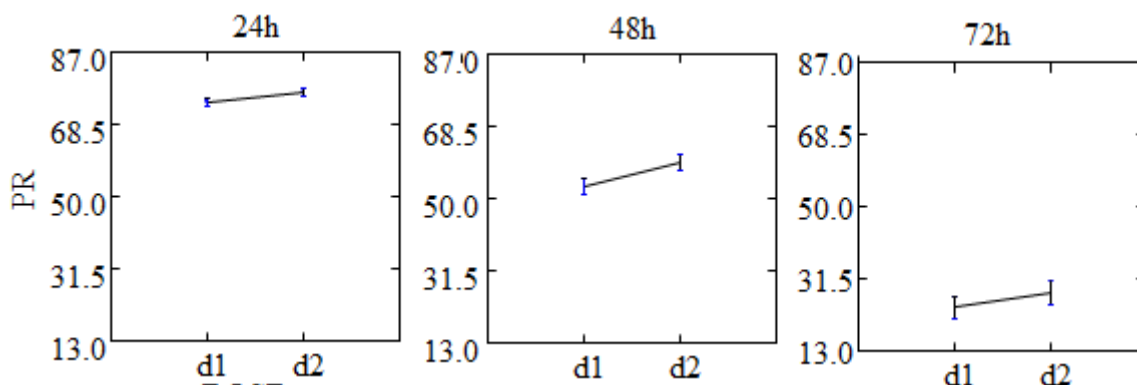


Figure 32 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier sain mature ($P = 0.914 > 5\%$ NS)

Conclusion : Effet dose non significatif, Effet temps hautement significatif. Effet interaction dose-temps non significatif, neutre à 24h, moyennement toxique à 48h pour d1 et toxique à 72 h où l'effet des deux doses est le même.

I.2.4. Efficacité des extraits phénoliques des fruits infestés d'olivier mature:

D'après les analyses on remarque un effet moyennement toxique des extrait phénolique des fruits d'olivier infesté mature avec une différence hautement significative entre les deux doses selon le temps d'exposition de 24h à 72h ($p < 1\%$)(figure 33).interaction dose x temps un effet significatif moyennement toxique < 50 des substances phénoliques à 48h et un effet toxique < 20% pour les deux doses à 72h (figure 34, $P = 0.018 < 5\%$).

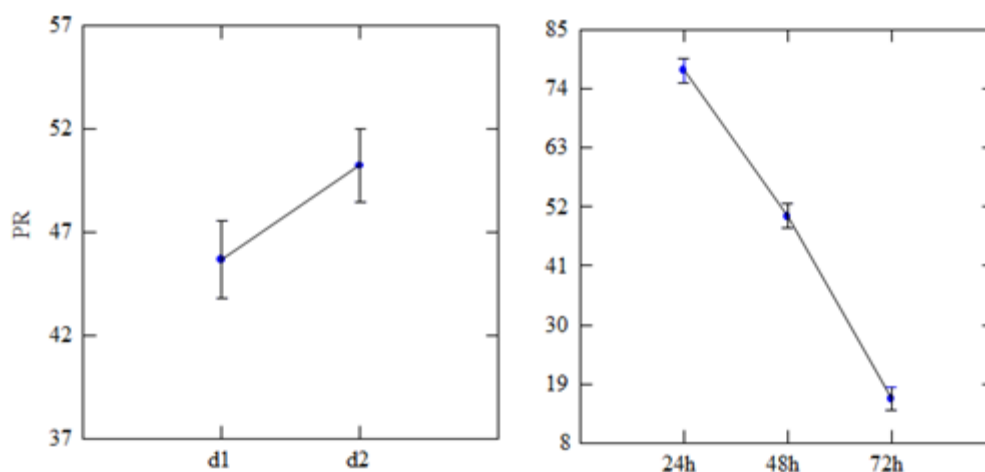


Figure 33 : Evaluation de la toxicité des extraits poly phénoliques des fruits d'olivier mature et infesté sur les populations du puceron *H. pruni* , Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p = 0.067$; temps $p = 0.000$))

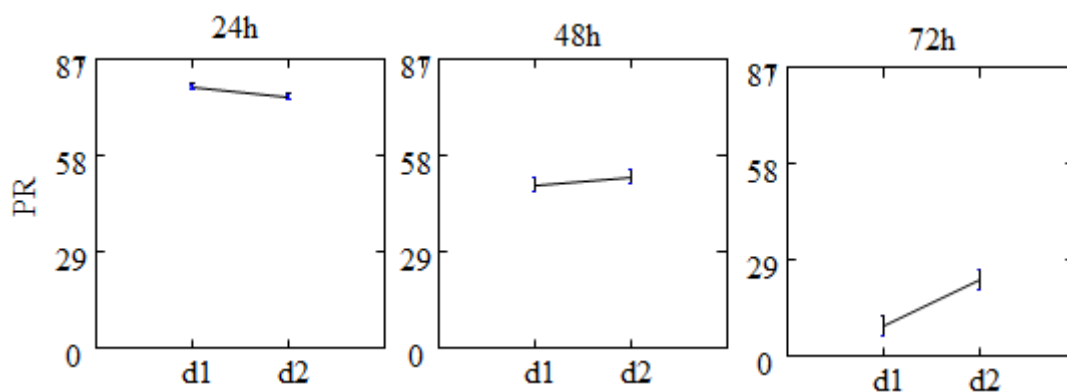


Figure 34 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier infesté mature ($P = 0.018 < 5\% *$)

Conclusion : Effet dose et temps hautement significatif, Effet toxique des polyphénols (fruits d'olivier mature infesté) pour d1 et d2 à 72h. Effet interaction dose-temps significatif, moyennement toxique à 48 h et toxique à 72 h pour d1 et d2.

II- Etude de l'efficacité comparée des extraits phénoliques étudiés sur les populations d'*Hyaloperus pruni* :

II.1. Différences entre les extraits de fruits sains non matures

L'analyse de l'effet comparé des extraits phénoliques de fruits sains non matures d'olivier et d'oranger selon la dose et le temps, sur les populations résiduelles du puceron *Hyaloperus pruni* est présentée dans les figures 35 à 37. L'effet des deux doses est similaire et a engendré une toxicité neutre des extraits phénoliques ($p = 0.374 > 5\%$, figure 36). Cependant, nous observons une toxicité qui augmente dans le temps notamment à 72h avec une différence très hautement significative de 24h à 72h (Figure 35 et figure 36 $p < 1\%$). Après 3 jours de l'application, la toxicité des deux extraits comparés est élevée (PR < 40%) (Figure 36) mais la différence entre les deux extraits (oranger vert sain et olivier vert sain) n'est pas significative (Effet des interactions dose-temps et extrait-temps, $p = 0,353$ et $p = 0,218$, figure 36 37)

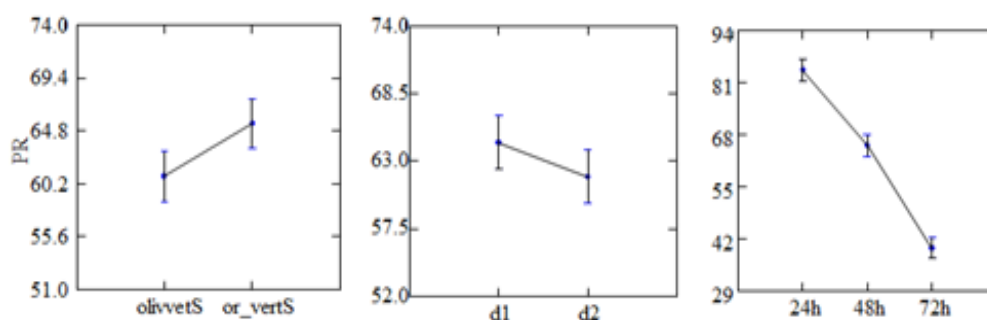


Figure 35 : Evaluation de la toxicité comparée des extraits polyphénoliques des fruits sains non matures d'olivier et d'oranger sur les populations du puceron *H. pruni*, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p = 0.374$) ; temps $p = 0.000$; EXTR $p = 0.145$)

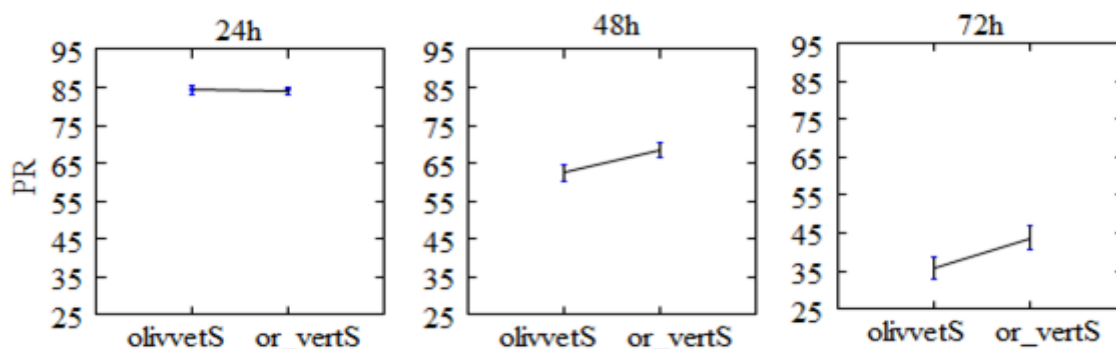


Figure 36: Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- temps (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) ($p= 0.539 > 5\%$ NS).

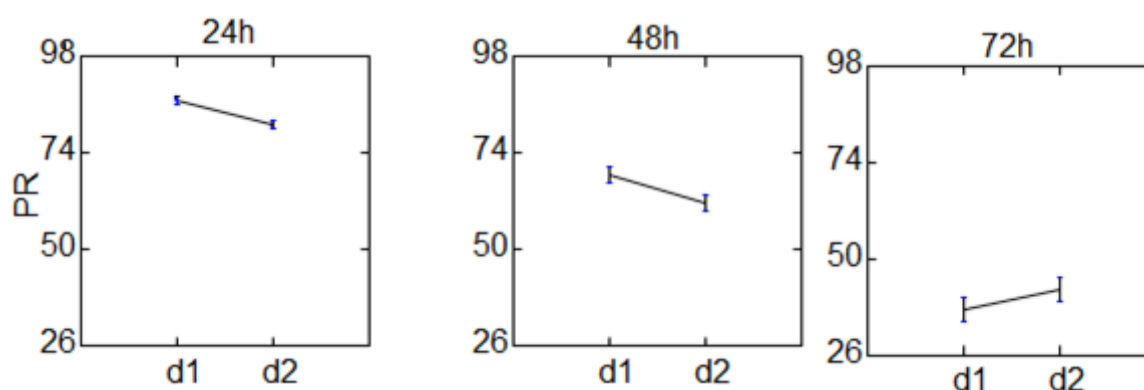


Figure 37 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) ($p= 0.218 > 5\%$ NS).

II.1.2. Différences entre les extraits de fruits infestés non matures

L'analyse des effets seuls des extraits de fruits infestés de l'olivier et de l'oranger (GLM, ANOVA, systat vers. 7.1) montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les polyphénols de l'olivier et ceux de l'oranger ($p < 1\%$, figure 38). En étudiant les résultats des interactions, l'analyse de la variance met en évidence un effet moyennement toxique de la dose d1 des polyphénols extraits de l'olivier par rapport à ceux de l'oranger d'une part (figure 39, différence marginalement significative) et un effet très toxique à 72h (figure 40, $P < 1\%$), concernant en particulier l'effet de la dose d1 qui a engendré un effet plus toxique que la d2 (figure 41, $p= 0,02$).

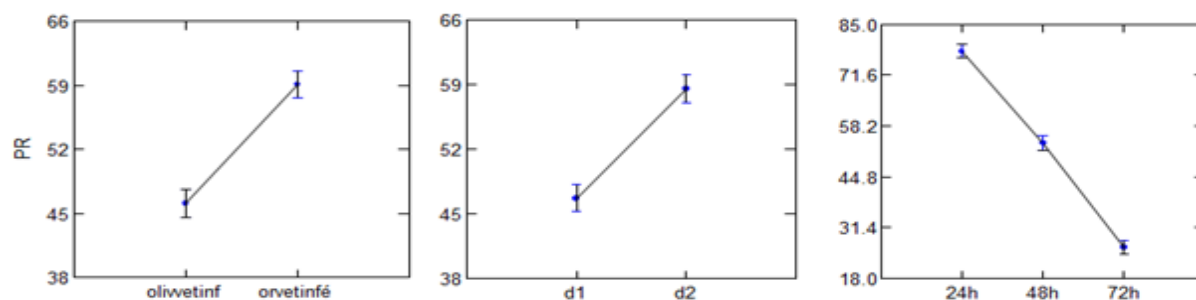


Figure 38 : Evaluation de la toxicité comparée des extraits polyphénoliques des fruits non mûres infestés d’olivier et d’oranger vert infesté sur les populations du puceron *H. pruni*, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p=0.000$) ; temps $p=0.000$; EXTR $p=0.000$)

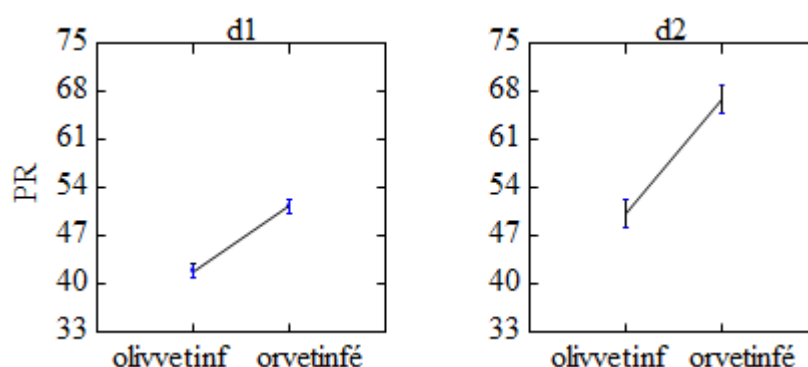


Figure 39 : Résultats de l’interaction entre facteurs extrait phénolique- dose (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) de l’effet des polyphénols des fruits d’olivier vert infesté et des zeste d’oranger vert infesté ($p=0.087$, Différence marginale)

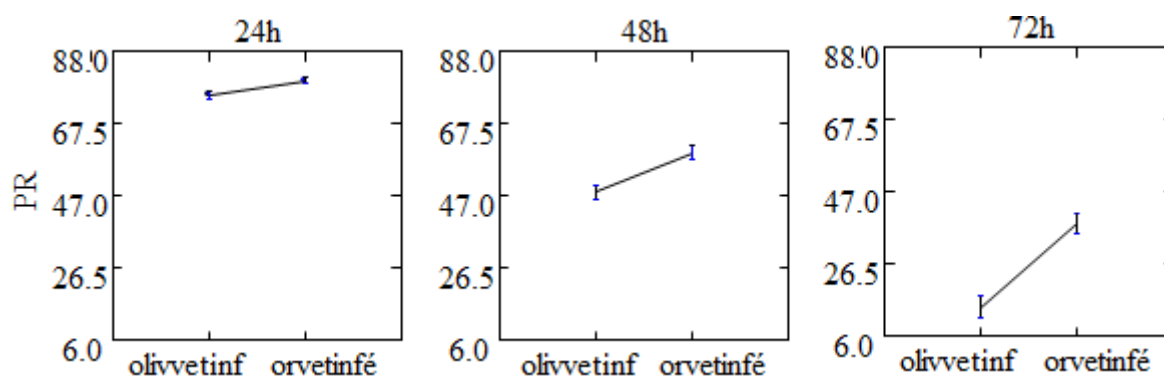


Figure 40 : Résultats de l’interaction entre facteurs extrait phénolique- dose (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) de l’effet des polyphénols d des fruits d’olivier vert infesté et des zeste d’oranger vert infesté ($p=0.001 < 1\%^{**}$)

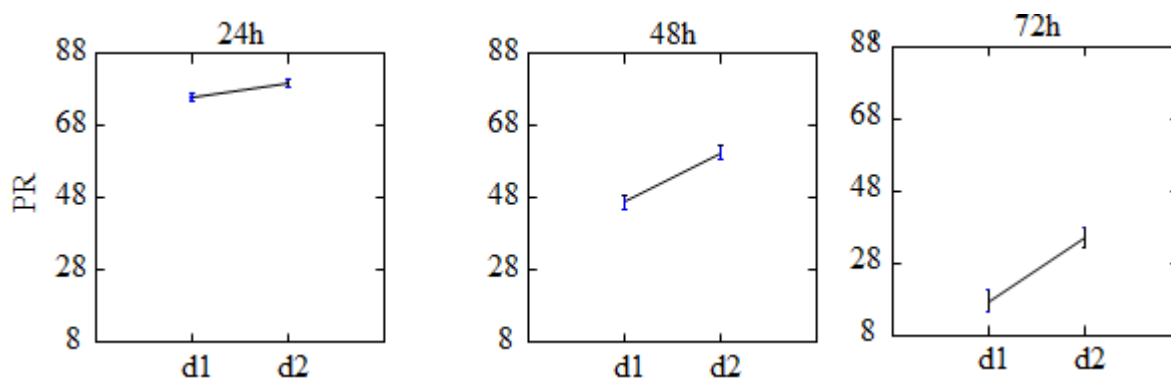


Figure 41 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier vert infesté et des zeste d'oranger vert infesté ($p=0.026 < 5\%$ *)

II.1.3. Différences entre les extraits de fruits sains matures

L'effet comparée des extraits phénoliques des zestes d'oranger mature sain et fruits d'Oliver mature sain indique une différence hautement significative entre les deux extraits d'une part et selon le temps d'exposition d'autre part (Figure 42 $p < 1\%$). L'analyse de l'interaction extrait phénolique-dose indique un effet moyennement toxique non significatif entre les deux dose des substances phénoliques ($p=0.485 > 5\%$, figure 43). L'analyse de l'interaction extrait phénolique - temps met en évidence un effet neutre des extraits à 24h, moyennement toxique à 48h et toxique seulement pour l'extrait phénolique des fruits matures sains de l'olivier ($p=0.033 < 5\%$, figure 44) aussi bien pour la dose d1 que la dose d2 ($p > 5\%$, figure 45).

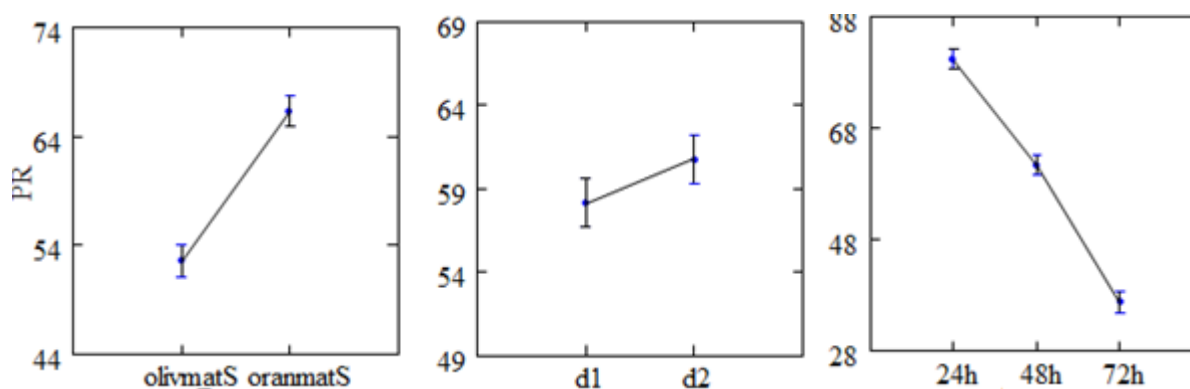


Figure 42: Evaluation de la toxicité des extraits poly phénoliques des fruits d'olivier mature sain et des zeste d'oranger mature sain sur les populations du puceron, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p=0.207$) ; temps $p=0.000$; EXTR $p=0.000$)

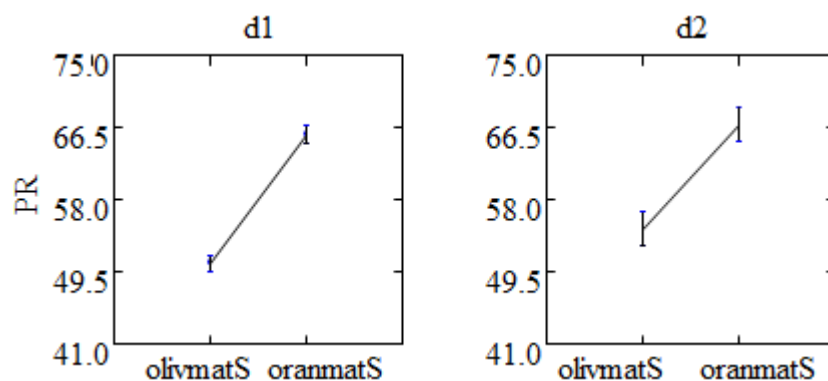


Figure 43 : Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique - dose (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature sain et des zeste d'oranger mature sain ($p=0.485 > 5\%$ NS)

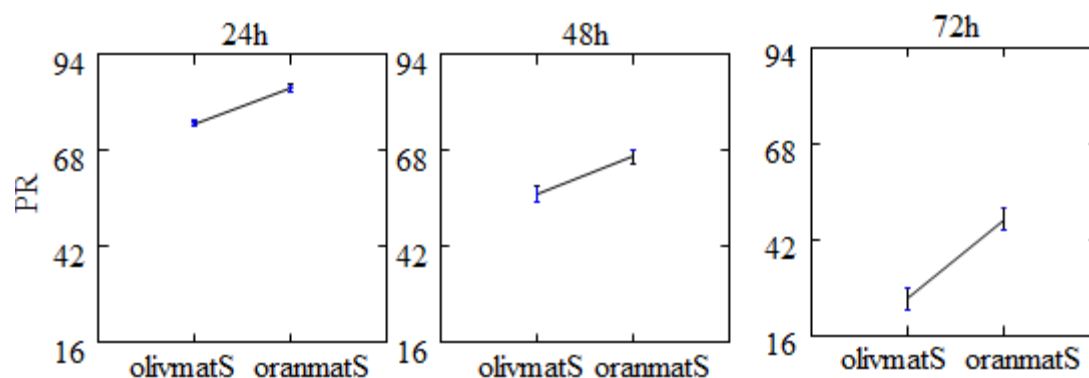


Figure 44 : Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique - temps (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature sain et des zeste d'oranger mature sain ($p=0.033 < 5\%$ *)

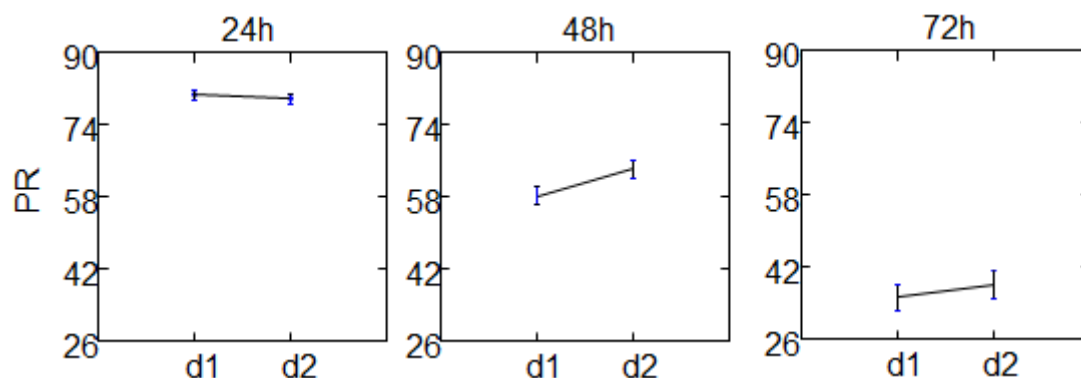


Figure 45 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose - temps (Modèle ANOVA, systat vers. 7.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature sain et des zeste d'oranger mature sain ($p=0.395 > 5\%$ NS).

II.1.4. Différences entre les extraits de fruits infestés matures

L'effet comparée des extraits phénoliques des zestes d'oranger mature infesté et fruits d'Oliver mature infesté est indiqué un effet hautement significative (Figure 46 $p < 1\%$), L'interaction extrait phénolique -dose montre un effet significative des substances phénoliques avec une toxicité moyenne de les extrait phénoliques des fruits d'Oliver mature infesté à dose1 et dose2 et extraits phénoliques des zestes d'oranger mature infesté à d1 seulement ($p = 0.000$), interaction extrait phénolique x temps à une toxicité significatif, moyennement toxique à 48h pour fruits d'Oliver mature infesté et des zestes d'oranger mature infesté à 72h, toxique $< 10\%$ pour fruits d'Oliver mature infesté à 72h ($p = 0.000$), interaction dose x temps effet significatif moyennement toxique pour la dose1 à 48h, dose2 à 72h et toxique pour la dose 1 à 72h ($p = 0.000$). (Figure 49)

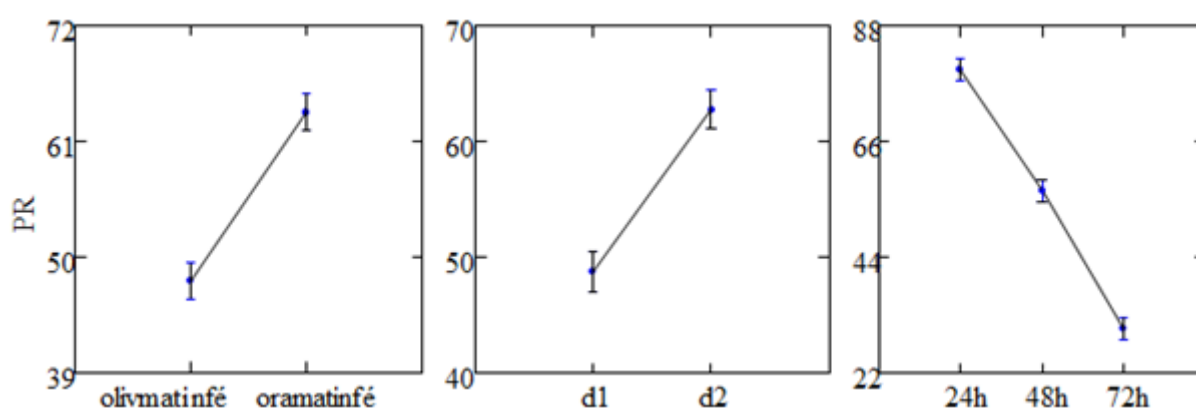


Figure 46: Evaluation de la toxicité des extraits poly phénoliques des zestes d'oranger mature infesté et fruits d'Oliver mature infesté sur les populations du puceron, Model (GLM) (dose 1=30% dose 2= 5% ($p = 0.000$) ; temps $p = 0.000$; EXTR $p = 0.000$)

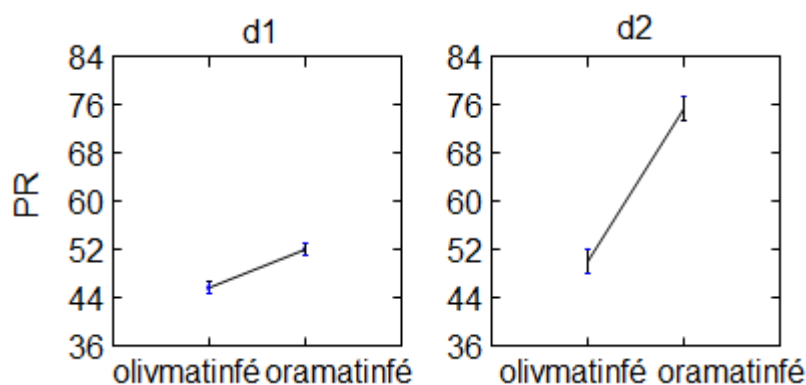


Figure 47: Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique-dose (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature infesté et des zeste d'oranger mature infestés ($p = 0.000^{***}$)

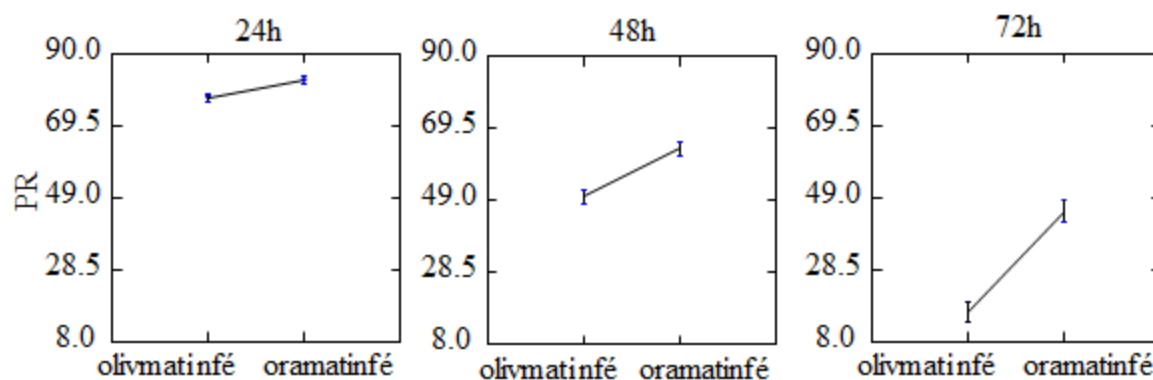


Figure 48: Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature infestés et des zeste d'oranger mature infestés ($p= 0.000^{***}$)

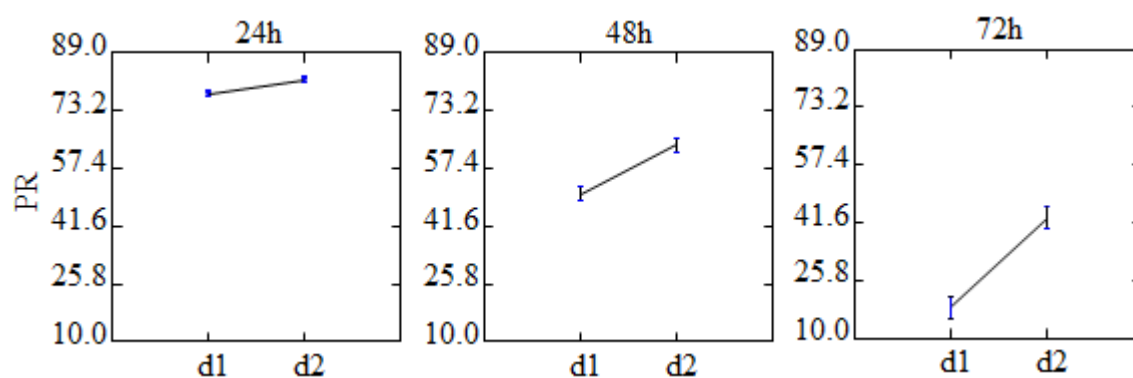


Figure 49: Résultats de l'interaction entre facteurs dose -temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature infestés et des zeste d'oranger mature infestés ($p= 0.000^{***}$)

III- Discussion générale :

III.1. Etude de l'efficacité des extraits phénoliques seuls sur les populations aphidiennes de *Hyalopterus pruni*

III.1.1 Efficacité des extraits phénoliques de l'oranger

Tableau 16 : Synthèse des effets des zestes de l'oranger et probabilités associées sur les populations résiduelles d'*H. pruni*

Extrait	dose	temps	Interactions Dose x temps
zestes d'oranger sain non mature	NS toxicité neutre	p<1‰, toxicité moyenne à 72h	Toxicité moyenne à 72h effet similaire de d1 et d2, NS
zestes d'oranger non mature infesté	p<1‰, toxicité moyenne pour d1	p<1‰, toxicité moyenne à 72h	Toxicité élevée à 72h pour d1, <5%
zestes d'oranger sains mature	NS toxicité neutre	p<1‰, toxicité moyenne à 72h	Toxicité moyenne à 72h, effet similaire de d1 et d2, NS
zestes d'oranger infesté mature	p<1‰, toxicité moyenne pour d1	p<1‰, toxicité moyenne à 72h	Toxicité élevée pour d1, p<1%

III.1.2 Efficacité des extraits phénoliques de l'olivier

Tableau 17 : Synthèse des effets des extraits de fruits de l'olivier et probabilités associées sur les populations résiduelles d'*H. pruni*

Extrait	dose	temps	Interactions Dose x temps
fruits verts non infestés	NS toxicité neutre	p<1‰, toxicité élevée à 72h	Toxicité moyenne à 72h (d2) toxicité élevée à 72h (d1), NS
fruits verts infestés	p<1%, toxicité moyenne pour d1	p<1‰, toxicité moyenne à 48h, élevée à 72h	Toxicité élevée à 72h pour d1 et d2, NS
fruits mûrs non infestés	NS toxicité neutre	p<1‰, toxicité élevée à 72h	Toxicité moyenne à 48h, et élevée à 72h, effet similaire de d1 et d2, NS
fruits mûrs infestés	p<5%, toxicité moyenne	p<1‰, toxicité moyenne à 48h et élevée à 72h	Toxicité élevée pour d1 et d2 à 72h, p<5%

III.2 .Etude de l'efficacité comparée des extraits phénoliques étudiés sur les populations d'*Hyalopterus pruni*

Tableau 18 : Synthèse des effets comparée des extraits de fruits de l'olivier et l'oranger et probabilités associées sur les populations résiduelles d'*H. pruni*

	Extrait	dose	temps	interactions		
				Ext x dose	Ext x tps	Dose x tps
Différences entre les extraits de fruits sains non matures	Effet neutre, NS	Effet neutre NS	Moyenne ment toxique à 72h, p< 1‰	NS	Moyenne ment toxique pour les 2extraits à 72h, NS	Moyenne ment toxique pour les 2 extraits à d1 et d2, NS
Différences entre les extraits de fruits infestés non matures	Effet moyennement toxique pour les deux extraits P<1‰	Effet moyennement toxique pour d1etd2 P<1‰	Effet Moyenne ment toxique à 48h,et toxique à 72h P<1‰	Effet Moyennement toxique Pour les Deux extraits à d1. P Différence marginale	Moyenne ment toxique pour extrait d'oranger et très toxique pour l'olivier à 72h p<1%	Moyenne ment toxique pour les 2 extraits à d2 et toxique pour d1 à 72h p<5%
Différences entre les extraits de fruits sains matures	Effet moyennement toxique pour extrait d'olivier seulement. P<1‰	Effet neutre NS	Effet toxique à 72h P<1‰	Effet Moyennement toxique Pour l'extrait d'olivier à d1 et d2. NS	Moyenne ment toxique pour extrait d'oranger et très toxique pour l'olivier à 72h p<5%	Moyenne ment toxique pour deux dose à 72h NS
Différences entre les extraits de fruits infestés non matures	Effet moyennement toxique pour extrait d'olivier seulement. P<1‰	Effet toxique Pour d1. P<1‰	Effet toxique à 72h P<1‰	Effet Moyennement toxique Pour l'extrait d'olivier à d1 et d2, et l'oranger à d1 seulement P<1‰	Moyenne ment toxique Pour l'extrait d'oranger, Et très toxique pour l'olivier à 72h P<1‰	Moyenne ment toxique Pour d2, Et très toxique pour d1. à 72h P<1‰

Nous avons mis en évidence à travers cette étude que les substances phénoliques extraites des fruits d'olivier et des zestes d'oranger ont un effet insecticide sur les populations du puceron *Hyalopterus pruni*.

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire pouvant avoir différents effets chez les insectes (Crosby *et al.* 1966 ; Rolland, 2004 ; Cetković *et al.*, 2007, Siddhuraju et Becker. 2007). La teneur en composés phénoliques change en fonction du stade de maturité des fruits. Ainsi, les caroténoïdes s'accumulent dans la pulpe des fruits au cours de la maturation. Les compositions en caroténoïdes peuvent être alors considérées comme des marqueurs de la variété, de l'origine géographique et des conditions culturelles (Curk, 2008), ce qui serait intéressant pour la valorisation des variétés les plus performantes en matière de teneur en composés phénoliques plus efficaces.

L'olivier est considéré comme étant une plante aromatique et médicinale, réservoir de composés naturels aux effets bénéfiques (Bisignano *et al.*, 1999). Les propriétés médicinales de l'olivier qui sont attribuées à ses feuilles font aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches scientifiques. En effet, l'utilisation des feuilles d'olivier en phytothérapie remonte à très loin dans l'histoire. Lee et Lee (2010) ont indiqué que les feuilles d'olivier possèdent une grande capacité biologique naturelle. En effet, ces deux auteurs ont testé individuellement et sous forme combinée l'effet antioxydant et antimicrobien de deux composés phénoliques propres aux feuilles d'olivier (l'Oleuropéine et l'acide caféique). Les résultats ont montré que ces deux composés phénoliques avaient exercé une activité antiradicalaire potentielle.

Les substances présentes dans les différents phyoextraits bruts des feuilles de néflier et de clémentinier montrent une variabilité saisonnière de la toxicité sur les populations résiduelles du psylle de l'olivier, d'après Sefiane Tsouri, (2011). Cette toxicité a atteint un maximum au bout de 4 jours. Les extraits phénoliques du clémentinier semblent être plus efficaces et plus toxiques notamment pour les extraits foliaires obtenus durant la période printanière, selon le même auteur. Les composés phénoliques extraits du feuillage du néflier et du clémentinier pourraient constituer des insecticides de remplacement ce qui contribuerait à un complément à l'efficacité des polyphénols de l'olivier lui-même synthétisés durant la période d'apparition des boutons floraux et des jeunes pousses selon Sefiane Tsouri (2011).

Dans les agrumes, certaines classes de flavonoïdes comme les flavanones, le kaempférol et la quercétine sont exclusivement présentes à de fortes concentrations. Le mode de culture semble influencer la distribution des flavonoïdes dans la plante. Chez les plantes cultivées en champs, une bonne proportion de flavonoïdes était conservée dans les feuilles, (Lacaille *et al.*, 1996 ; Bohm *et al.*, 1998).

La clémentine est particulièrement intéressante grâce à sa richesse en β -cryptoxanthine (caroténoïde) et en hespéridine (composé phénolique). La clémentine produite en région méditerranéenne serait alors plus riche en β -cryptoxanthine que la même clémentine produite en région tropicale et subtropicale.

Sur trois espèces citricoles infestées par la mineuse des agrumes : *Citrus sinensis*, *Citrus aurantium* et *Citrus clementina*, les contaminations étaient inversement proportionnelles à la teneur en composés phénoliques des feuilles prélevées à différentes poussées de sève selon Berkani et al., (2009). Ces auteurs ont constaté une absence de contamination de l'insecte sur la première poussée de sève printanière, bien que toutes les conditions soient favorables à son développement. Le seuil de 3 mg/g de matière fraîche de composés phénoliques est la limite au-dessus de laquelle sont observées de très faibles infestations de la mineuse des agrumes, considérées comme insignifiantes et n'ayant aucun impact sur le végétal.

L'effet biocide des composés phénoliques de la menthe et de l'oléastre a été étudié et évalué par Dellil (2013) sur des populations d'aleurodes infestant la tomate. Il n'ya pas de différence significative entre les effets des polyphénols extraits de l'oléastre et de la menthe sur les populations de l'aleurode des agrumes contrairement aux doses utilisées (Menthe C1.3g/27.95 ml, C2.2g/27.95 ml, C3.1g/50ml. Oléastre C1 :1.5/27.95 ml, C2 :1g/35.3 ml,

C3 :0.5 g /42.65ml) et après 4 jours de traitement. Dans ce cas, la dose c3 a permis de réduire l'abondance populationnelle en particulier après 96h.

Les résultats obtenus concernant la toxicité des extraits phénoliques sur quelques homoptères et poudres sur pédofaune, issu des mêmes plantes, montrent qu'ils ont un effet insecticide qui varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition. Les produits toxiques aux insectes adultes sont ceux qui provoquent une forte mortalité dans la population à faible concentration (Ketho et al. 2004).

Références bibliographiques

1. **Abousalim , A., Walali LDM ., Slaoui K., 1993-** Effet du stade phénologique sur l'enracinement des boutures semi ligneuses de l'olivier en tablettes chauffées. *Olivae* 46, p. 30-37.
2. **Amarowicz R., Dykes G.A. and Pegg R.B., 2008.** Antibacterial activity of tannin constituents from *Phaseolus vulgaris*, *Fagopyrum esculentum*, *Corylus avellana* and *Juglans nigra*. *Fitoterapia* 79(3): 217-219.
3. **Anonyme., 2003-** Rapport de synthèse. Direction des ressources en eau. Agence nationale d'aménagement des territoires, wilaya de Biskra, 65p.
4. **Arambourg Y., 1986** - Entomologie oléicole. Édité par le Conseil Oléicole International, Juan Bravo, Madrid, 360 p.
5. **Argenson C., Regis S., Jourdain M.& Vaysse P., 1999-** L'olivier ED.Paris,CTIFL.204 *Paranus* and *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control* 27: 251-259 .
6. **Aslam S.N., Stevenson P.C., Kokubun T. and Hall D.R., 2006.** Antibacterial and antifungal activity of cicerfuran and related 2-arylbenzofurans and stilbenes *Microbiology research* 164(2): 191-195.
7. **Bafi-Yebo N.F.A., Arnason J.T., Baker J. and Smith M.L., 2005** Antifungal constituents of Northern prickly ash, *Zanthoxylum americanum* Mill. *Phytomedicine* 12 370–377.
8. **Beecher, G. R. 2004-** Proanthocyanidins: Biological activities associated with
9. **Bentayeb .Z, 1975** -Biologie et l'écologie des arbres fruitiers
10. **Berkani A.,** "première données sur un nouveau ravageur en Algérie *phyllocnistis citrella stainton* (Lepidoptera-Gracillariidae) Mineuse nuisible au citrus", Journée technique sur la lutte contre la mineuse et la Cératite des agrumes. I.N.P.V, Alger, (1995), 10p.
11. **Bernie G., Forrester S., Grey D ., 2006-** Botanica. Encyclopedie de botanique et d'horticulture plus de 1000 plants de monde entière .édition place victoires 1020P
12. **Bertrand&Andreu,2013**,http://www.itab.asso.fr/downloads/jtintrants2013/05_c_bertrand_4p.pdf

13. **Bisignano, G., Tomaino, A., La Cascio, R., Crisafi, G., Uccella, N., and Saija, A., 1999.** On the in vitro antimicrobial activity of oleuropein and hydroxytyrosol. *J. Pharm. Pharmacol.*, 51: 971-974
14. **Bloor S. J., 2001.** *Method. Enzymol*, 335, 3-14
15. **Bohm ,H., Boeing ,H., Hempel ,J., Raab, B., Kroke A (1998)** Flavonols, flavones and anthocyanins as native antioxidants of food and their possible role in the prevention of chronic diseases. *Z Ernährungswiss* 37: 147–163
16. **BOIZOT N., CHARPENTIER J.P., 2006-** Méthodes rapides d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier
17. **Bonnemaison. L., 1962** – Les ennemis animaux des plantes cultivées. Ed. S.E.P., Paris, 668p
18. **Boucek Z., 1988.** Australasian Chalcidoidea (Hymenoptera). A biosystematic revision of genera of fourteen families, with a reclassification of species. CAB International, Wallingford, Oxon (U.K.), 703 p.
19. **Brandt ,coll ., 2002.** La fusion 85B-ESAT-6 fait l'objet d'études approfondies pour améliorer sa formulation dans le but d'obtenir des réponses protec.
20. **Brault. V., Uzest. M., Monsion. B., Jacquot. E., & Blanc. S., 2010** - Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. *C. R. Biologies* 333 : 525-531.
21. **Ćetković G. S., Mandić A. I., Čanadanović-Brunet J. M., Djilas S. M., Tumbas V. T. 2007:** HPLC Screening of Phenolic Compounds in Winter Savory (*Satureja montana* L.) Extracts. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies* 30 (2): 293-306
22. **Cetković G.S., Canadanović-Brunet J., Djilas S.M., Tumbas V.T., Markov S.L., Cetković D.D. 2007-** Antioxidant Potential, Lipid Les coccinelles phytophages. *Insectes*, n° 146 (3): 9-11
23. **Christelle. L., 2007** - Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.
24. **Crosby DG.** Natural pest control agents. *In* Gould, R.F. (Ed.). *Natural Pest Control Agents* (1966). *Adv. Chem. Ser.* 53, p. 1-16
25. **Crosby, D.G., Tucker, R.K., Aharonson, N., 1966.** The detection of acute toxicity with *Daphnia magna*. *Food Cosmet. Toxicol.* 4, 503–514.

26. **Dangles O, Stoeckel C, Wigand MC, Brouillard R., 2007** . Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Lett.* 1992, 33: 5227-30.
27. **Dedryver. C. A., 2010** - Les pucerons: biologie, nuisibilité, résistance des plantes. *Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques* – 14 et 15 déc. 2010 à Angers.
28. **Derrocca & al., (1992)** *des animaux*. Lavoisier Tec & Doc.
29. **Dewick PM.** The biosynthesis of shikimate metabolites. *Nat. Prod. Rep.* 1995, 12: 579-607.
30. **Drayne T.** Condensed vegetable tannins: biodiversity in structure and biological activities. *Biochem. Syst. Ecol.* 1999, 27 (4): 445-59.
31. **Edouard, R.** (1996)- La mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistis citrella* STANTON au Maroc, ampleur du problème et gestion de situation”, Recueil des actes du séminaire international sur la mineuse des agrumes, Blida, (1996), 22p.
32. **Ferrero, M. 2009** - *Le système tritrophique tomate tetranyques tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique.* Thèse doctorat, Montpellier.
33. **Fiehn O., Kopka J, Dormann P, Altmann T, Trethewey RN, Willmitzer L., 2002-** Plant metabolomics – the missing link in functional genomics strategies. *Plant Cell* 14:1437-1440. Hall, R.D.,
34. **Fleeger JL, Flipse IJ.** Metabolism of bovine semen XIII. Malonic acid metabolism by bovine spermatozoa. *J. Dairy Sci.* 1964, 47 (5): 535-8
35. **Fleuriet A., 1982.** *Thèse Doc. Etat*, MontpellierFood Chem. 1998, 46: 1887-92.
36. **Fournier, A. 2010** - *Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus pandora neoaphidis and implications for conservation biological control.* Thèse Doctorat. Univ Eth Zurich
37. **Fraval, A. 2006** - Les pucerons. *Insectes* 3 n°141.
38. **Fredon. 2008** – fiche technique sur les pucerons, France
39. **Fukai T., Kaitou K. and Terada S., 2005.** Antimicrobial activity of 2-arylbenzofurans from *Morus* species against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Fitoterapia* 76: 708-711.
40. **Georgé, S., Brat, P., Alter, P., and Amiot, M.J. 2005.** Rapid determination of
Streblor, 1989

41. **Giordanengo. P., Brunissen. L., Rusterucci. C., Vincent. C., Bel. A. V., Dinant. S.,** Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses. *C. R. Biologies* 333 : 516–523
42. **Girousse , C., Faucher. M., & Bonnemain. J. L., 2010** - Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses. *C. R. Biologies* 333 : 516–523
43. **Godin. C., & Boivin. G., 2002** - Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec
44. **Guide d'olivier 2010 pages 21**
45. **Guide de l'AFIDOL, 2013** - production raisonnée et biologique en oleiculture
46. **Guide de l'olivier de l'AFIDOL, 2011**
47. **Guide pratique 2010**
48. **Hagerman AE, Riedl KM, Jones GA, Sovik KN, Ritchard NT, Hartzfeld PW, Richel TL.** High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *J. Agric.*
49. **Harborne JB.** Recent advances in chemical ecology. *Nat. Prod. Rep.* 1989, 25 (7): 85-109.
50. **Harmel, N., Francis, F., Haubruge, E., & Giordanengo, P. 2008** - Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. *Cahiers Agricultures* vol. 17, n°, 396: 395-398.
51. **Hart J.H., 1981.** Role of Phytostilbenes in Decay and Disease Resistance. *Annual Review of Phytopathology* 19: 437-458. Woodward S. and Pearce R.B. (1988) The role of stilbenes in resistance of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) to entry of fungal pathogens. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 33(1): 127-149
52. **Haslam, E.** Natural polyphenols (vegetable tannins): Gallic Acid metabolism. *Nat. Prod.*
53. **Hautier, L. 2003** - Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. *Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement., Université Libre de Bruxelles* 13 : 1-99.
54. **Hopkins, W.G. 2003.** Physiologie végétale. Edition Debock et lancier. Pp 276

- 55. Hulle, M., Turpeau-Ait Ighil, E., Robert, Y., & Monet, Y. 1999** – *Les pucerons des plantes maraichères*. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris. *human health. Pharm. Biol. (Lisse, Neth.)* 42: 2–20
- 56. Joseph J.A., B. Shukitt-HALE, N.A., Denisov, A. 1999-** Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive and motor behavioral deficits with diets supplemented with blueberry, spinach or strawberry dietary supplementation. *J. Neurosci.* 19: 8111-8121.
- 57. Ketoh, G. K., Glitho, I. A., & Koumaglo, H. K., 2004.** Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces du genre *Cymbopogon genus* (Poaceae). *Journal de la Société ouest-africaine de chimie*, (18): 21-34.
- 58. Kliebenstein, D.J. 2004-** Secondary metabolites and plant/environment interactions: A view through *Arabidopsis thaliana* tinted glasses. *Plant Cell Environ.* 27, 675.
- 59. Lacaille, J.C., Mueller, A.L., Kunkel, D.D., Schwartzkroin, P.A., 1987.** Local circuit interactions between oriens/alveus interneurons and CA1 pyramidal cells in hippocampal slices: electrophysiology and morphology. *J Neurosci* 7:1979–1993
- 60. Lambert, L. 2005** - Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec 2005).
- 61. Loussert, R., Brousse G. 1978** - L'olivier. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris. 447p.
- 62. Loussert, R., Brousse, G. 1978** - L'olivier, techniques agricoles et productions méditerranéennes. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 464 p.
- 63. Loussert, R. 1989-** Les Agrumes. Ed. Techniques Et Documentation. Vol. 1. Paris. 113 P.
- 64. Maarouf, A. 2000-** Dictionnaire botanique Pp 129
- 65. Macheix J.J., Fleuriet A., Sarni-Manchado P., 2006.** Les Polyphénols en agroalimentaire, *Lavoisier*, 1-28. (tableau1) 64 p., 11: 41-66.
- 66. Maillard R. 1975-** L'olivier. Maison des agriculteurs. Ed. Inuviflec. Paris, 147 P
- 67. Maisonhaute, J.E. 2009** - Quand le paysage influence les ennemis naturels. Bulletin de la Société d'entomologie du Québec., Vol. 16, n° 2: 3-5. MARC
- 68. Marclateur, M., 2002-** Protection et production intégrées. *biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, n°6, (2), 67-77

- 69. Metzidatis, I T. 1997**-Proceedings of the third international symposium on Olive growing: Volume 1. Acta Horticulture no 474, Crete, Chania & Greece Molecular Sciences. 8(10), 1013-1027.
- 70. Mostefaoui H.2009**-Effet de la qualité de la plante hôte sur l'allocation des réserves énergétiques des pucerons dans un verger d'agrumes en Mitidja centrale", Thèse Magistère, Inst.Agro. Univ. Saad dehlebe, Blida, Alger, (2009), 207p
- 71. Neuenschwander P., Michelakis S. & Kapatos E., 1986** - Tephritidae, *Dacus oleae*. Traité d'entomologie oléicole. Ed. Conseil oléicole international, Espagne, p 115-159.
- 72. Nielsen; S. Oliver 2005.**,The next wave in metabolome analysis. *Trends Biotechnol.* **23**:544-546
- 73. Ortiz-Rivas, B & Martínez-Torres, D. 2010** - *Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae.* Molecular Phylogenetics and Evolution 55: 305–317.. *Physiol. Sensory Neural Behav. Physiol.* 2000, 186 (6): 567-74.
- 74. Praloran J.C., 1971** - Les agrumes. Ed G.P. MaisQuae Peroxidation Inhibition and Antimicrobial Activities of *Satureja Montana L. subsp. Kitaibelii* Extracts. International Journal of polyphenols. *J. Toxicol. Environ. Health* 2000, 61 (3): 177-88.
- 75. Qubbaj, T., Reineke, A., & Zebitz , C. P. W. 2004** - Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. *University of Hohenheim, Institute of Phytomedicine, Germany.*p145: 145-152
- 76. Raccah, B., & Fereres. A. 2009** - Plant Virus Transmission by Insects. Encyclopedia Of Life Sciences, John Wiley and Sons, Ltd. www.els.net.
- 77. Regnault, C., Coord, R., Fabres, G., bernard, J.R. 2005**- Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Ed. London-paris-new york. 979p.
- 78. Remaudiere G. & Autrique A., 1984** - Contribution à l'écologie des aphides africains. Ed. Food. agri. org. (F.A.O.), Paris,
- 79. Remaudiere, G., Remaudiere, M., 1997** – Catalogue des Aphidae du monde of the word's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea. Techn. Et prati., Ed. I.N.R.A.
- 80. Richter ,G.** Métabolisme des végétaux. Physiologie et Biochimie. Ed. Presses Polytechniques et Universitaire Romandes, 1993, 322-323

- 81. Robert J ., Braddock A .(1999).**handbook of citrus.by products and processing technologie.103-105 .
- 82. Rogers, SJ, Williams, CS & Roman, GC . 2004-** Myelopathy in Sjogren's syndrome: role of nonsteroidal immunosuppressants. *Drugs* . 64: 123-32. University of Texas Health Sciences Center at San Antonio, San Antonio, Texas 78229-3900
- 83. Rolland, A., 2004.** ``On Bi-capacity-based Concordance Rules in Multicriteria Decision Making'', InInternational Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems , Perugia, Italie, pp. 209--216.
- 84. Ronzon, B. 2006** - Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique, ENITA de Clermont Ferrand.
- 85. Royer, M. 2008** Les molécules responsables de la stabilité des bois: cas des bois tropicaux de Guyane Française.Unité Mixte de Recherche Ecologie des Forêts de Guyane (UMR ECOFOG), Université des Antilles et de la Guyane, Cayenne, pp. 242.
- Aloui F., Ayadi N., Charrier F. and Charrier B., 2004. Durability of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) against white rot fungi (*Coriolus versicolor*): relations with phenol extractives. *Holz Roh Werkst* 62(4): 286-290
- 86. Rugini, E .,R. Biasi ,M., Rosario . 1998-** Olive (*Olea europaea* var *sativa*) transformation .In Proceeding seminar on Molecular biology of woody plants .Editors jain ; S.M.,S.C . Minocha.,.245_279.
- 87. Ryckewaert, P., & Fabre, F. 2001** - Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères à la Réunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion
- 88. Sasaki, K., Takahashi ,T. 2002** -A flavonoid from *Brassica rapa* flower as the UV-absorbing nectar guide. *Phytochem.* 2002, 61 (3): 339-43.
- 89. Schiestl , FP., Ayasse ,M., Paulus ,HF., Löfstedt, C., Hansson ,BS., Ibarra ,F., Francke W.1995-** Sex pheromone mimicry in the early spider orchid (*Ophrys sphegodes*): patterns of hydrocarbons as the key mechanism for pollination by sexual deception. J. Comp.Schultz T.P. and Nicholas D.D. (2002) Development of environmentally-benign wood preservatives based on the combination of organic biocides with antioxidants and metal chelators. *Phytochemistry* 61(5): 555-560.

90. **SFA, Société Française des Antioxydants .2005**-Conte rendu de la conférence polyphenols (23/24 NOV2005). Institut des corps gras. ITERG
91. **Siddhuraju P., Becker K., 2007**. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* L.) seed extracts. *Food Chem.* 101, 10-19.
92. **Singleton ,V L.,Rossi, J .,Jr,1999**.colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents amer .*J.enol .VITICULT*.16:144-58,1965
93. **Streblor ,G. 1989-** Les médiateurs chimiques. Leur incidence sur la bioécologie
- Sutherland, C. A. 2006** - Aphids and Their Relatives. Ed, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico
94. **Tanya, D. 2002** . Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.
95. **Trjapitsin S.V. & Berezovskiy V.V. (2002)**. Review of the Mymaridae (Hymenoptera, Chalcidoidea) of Primorskii Krai: genera *Anagroidea* Girault and *Eubroncus* Yashimoto, Kozlov et Trjapitsin. *Far Eastern Entomology* **114**, p. 7.
96. **Vargas, R. I., Walsh W. A., HSU C. L., Spencer J., Mackey B. AND Whitehand L.,1994-** Effects of sterile Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) releases on the target species, a nontarget tephritid, and a braconid parasitoid (Hymenoptera: Braconidae) in commercial coffee fields. *J. Econ. Entomol.* 87:653-660.
97. **Wang XG Et Messing RH., 2003-** Intra- and interspecific competition by *Fopius*
98. **Wang, Y., Ma. L., Wang. J., Ren. X., & Zhu. W., 2000** - A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. *Acta Ecologica Sinica* 20 : 502-509.
99. **Wharton RA., 1987-** Changes in nomenclature and classification of some opiine braconidae (Hymenoptera). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 89: 61-73.
100. **Wink, M.1988-** Plant breeding: Importance of plant secondary metabolites for protection against pathogens and herbivores. *Theoretical Applied Genetics* 75, 225-233, 1988
101. **Yi-Cai FU, Xi-Peng JIN, Shao-Min WEI, Hui-Feng LIN, Sam K.** Ultraviolet radiation and reactive oxygen generation as inducers of keratinocyte apoptosis : Protective role of tea
102. **Yusuf Y., 2006**. *Trends Food Sci. Tech.*, 17, 64-71

ANNEXE

Tableau 1 : Les principales classes des polyphénols (Macheix et al. 2006)

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine
C ₆	Phénols simples	Nombreuses	espèces
C ₆ -C ₁	Acides hydroxybenzoïques	<i>p</i> -hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinnamiques, Phenylpropenes Coumarines Isocoumarines Chromones	Acide caféique, acide férulique Myristicin, eugénol Scopolétine Myristicine, eugénol Eugénine	Pomme de terre, Pomme, citrus
C ₆ -C ₄	Naphtoquinones polyphénols	Juglone,plumbagine	Noix
C ₆ -C ₁ -C ₆	Xanthones	Mangiférine	Vigne
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbènes Anthraquinones	Resvératrol Anthraquinones	
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes, isoflavonoïdes	Quercétine, cyanidine, daïdzéine	Fruit, légumes, fleurs, soja, pois
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanes Neolignanes	Pinorésinol Eusidérine	Pin
(C ₆ -C ₃ -C ₆) ₂	Biflavonoïdes	Amentoflavone	
(C ₆ -C ₃) _n	Lignines		Bois, fruits à noyaux, raisin, kaki
(C ₆ -C ₃ -C ₆) _n	Tanins condensés		

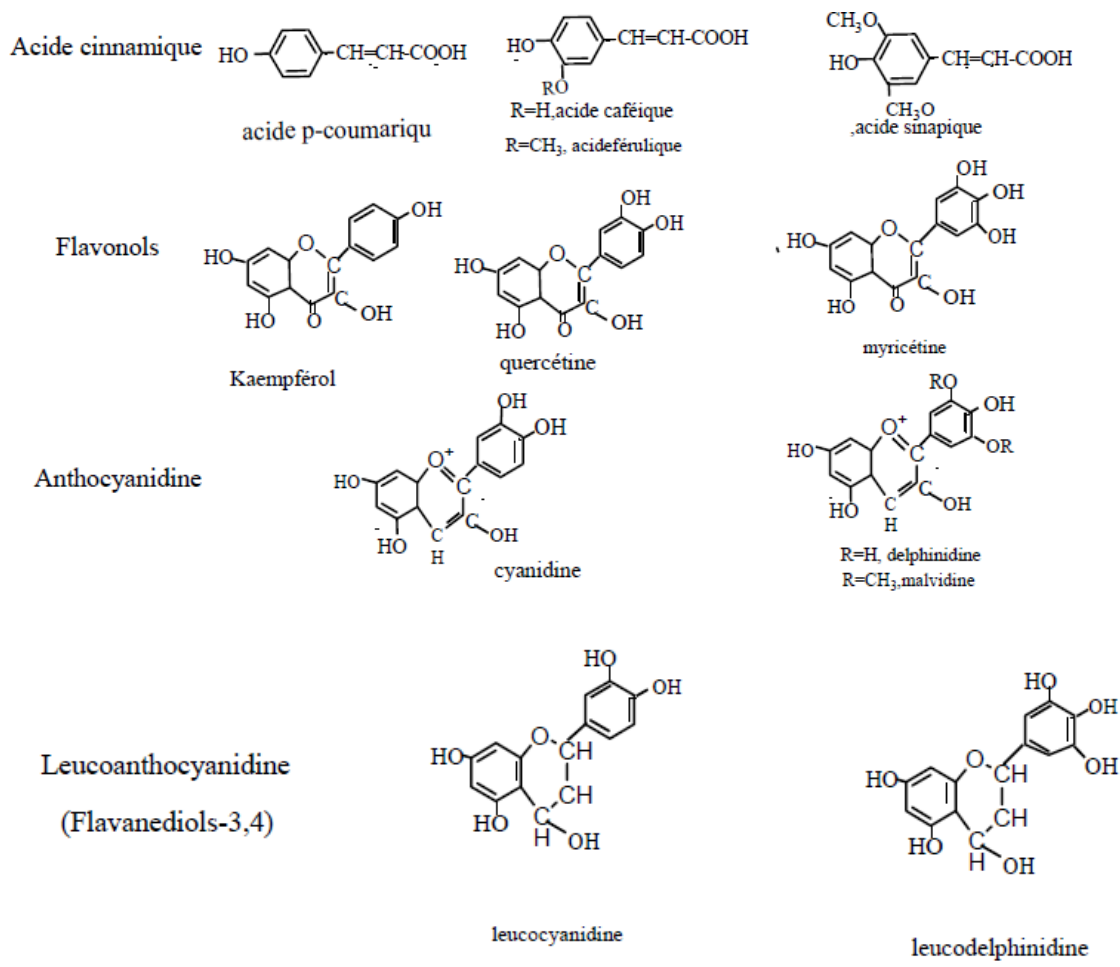


Figure 1. Principaux composant phénolique (roberau-cayau, 1986).

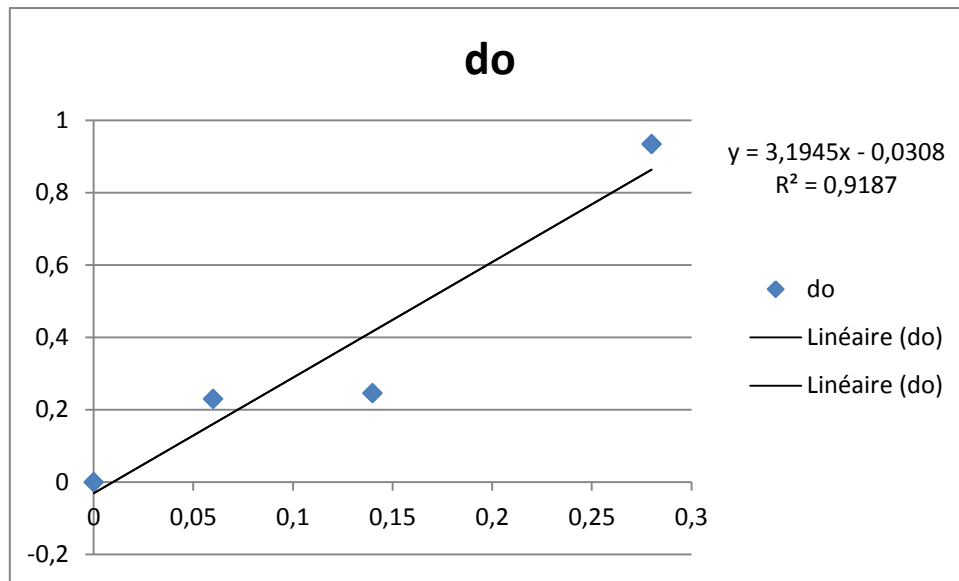


Figure 8 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	310.083	1	310.083	1.987	0.166
TEMPS	13251.167	2	6625.583	42.451	0.000
DOSE*TEMP	265.167	2	132.583	0.849	0.435
Error	6555.250	42	156.077		

Tableau 4 : Résultats de l'analyse comparée (modèle ANOVA) de l'effet temps-doses des zestes d'oranger vert sain sur les abondances des percerons

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	2867.521	1	2867.521	24.347	0.000
TEMPS	13987.542	2	993.771	59.382	0.000
DOSE*TEMPS	770.292	2	385.146	3.270	0.048
Error	4946.625	42	117.777		

Tableau 5 : Résultats de l'analyse comparée (modèle ANOVA) de l'effet temps-doses des zestes d'oranger vert infeste sur les abondances des percerons

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	16.333	1	16.333	0.271	0.605
TEMPS	11287.792	2	5643.896	93.758	0.000
DOSE*TEMPS	214.292	2	107.146	1.780	0.181
Error	2528.250	42	60.196		

Tableau 6 : Résultats de l'analyse comparée (modèle ANOVA) de l'effet temps-doses des zestes d'oranger sain mature sur les abondances des percerons

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	6486.750	1	6486.750	82.678	0.000
TEMPS	11175.500	2	5587.750	71.219	0.000
DOSE*TEMPS	1137.500	2	568.750	7.249	0.002
Error	3295.250	42	78.458		

Tableau 7 : Résultats de l'analyse comparée (modèle ANOVA) de l'effet temps-doses des zestes d'oranger infesté mature sur les abondances des percerons

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	2.521	1	2.521	0.008	0.928
TEMP	18878.167	2	9439.083	30.940	0.000
DOSE*TEMPS	630.167	2	315.083	1.033	0.365
Error	12813.125	42	305.074		

Tableau 8 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des d'olivier sain vert.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	816.750	1	816.750	9.015	0.004
TEMPS	30354.000	2	15177.000	167.525	0.000
DOSE*TEMPS	145.500	2	72.750	0.803	0.455
Error	3805.000	42	90.595		

Tableau 9 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier infesté vert.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	196.021	1	196.021	1.385	0.246
TEMPS	19871.542	2	9935.771	70.225	0.000
DOSE*TEMPS	25.542	2	12.771	0.090	0.914
Error	5942.375	42	141.485		

Tableau 10 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature sain.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
DOSE	247.582	1	247.582	3.537	0.067
TEMP	30022.150	2	15011.075	214.475	0.000
DOSE*TEMPS	622.354	2	311.177	4.446	0.018
Error	2939.579	42	69.990		

Tableau 11 : Résultats de l'interaction entre facteurs dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des fruits d'olivier mature infesté.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
EXTPH	499.594	1	499.594	2.167	0.145
DOSE	184.260	1	184.260	0.799	0.374
TEMPS	31842.583	2	15921.292	69.050	0.000
EXTPH*DOSE	128.344	1	128.344	0.557	0.458
EXTPH*TEMPS	286.750	2	143.375	0.622	0.539
DOSE*TEMPS	714.583	2	357.292	1.550	0.218
EXTPH*DOSE*TEMPS	180.750	2	90.375	0.392	0.677
Error	19368.375	84	230.576		

Tableau 12: Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des zeste d'oranger vert sain et fruits d'oliviers vert sain

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
EXTPH	4069.010	1	4069.010	39.055	0.000
DOSE	3372.510	1	3372.510	32.370	0.000
TEMPS	42753.521	2	21376.760	205.179	0.000
EXTPH*DOSE	311.760	1	311.760	2.992	0.087
EXTPH*TEMPS	1588.021	2	794.010	7.621	0.001
DOSE*TEMPS	792.521	2	396.260	3.803	0.026
EXTPH*DOSE*TEMPS	123.271	2	61.635	0.592	0.556
Error	8751.625	84	104.186		

Tableau 13: Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des zeste d'oranger vert infesté et fruits d'olivier vert infesté

	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
EXTPH	4523.760	1	4523.760	44.860	0.008
DOSE	162.760	1	162.760	1.614	0.207
TEMPS	30444.750	2	15222.375	150.955	0.000
EXTPH*DOSE	49.594	1	49.594	0.492	0.485
EXTPH*TEMPS	714.583	2	357.292	3.543	0.033
DOSE*TEMPS	189.583	2	94.792	0.940	0.395
EXTPH*DOSE *TEMPS	50.250	2	25.125	0.249	0.780
Error	8470.625	84	100.841		

Tableau 14 : Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des zeste d'oranger mature sain et fruits d'olivier mature sain.

Source	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F-ratio	P
EXTPH	5944.276	1	5944.276	80.085	0.000
DOSE	4626.214	1	4626.214	62.328	0.000
TEMPS	38882.582	2	19441.291	261.927	0.000
EXTPH*DOSE	2091.657	1	2091.657	28.180	0.000
EXTPH*TEMPS	2315.760	2	1157.880	15.600	0.000
DOSE*TEMPS	1683.372	2	841.686	11.340	0.000
EXTPH*DOSE *TEMPS	76.576	2	38.288	0.516	0.599
Error	6234.829	84	74.224		

Tableau 15 : Résultats de l'interaction entre facteurs extrait phénolique- dose-temps (Modèle ANOVA, systat vers. 9.1) de l'effet des polyphénols des zeste d'oranger mature infesté et fruits d'olivier mature infesté.