



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

FACULTE: SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT: SCIENCES AGRONOMIQUES
SPECIALITE: GESTION QUALITATIVE DES PRODUCTIONS AGRICOLES

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

THEME

**Extraction des huiles essentielles de deux espèces aromatiques
Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) et le Romarin (*Rosmarinus
officinalis* L.) et leurs activités insecticides contre le puceron vert
de certains arbres fruitiers**

Jury:

- ❖ **Président du jury : Mme Bouziane R MAA**
- ❖ **Promoteur : Mr. Bouzar Essaidi K MAA**
- ❖ **Examineur : Mr. Karahaçane T MCB**
- ❖ **Examinatrice : M^{lle}. Khouatmiani K MAA**

Présenté par :

**-HADDOUCHE ABDELLAH
-KIRAD LOUIZA**

Année universitaire : 2017/2018

Remerciement

*Louange à Allah, nous Le glorifions, Lui demandons aide et invoquons Son pardon contre le mal de nos péchés, celui qui fut guidé personne ne peut l'égarer et celui qui est égaré personne ne peut le guider. Je témoigne qu'il n'y a point de divinité digne d'adoration sauf Allah, l'Unique, qui n'a point d'associé et je témoigne aussi que **Muhammed** est Son Serviteur et Son Messager, que la bénédiction d'Allah soit sur Lui, sa famille, ses compagnons, et tous ceux qui le suivent sur le droit chemin jusqu'au Jour Dernier. Ensuite...*

*Au terme de cette modeste étude, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à notre promoteur **Mr BOUZAR ESSAIDI KHALED** pour ces orientations et ces conseils judicieux.*

*Nous tenons aussi à remercier **Mme Mohamed Bouziane .R.** d'avoir accepté de présider le jury ainsi que l'ensemble de ses membres, **Mr KARAHACANE T** et **Melle Khouatmiani .kh** qui font l'honneur du juger notre travail.*

*Nos remerciements vont aussi à **Mr MEROUCHE** qui nous a aidés à faire les analyses statistiques. Nous le remercions vivement.*

*Nous n'oublierons évidemment pas de remercier toutes les personnes de laboratoire de recherches et du laboratoire de biologie végétale et surtout **Mme Nadia kfei**, ainsi que **Mr HAMRANI** chargé de communication conservation des forêts Ain Defla et **Mr Ben MIRRA Elaazeri** d'avoir accepté de mettre à nos disposition leur verger de pomme et d'y accéder à tout moment.*

Enfin, un grand remerciement à toutes les personnes qui nous ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce travail.

Merci et encore merci

DEDICACE

*Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie A:
La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie
et mon bonheur ; maman que j'adore.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et
de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde
dans son vaste paradis, à toi mon père.*

*Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de
me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

A mon frère IDRIS que dieu le protège.

*A mes sœurs SELMA RAYANNE KAOUTHER ALAE je dédie ce travail
dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs aides, et
encouragements.*

*A toutes ma famille HADDOUCHE et KOURAICHE sans exception Tantes
et Oncles, cousins et cousines Pour votre présence, votre soutien et votre
affection depuis toutes ces années et pour l'amour qu'ils ont témoigné à mon
égard.*

*A ma chère sœur binôme RAYHANNE que ces lignes ne seront pas suffisantes
pour exprimer l'étendue de mes remerciements pour tous le soutiens durant ces 4
dernières années dans les bons moments, comme dans les périodes de
découragement, je lui souhaite une longue vie dans les bras de sa famille .*

*A chères sœurs Habiba et Hakima qui m'ont toujours aidé et encourager, qui
étaient toujours à mes cotes, et m'ont accompagnaient durant ce travail que je
leur souhaite le bonheur pendant toute sa vie.*

A tous mes amis et tous qui ont connu ABDELLEAH de prie et de loin.

A tous mes collègues de promo en 2^{ème} année Master Agrosience.

ABDELLEAH

DEDICACE

A la mémoire de ma mère

*Qui elle été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je vous dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis
A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père. Moukhtar*

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, mes chères sœurs je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

A ma belle mère Zouhra, (ma 2eme mère)

Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour toi Vos prières, vos encouragements et votre soutien m'ont toujours été d'un grand secours. Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

A mon très cher frère fodhil, et leurs petites familles

Mon cher frère qui m'est le père et la mère, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

*A celui qui m'a soutenue tout au long de ce projet : mon fiancé Hassan, Ton encouragement et ton soutien étaient la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles, de solitude et de souffrance.
Merci d'être toujours à mes côtés,*

À mon cher ami, mon binôme, Abdellah chez qui m'a supporté durant ces 4 dernières années. et chez qui j'ai trouvé l'entente dont j'avais besoin.

À tous les membres de ma famille, petits et grands sans oublier mes beaux-parents et la famille Matouche

À mes chers petits neveux et nièces

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amies, fati, jiji, manal, chams, hamida, amina, zineb, nosso, farida, jazia, ibtissam, nawel,

Ainsi que pour tous mes amis et mes collègues dans la spécialité agrosociétés « gestion qualitative des productions agricoles ».

Louiza

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre I : description générale de la plante hôte (Le Pommier)

1. Historique et origine	4
2. Classification botanique	5
3. Morphologie de l'espèce	5
3.1. L'arbre	5
3.2. Rameaux	6
3.3. Feuille	7
3.4. Fleurs	7
3.5. Fruit	8
4. La Valeur nutritive de la pomme	9
5. Les exigences pédoclimatique	9
5.1 Influence de la température	9
5.2 Humidité	9
5.3 Les besoins en eau	9
5.4 Adaptation au sol	10
5.5 La préparation du sol	10
5.5.1 Les objectifs	10
5.5.2 Le sous-solage	10
5.5.3 le défoncement	10
5.5.4 le labour	10

5.5.5 Covercropage	11
5.5.6 Nivellement	11
5.6 La fertilisation	11
6. Plantation	11
6.1 Habillage	11
6.2 Pralinage	11
6.3 Densité	11
6.4 La taille	12
7. Importance économique de pommier	12
7.1 Dans le monde	12
7.2 En Algérie	13
7.3 Dans la wilaya d'Ain- Defla	15
8. Principaux maladies et ravageurs du pommier	16
8.1 Les ravageurs	16
8.2 Les maladies	18

Chapitre II : Le puceron vert du pommier, *Aphis pomi*

1- Généralités sur les Pucerons (Aphides)	20
2- Le puceron vert du pommier, <i>Aphis pomi</i> (DeGeer).	20
2.1- Description	20
2.2- Position Systématique	21
2.3- Stades de développement	22
2.4- Cycle de vie	23
2.5- Interactions plante puceron	24
2.6- Dégâts	25
2.6.1- Les dégâts directs	25
2.6.2- Les dégâts indirects	26
2.6.3- Miellat et fumagine	27
2.6.4- Transmission de virus	27
7- Méthode de lutte	27
7.1- La lutte chimique	28
7.2- La lutte variétale	28
7.3- Lutte préventive	28

7.4 La lutte biologique	28
-------------------------------	----

Chapitre III: Intérêt des produits naturels dans la lutte contre les bio-agresseurs

1. Introduction	30
2. Biopesticides d'origines végétales utilisées	30
3-Les huiles essentielles	31
3.1- Généralité	31
3.2- Historique des huiles essentielles	32
3.2 Chronologie historique des huiles essentielles	32
3.3- Définition des Huiles essentielles	32
3.4- La certification botanique	33
3.5- Répartition et localisation des huiles essentielles	34
3.6- Classification des huiles essentielles	34
3.7- Utilisation des huiles essentielles en tant que biopesticides	34
3.8 Activité insecticide des huiles essentielles	34
3.9- Composition chimique des huiles essentielles	34
3.9.1-Groupe des terpénoïdes	35
3.9.2-Groupe des composés aromatiques	35
3.9.3- Composés d'origines diverses	35
3.10 - Rôle des huiles essentielles	35
3.11- Préparation des huiles essentielles	35
3.11.1. Techniques d'extraction	35
3.11.2.1 Hydrodistillation	35
3.11.2.2- Hydrodistillation et ses variantes	36
3.12- Paramètres influençant l'extraction	37
3.12.1- Matière végétale	37
3.12.2- Nature et état du solide et du soluté	38
3.12.3- Nature, concentration et volume du solvant	38
3.12.4- Méthode, durée, température et pression	38
3.13- Rendement des huiles essentielles	39
3.14-Huile essentielle d' <i>Eucalyptus Globulus</i>	39
3.14.1- Composition chimique des HE d' <i>Eucalyptus</i>	39
3.15-Propriétés médicinales	39

3.16-Utilisation des huiles essentielles <i>d'Eucalyptus globulus</i>	40
3.16.1-Utilisation interne	40
3.16.2-Utilisation externe	41
3.17-Huile essentielle Romarin	41
3.17.1- Composition chimique de romarin	41

Chapitre IV : Présentation des plantes utilisées en traitements

I- Romarin : <i>Rosmarinus officinalis</i>	42
1. Historique	42
2. Définition	42
3. Distribution géographique	42
4. Description botanique	43
5. Taxonomie	43
6. Principes actifs	44
7. Composition chimique de romarin	44
8. Propriétés pharmacologiques et thérapeutiques du romarin	44
9. Propriétés et usage	45
II - L'Eucalyptus: <i>Eucalyptus globulus</i>	45
1. Origine et définition	45
2. Description	46
3. Aspect botanique	46
3.1 Les feuille	46
3.2 Les fleurs	47
3.3 Les fruits	48
3.4 Les racines	48
4. Répartition géographique des eucalyptus en Algérie	49
5. Propriétés et usage	49
6. Composition chimique	49

Chapitre V : Matériels et méthodes	50
---	----

Chapitre VI : Résultat et Discussion	62
---	----

Chapitre VII : Discussion générale	89
---	----

Conclusion et perspective	92
--	----

Références bibliographies	
--	--

Annexe	
---------------------	--

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 01 : valeur nutritive de pomme pour 100 g (la culture fruitière volume 2 ; les productions fruitières)

Tableau n° 02 : Classement par pays de 10 premiers pays producteurs du pommier dans le monde (FAO, 2014).

Tableau n° 03 : l'évolution de la culture du pommier en Algérie (2000-2015) (**ITAFV, 2014**)

Tableau n° 04 : Evolution de la culture de pommier en Algérie (2010- 2013)

Tableau n° 05 : Table de transformation des pourcentages en probit (**Bliss in Cavelier,1976**)

Tableau n° 06 : La mortalité cumulée temporel en %, des adultes d'*Aphis pomi*, traités aux huiles essentielles des feuilles de *Rosmarinus officinalis L* et d'*Eucalyptus globulus*.

Tableau n° 07 : 1^{er} temps d'observation (8h)

Tableau n° 08 : 2^{ème} temps d'observation (16h)

Tableau n° 09 : 3^{ème} temps d'observation (24h).

Tableau n° 10 : 4^{ème} temps d'observation (32h).

Tableau n° 11 : Les DL50 et DL90 d'eucalyptus globulus

Tableau n° 12 : 1^{er} temps d'observation (8h)

Tableau n° 13 : 2^{ème} temps d'observation (16h)

Tableau n° 14 : 3^{ème} temps d'observation (24h)

Tableau n° 15 : les DL50 et DL90 obtenus Romarin

Tableau n° 16 : La 1^{ère} dose D1= 5µl

Tableau n° 17 : La 2^{ème} dose D2= 10 µl.

Tableau n° 18 : La 3^{ème} dose D3 = 15 µl.

Tableau n° 19 : La 4^{ème} dose D4 = 20 µl.

Tableau n° 20 : TL50 et TL90 obtenus Eucalyptus

Tableau n° 21 : La 1ère dose D1= 5µl.

Tableau n° 22 : La 2ème dose D2= 10 µl.

Tableau n° 23 : La 3ème dose D3= 15 µl.

Tableau n° 24 : La 4ème dose D4= 20 µl.

Tableau n° 25 : TL50 et TL90 obtenus Romarin

Tableau n° 26 : Efficacité des huiles essentielles de *Eucalyptus globulus* chez le *Aphis pomi* à travers l'analyse de la variance

Tableau n° 27 : Efficacité des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* chez le *Aphis pomi* à travers l'analyse de la variance

Tableau n° 28 : Test de NEWMEN- KEULS facteur des doses Eucalyptus

Tableau n° 29 : Test de NEWMEN- KEULS facteur de temps Eucalyptus

Tableau n° 30 : Test de NEWMEN- KEULS comparaison dose / temps Eucalyptus

Tableau n° 31 : Test de NEWMEN- KEULS facteur des doses Romarin

Tableau n° 32 : de NEWMEN- KEULS facteur de temps Romarin

Tableau n° 33 : Test de NEWMEN- KEULS comparaison dose / temps Romarin

Tableau n°34 : Mortalités des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentiels de romarin (annexe1)

Tableau n° 35 : Mortalités des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentiels d'Eucalyptus (annexe2)

Tableau n° 36 : Moyenne de mortalités (%) des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentiels de romarin (annexe3)

Tableau n° 37 : Moyenne de mortalités (%) des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentiels d'Eucalyptus (annexe 4)

LISTE DES FIGURES

- Figure n° 01** : culture de pommier à Djelida Ain-Defla (originale, 2018).
- Figure n° 02** : morphologie générale d'un arbre de pommier (photo original 2018)
- Figure n° 03** : des rameaux de pommier (photo original 2018)
- Figure n° 04** : Typologie des rameaux de pommier selon la terminologie horticole
- Figure n° 05** : des feuilles de pommier (photo original 2018).
- Figure n° 06** : des fleurs de pommier (photo original 2018)
- Figure n° 07** : des fruits de pommier (photo original 2018)
- Figure n° 08** : production pomme en Algérie httpsfr.actualitix.com/pays_dz_algerie-pomme-production.php
- Figure n° 09** : Les variétés du pommier dans la wilaya d'Ain Defla
- Figure n° 10** : puceron vert *Aphis pomi* sur feuilles de pommier
- Figure n° 11** : Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin, 2000)
- Figure n° 12** : *Aphis pomi* forme aptère (à gauche) et forme ailé (à droite) sous loupe optique gr : x2 (Originale 2018).
- Figure n° 13** : Stades de développement d'un puceron (Godin et Boivin, 2000)
- Figure n° 14** : cycle de vie d'*Aphis pommi* (Cycle monoecique)
- Figure n° 15** : *Aphis pomi* sur jeunes feuilles et rameaux de pommier (Originale 2018)
- Figure n° 16** : dégâts direct sur feuilles et fruits (Original 2018)
- Figure n° 17** : attaque des fourmis et formation des fumagines sur feuille (photo original2018)
- Figure n° 18** : une momie de puceron parasitée par le braconide *Monoctonus cerasi*
- Figure n° 19** : une momie de puceron parasitée par une larve de syrphe *Syrphus ribesii*
- Figure n° 20** : Hydrodistillateur type clevenger (1928)
- Figure n° 21** : *Rosmarinus officinalis* L région d'Ain Defla (photo originale 2018)

Figure n° 22 : *Eucalyptus globulus* région de Rouina wilaya d'Ain Defla (photo originale 2018)

Figure n° 23 : les feuilles d'*Eucalyptus globulus* (photo originale 2018)

Figure n° 24 : les fleurs d'*Eucalyptus globulus* (photo originale 2018)

Figure n° 25 : les fruits d'*Eucalyptus globulus* (photo original 2018)

Figure n° 26 : Vergé étudiée Djelida nord(Feghailya) (originale, 2018)

Figure n° 27 : feuilles et rameaux de pommier attaqués par *Aphis pomi* (Originale, 2018)

Figure n° 28 : collection des adultes dans une boîte en plastique (originale, 2018)

Figure n° 29 : *Rosmarinus officinalis* L (Originale, 2018)

Figure n° 30 : *Eucalyptus globulus* (Originale, 2018)

Figure n° 31 : l'appareil de l'hydrodistillation (Originale 2018).

Figure n° 32 : pesage de 50 g sec de matière végétal (originale, 2018)

Figure n° 33 : récupération des huiles essentielles (photo original)

Figure n° 34 : conservation d'huile essentielle par aluminium (original 2018)

Figure n° 35 : mesure d'huile essentielle par la micropipette (photo original)

Figure n° 36 : Test d'inhalation crée dans une boîte de pétrie (photo Originale)

Figure n° 37 : les quatre doses d'huile essentielle (photo originale)

Figure n° 38 : matériels utilisés pour notre expérience (photo originale)

Figure n° 39 : matériels utilisé pour notre expérience (photo originale)

Figure n° 40 : Mortalités cumulées des adultes de *Aphis pommi* traités par inhalation avec différentes doses des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*

Figure n° 41 : Mortalités cumulées des adultes d'*Aphis pommi* traités par inhalation avec différentes doses des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*.

Figure n° 42 : Efficacité de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* après 8 heures de

traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 43 : Efficacité de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* après 16 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 44 : Efficacité de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* après 24 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 45 : Efficacité de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* après 32 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 46 : Efficacité de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* après 8 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 47 : Efficacité de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* après 16 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation

Figure n° 48 : Efficacité de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* après 24 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 49 : Efficacité de la dose D1 de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 50 : Efficacité de la dose D2 de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 51 : Efficacité de la dose D3 de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 52 : Efficacité de la dose D4 de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 53 : Efficacité de la dose D1 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 54 : Efficacité de la dose D2 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation.

Figure n° 55 : Efficacité de la dose D3 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation

Figure n° 56 : Efficacité de la dose D4 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation.

Abréviation

µl : microlitre

ANOVA : Analysis of variance : Analyse de la variance

AFNOR: L'Association Française de Normalisation

C.M : carrés moyens,

C.V : coefficient de la variance

D : dose

DDL : degré de liberté

DSA: direction des services agricole

DL50 : dose létale de 50% de population traitée

DL90 : dose létale de 90% de population traitée

D1, D2, D3 et D4 : Doses de traitement

E : Eucalyptus

ET : Ecart-type

F : Facteur

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

H E : huile essentiel

ITAFV : institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

R : Répétition

R : romarin

S : Significatif

S.C.E : somme des carrés des écarts

T° : Température

T : Témoin

T.H.S : Très hautement significatif

TL50 et TL90 : Temps létaux pour tuer 50% et 90% d'une population traitée

Introduction

L'agriculture est l'un des principaux secteurs d'activités qui contribue au développement socio-économique des populations. Dans ce secteur, l'arboriculture occupe une place conséquente pour l'alimentation humaine. La culture du pommier en Algérie constitue parmi l'un des systèmes agricoles les plus productifs et joue un rôle primordial dans la plupart des programmes d'économie et contribuent de manière suffisamment aux revenus de la société.

Le pommier occupe une place importante dans la production mondiale, avec 70 million de tonnes après les agrumes et les bananes. Les pays les plus producteurs de pommes sont la Chine avec un potentiel supérieur à 30 million de tonnes et les pays Européens avec environ 9 à 10 million de tonnes (FAO ,2007).

Le pommier *Malus domestica Borkh* est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en zone tempérée (CHOUINARD et al. 2000). En Algérie la culture du pommier est en progression durant cette dernière décennie. A partir de l'année 2011, la superficie des vergers à évolue de 70% qui correspond à une augmentation annuelle de 13% avec une production de 35% (FAO, 2008), mais des rendements encore faible avec une moyenne nationale 74,4 Qtx /ha en 2011. (MADR, 2013). Par conséquent, elle traduit l'importance de l'espèce et son large éventail de débouchés des récoltes (fruits frais, confiture, jus de fruits).

Toutefois, le pommier est sujet à diverses attaques de bio-agresseurs, dont l'insecte ravageur : le puceron vert du pommier, *Aphis pomi*, qui a eu un caractère invasif vis-à-vis des arbres fruitiers de la famille des rosacées.

Le puceron vert du pommier, *Aphis pomi* est une espèce d'insectes hémiptères de la famille des Aphididae, il est bien connu comme un grave parasite des arbres fruitiers notamment pommiers, poiriers et cognassiers. Et est très dangereux en cas de pullulation. Il évolue sur le pommier du printemps à l'automne. C'est un puceron non migrateur qui effectue tout son cycle sur le même hôte.

Le puceron *Aphis pomi* provoque le noircissement des feuilles et des pousses dû aux sécrétions importantes de miellat et au développement de fumagine.

Ils sont uniquement phytophages. Grâce à leurs pièces buccales de type piqueur-suceur, ils se nourrissent de la sève des plantes et peuvent transmettre à celle-ci des particules virales, ce qui en fait des prédateurs majeurs des cultures. Par forte attaque, les feuilles s'enroulent de façon transversale, se crispent ce qui entraîne l'arrêt de la croissance des nouvelles pousses qui se dessèchent.

Introduction

Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. De plus, l'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition de formes de résistances chez les insectes traités (**Leonard et Ngamo, 2004**).

A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement.

Les plantes produisent naturellement des substances actives permettant de se protéger des insectes, de maladies ou d'attaques extérieures. De celles-ci ont été tirées les huiles essentielles.

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (**Cseke et Kaufman 1999**). Que se soit dans les pays développés ou en voie de développement, les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer (**Lahlou, 2004**).

En effet, les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection contre les insectes ravageurs.

Bien que les pesticides aient joués un très grand rôle dans la protection des produits agricoles, la longue durée de leur utilisation depuis leur création s'est révélée dangereuse aussi bien à l'homme qu'à l'environnement. Pour cette cause, la nouvelle technologie s'est penchée sur le contrôle biologique des parasites qui est à la fois efficace et sélective (**azaizeh et al.2002**).

Dans la nature, on cherche à trouver les matières premières permettant d'aboutir aux biopesticides à qualité biodégradable et non toxique dans l'espoir de substituer les pesticides chimiques.

Afin de valoriser encore mieux notre patrimoine national, dans le but de générer une banque de données, nous sommes intéressées à deux espèces sont : Eucalyptus globulus appartient à la famille des myrtaceae et Romarin officinal appartient à la famille des lamiacées (ou Labiées).

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'activité insecticide des huiles essentielles de ces espèces sur les insectes ravageurs *Aphis pomi* afin de rassurer au mieux la production en diminuant les dégâts causés par ce dévastateur, et de réduire l'utilisation

Introduction

des produits chimiques et par conséquent, limiter les effets néfastes de ces derniers sur l'environnement et la santé humaine.

Les huiles essentielles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques.

En effet les plantes en générale représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent : alcaloïdes, flavonoïdes, quinones, vitamines.....et huiles essentielles. Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie, comme bactéricides, fongicides, acaricides, nématocides, etc., peuvent aussi être utilisées comme insecticides de remplacement. La lutte biologique prend diverses formes, mais celles qui attirent l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales comme insecticides **(Boutaleb J, 2010)**.

Enfin l'intérêt de cette étude et à travers notre démarche scientifique, nous cherchons à savoir les huiles essentielles des plantes aromatiques Eucalyptus globulus et Romarin officinal sont-ils-efficace et, présentent-ils une activité insecticides sur les insectes des pucerons vert de pommier *Aphis pomi* ?

Chapitre I : description générale de la plante hôte

(Le Pommier)

1. Historique et origine :

Le pommier a été connu treize siècles avant Jésus-Christ sous le règne de Ramsès. Ensuite, il a été cultivé par les Grecs et les Romains (SPAINS, 1987). Le berceau du pommier se situe très certainement dans le Caucase et sur les bords de la mer Caspienne. De ces régions, sa culture s'est étendue à l'Europe orientale, à la Russie, puis à l'Europe occidentale (Atlas d'arboriculture fruitière).

Le genre *Malus* a été identifié comme datant de l'ère tertiaire (MASSONNET, 2004). Il serait originaire du Caucase et des bords de la mer Caspienne, de là et à partir de la préhistoire son extension s'est faite vers l'Europe Orientale, la Russie, l'Europe Occidentale et l'Afrique du nord (HUGARD, 1974). La délimitation du nombre d'espèces au sein du genre *Malus* est problématique. Entre 8 et 78 principales espèces sont reconnues, selon les approches taxonomiques (ROBINSON et al, 2001, LUBY, 2003).

Depuis un demi-siècle, de nombreux travaux sont effectués pour introduire par hybridation chez le pommier cultivé des résistances aux ravageurs et maladies. Ceci a conduit KORBAN et SKIRVIN (1984) à dénommer le pommier cultivé; *Malus domestica* Borkh.



Figure 1 : culture de pommier à Djelida Ain-Defla (originale, 2018).

2. Classification botanique

Pendant longtemps, Les botanistes ont considéré que le pommier constituait le sous genre *Malus* au sein du genre *Pyrus*. L'appellation du pommier était alors *Pyrus Malus*. Le pommier est actuellement classé dans le genre *Malus* qui selon (CHEVRU et MISOT, 1985) distinct du genre *Pyrus*. D'après (REDHER, 1956). Le genre *Malus* comprend 25 à 30 espèces et plusieurs sous-espèces. (LAFAON et al., 1996) en classé le pommier comme suite:

Embranchement : *Spermaphytes*

Sous Embranchement: *Angiospermes*

Classe : *Dicotylédones*

Sous Classe : *Dialypétales*

Famille : *Rosacées*

Sous Famille : *Maloïdeae*

Genre : *Malus*

Espèce : *Malus domestica* (BORKH)

3. Morphologie de l'espèce :

3.1. L'arbre :

Le pommier est un arbre buissonnant de vigueur moyenne, à port arrondi, il atteint 6 à 8 mètres et même 10 mètres d'hauteur avec des branches divergentes, retombantes avec l'âge (BRETAUDEAU, 1978).



Figure 2 : morphologie générale d'un arbre de pommier (photo original 2018)

3.2 Rameaux :

Les rameaux du pommier sont à écorce lisse, brune, à lenticelles plus ou moins nombreuses suivant les variétés, devenant rugueuses sur le vieux bois. Ils portent des bourgeons qui peuvent être végétatifs ou inflorescentiels (BRETAUDEAU, 1978).



Figure 3 : des rameaux de pommier (photo original 2018)



Figure4 : Typologie des rameaux de pommier selon la terminologie horticole, en fonction du Caractère végétatif (partie gauche) ou inflorescentiels (partie droite) du bourgeon terminal (d’après Lauri et al, 2005 ; dessins de JM Lespinasse).

3.3 Feuilles :

Les feuilles sont caduques, alternes, simples, entières et dentées sur les bords, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court et accompagné à sa base de deux stipules foliacées (**BRETAUDEAU, 1975 ; MASSONNET, 2004**).



Figure 5 : des feuilles de pommier (photo original 2018)

3.4 Fleurs :

Les fleurs sont regroupées en corymbes de 8 à 11 fleurs portées à l'extrémité de rameaux courtes, nommées brindilles couronnées, ou directement sur les brindilles au niveau des boutons axillaires (**COUTANCEAU, 1962**). Elles sont hermaphrodites et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante (**BORE et FLECKINGER, 1997**). La floraison est préférentiellement croisée (**GAUTIER, 1993 ; GALLAIS et BANNEROT, 1995**). Le principal agent pollinisateur est l'abeille domestique (**MASSONNET, 2004**). L'ovaire de la fleur et les tissus soudés qui l'environnent (bases de filets, des pétales et des sépales) se développent pour former un fruit charnu complexe, de couleur et de goût variable selon les variétés (**MASSONNET, 2004**).



Figure 6 : des fleurs de pommier (photo original 2018)

3.5 Fruit :

Le fruit est une drupe, à mésocarpe charnu entourant 5 loges cartilagineuses et a chair croquante de teinte blanchâtre, jaune ou rose, les loges contenant le pépin (**BRETAUDEAU, 1978**).



Figure 7 : des fruits de pommier (photo original 2018)

4. Valeur nutritive (pour 100g) :

Eau :	85,56 g
Protéines	0,26 g
Lipides	0,17 g
Glucides	13,81 g
Fibres	2,4 g
Valeur énergétique	52 kcals
Acide gras Saturés	0,028
Acide gras Polyinsaturés	0,051 g

Tableau n°1 : valeur nutritive de pomme pour 100 g (la culture fruitière volume 2 ; les productions fruitières)

5. LES EXIGENCES PEDOCLIMATIQUE**5.1 INFLUENCE DE LA TEMPERATURE**

- Une température moyenne de 15 °C entre avril et Septembre suffit à beaucoup des variétés pour mener leur floraison et leur fructification.
- Quelques variétés exigent 12°C et d'autre exigent 18°C.

5.2 HUMIDITE

- Le pommier existe dans des régions où l'humidité de l'air est relativement élevée durant la période de végétation.

5.3 LES BESOINS EN EAU

- Le pommier est une espèce exigeante en eau et ses besoins sont estimés à 600 –700mm/ha/an
- Les plus fortes besoins en eau se font sentir en juillet, août

(La culture fruitière volume 2 ; les productions fruitières)

5.4 ADAPTATION AU SOL

- Le pommier s'adapte à une gamme de texture assez large (le sol doit être sain, profond, silico argileux, limoneux et perméable)
- Le pommier peut s'adapter à la région de 500 à 800 m d'altitude.
- Le pommier redoute les sols impactés, trop siliceux ainsi que les excès de d'humidité.

5.5 La préparation du sol :**5.5.1 Les objectifs :**

- ✓ Améliorer la structure du sol
- ✓ Ensoleiller le sol
- ✓ Enrichir le sol en matière organique, et en matière minérale
- ✓ Dégager les gazes toxiques et faciliter l'adaptation des racines
- ✓ Nettoyer les sols (pierres, racines....)
- ✓ Détruire les insectes, virus, champignons indésirables.
- ✓ Aérer le sol
- ✓ Ameublir le sol
- ✓ Diminuer l'évaporation de l'eau
- ✓ Rendre les sols perméables
- ✓ Augmenter la rétention du sol en eau
- ✓ Diminuer l'érosion du sol
- ✓ Faciliter l'enfouissement de la matière organique et minérale.

5.5.2 Le sous-solage

Il est pratiqué à une profondeur plus de 60 cm pour briser la couche dure en profondeur.

5.5.3 le défoncement

C'est le labour profond de plus de 30 cm de profondeur, effectuée sur toute la surface à planter, il doit être accompagné d'un apport du fumier bien décomposé

5.5.4 Labour

C'est un travail du sol à une profondeur de 20 à 30cm en utilisant les outils de labour dans le but de :

- ❖ Ameublir le sol et rendre sa structure fine.
- ❖ Aérer le sol
- ❖ Augmenter la perméabilité du sol
- ❖ Détruire les mauvaises herbes

5.5.5 Covercropage

Permet d'éliminer les mauvaises herbes, aérer le sol, enfouissement de la fumure ...

5.5.6 Nivellement

Se limite à araser la parcelle de manière à permettre une répartition convenable d'eau

5.6 La fertilisation

Les quantités d'engrais à apporter dépendent de :

- ❖ l'élément fertilisant
- ❖ Le stade de l'arbre
- ❖ la richesse du sol et du niveau escompté de rendement.

En irrigation à la raie, le phosphore et la potasse doivent être apportés en hiver (Décembre Janvier) en un seul apport

En irrigation goutte à goutte, ces éléments doivent être apportés sous forme d'engrais soluble à injecter en apports fractionnés sur toute la période de grossissement du fruit L'azote est à fractionner également en période de croissance végétative active.

6. Plantation

La plantation du pommier doit normalement se dérouler en hiver. Dans le cas où le sol est sec, il est urgent de l'irriguer

Deux opérations sont nécessaires avant la mise en place des plantules:

- ❖ Habillage
- ❖ Pralinage

6.1 Habillage

Il convient de veiller à ce que les racines soient correctement étalées ; ce que signifie qu'elles doivent être préalablement raccourcies.

6.2 Pralinage

Les jeunes plants doivent être protégés et leurs racines trempées dans une boue liquide faite de terre argileuse à laquelle on mélange de la bouse de vache lorsqu'on a une fois le plant mis en place.

Il est recommandé de planter les jeunes arbres à la profondeur laquelle elles se trouvaient en pépinière.

6.3 Densité :

- Densité idéale dépendra des facteurs suivants :
- La disponibilité de l'eau d'irrigation

- Types de variétés utilisées,
- Mode de conduite des arbres
- Moyens financiers et techniques dont dispose le producteur
- Le verger extensif : 80 à 150 pieds/ha
- Le verger semi extensif : 200 à 400 pieds/ha
- Le verger semi intensif : 500 à 800 pieds/ha
- Le verger intensif : 1000 à 1500 pieds/ha
- Le verger à haute densité (verger piéton) : 1500 à 2000 pieds/ha et plus

6.4 La taille :

On distingue les types suivants:

- la taille de formation
- la taille fructification
- la taille de rajeunissement
- la taille d’entretien
- éclaircissage

(Atlas d’arboriculture fruitière)

7. Importance économique de pommier

7.1 Dans le monde

La production de la pomme est la troisième production fruitière en quantité après les agrumes et les bananes avec 40,2 millions de tonnes en 1989 (FAO ,1990 in RAT- MORRIS ,1994).

D'après GUERIN et MALAGIE (1994) cités par RAT- MORRIS (1994); Les variétés les plus répandues sont :

* *Golden Delicious* (35%), *Red Delicious* (15%), *Cox's Orange* (8%), *Belle de Boskoop* (4%), *Morgenduft* (4%) (FAO.2008).

TABLEAU 2 : Classement par pays de 10 premiers pays producteurs du pommier dans le monde (FAO, 2014)

Selon les estimations de F.A.O., 2014), l'Asie fournit le plus gros tonnage de la production mondiale avec 35929400 tonnes correspondant à une superficie de 3044600 ha. La Chine est devenue le premier producteur de pommes avec environ 40 millions de tonnes, viennent ensuite les Etats Unies avec 4,1 millions, la Turquie et la Pologne avec 3,1 millions de tonnes pour chacune, et l'Italie avec 2,2 millions de tonnes, Le chili et l'Iran avec 1,7 millions pour chaque pays et la Russie avec 1,6 millions de tonnes (Tableau 2).

En Afrique, l'Afrique du Sud occupe la première place avec 35,5 %; la quatrième place après l'Egypte et le Maroc revient à l'Algérie avec un tonnage représentant 9,9 % de la production africaine (F.A.O., 2008).

Classement ▲	Pays	Données	Date de l'information
1	 Chine	39684118	2013
2	 Etats-Unis	4081608	2013
3	 Turquie	3128450	2013
4	 Pologne	3085074	2013
5	 Italie	2216963	2013
6	 Inde	1915000	2013
7	 France	1737482	2013
8	 Chili	1709589	2013
9	 Iran	1693370	2013
10	 Russie	1572000	2013

7.2 En Algérie

En Algérie, la superficie occupée par le pommier est presque triplé pendant les 15 dernières années avec une superficie consacrée environ 87248 ha en 2014 (**MADR, 2014**).

Si nous considérons les productions de pommes en Algérie, nous constatons qu'elles sont encore loin d'atteindre celles enregistrées dans les pays développés. Cette faiblesse des rendements peut être attribué à plusieurs facteurs dont :

- La non assimilation des techniques modernes à l'arboriculture par les agriculteurs Algériens telle la technique de la taille.
- Utilisation anarchique des portes greffes et variétés.
- La méconnaissance des techniques de production appliquées (Fertilisation, Entretien du sol; Traitements phytosanitaires...). qui dans notre pays, leur application ne répond pas aux normes culturelles modernes de cette culture.

Année	Superficie total (ha)	Superficie en rapport (ha)	Superficie nouvelle plantation	Production (QX)	Rendements (Qx/ha)
2000	31430	13480	17950	965170	71,6
2001	36710	14040	22670	1049000	74,7
2002	45990	15240	30750	1210380	79,4
2003	55530	18080	37450	1355420	75,0
2004	63741	19861	43880	1653720	83,3
2005	74427	24279	50148	1997120	82,3
2006	83376	28658	54718	2832420	98,8
2007	85470	31904	53866	1900095	59,6
2008	85470	31904	53866	1840093	75,8
2009	89005	36616	52389	2647691	73,0
2010	92271	39852	52419	3786367	95,0
2011	92058	40978	51080	4041050	98,6
2012	89678	40850	48828	3975290	97,3
2013	89094	41030	48064	4559372	111,1
2014	87248	40418	46830	4628154	114,5

Tableau 03 : l'évolution de la culture du pommier en Algérie (2000-2015) (ITAFV, 2014)

Algérie : Pomme - Production (Tonnes)

Graphique - Classement des statistiques - Tableau de données

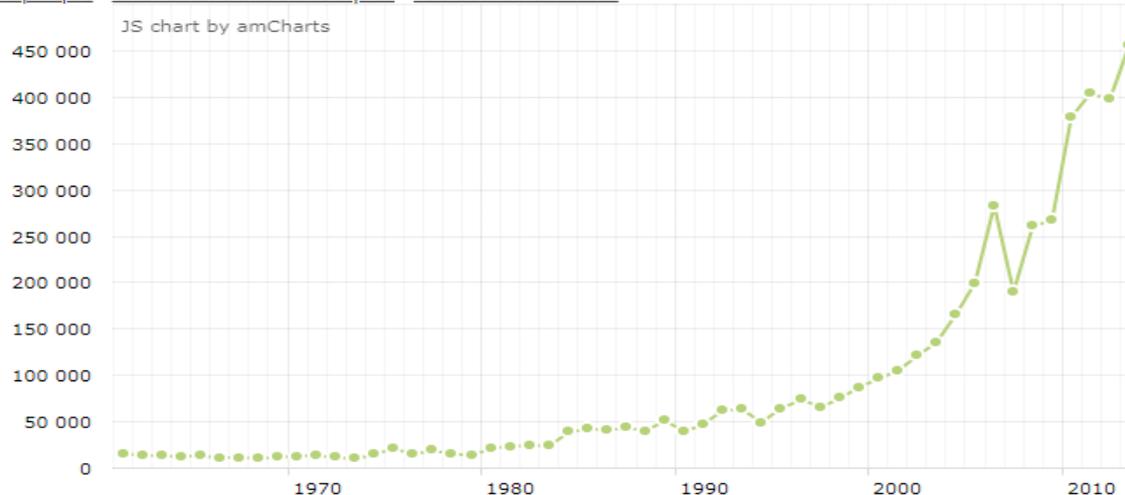


Figure 8: production pomme en Algérie <httpsfr.actualitix.compaysdzaalgerie-pomme-production.php>

Par ailleurs, dans le tableau n° 3, nous remarquons que durant les 4 années considérées (2010-2013); les rendements sont en augmentation d'une année à l'autre, de même, la superficie a triplée et la production a été multipliée.

Algérie : Classement - Pomme - Production (Tonnes)

Ci-dessous vous trouverez les derniers enregistrements pour l'indicateur : Pomme - Production (Tonnes) : Algérie

Données	Date	Evolution
455 937 Tonnes	2013	≈ 58 408 ↑
397 529 Tonnes	2012	≈ -6 576 ↓
404 105 Tonnes	2011	≈ 25 468 ↑
378 637 Tonnes	2010	≈ 111 168 ↑

Le classement du pays (Algérie) au niveau mondial est (donnée la plus élevée à la plus faible) : 27 / 93

Tableau 4 : Evolution de la culture de pommier en Algérie (2010- 2013)

7.3 Dans la wilaya d'Ain- Defla :

Tableau 5 : Les variétés du pommier dans la wilaya d'Ain Defla

	Début récolte	Plein récolte	Fin récolte	Taux	Superficie (Ha)
Hanna	Fin Mai	Mi Juillet	Fin Juillet	20%	247
Royal gala	Début Août	Mi Août	Septembre	30%	370
Golden	Fin Août	Début Septembre	Fin Septembre	50%	617
				100%	1234

(DSA Ain Defla 2018)

La variété GOLDEN représente 50% de la superficie total car elle est de culture facile et plus résistante à la sécheresse. Par contre la variété Hanna représente seulement 20% de la superficie totale car elle est très sensible au carpocapse et elle ne se conserve pas.

8. Principaux maladies et ravageurs du pommier

8.1 Les ravageurs

8.1.1 CARPOCAPSE DE LA POMME: *Cydia pomonella* (Codiing moth)

8.1.2 CHARANÇON DE LA PRUNE: *Conotrachelus nenuphar* (Plum curcullo)

Le charançon de la prune adulte est de couleur noire ou grisâtre, Il mesure environ 5 mm de longueur, Les œufs sont blanc-gris et de forme elliptique. Les larves ont une longueur d'environ 5 à 7 mm, et sont de couleur blanc-jaune avec une petite tête brune.

Les dégâts ont le plus souvent l'apparence de piqûres caractéristiques en forme de croissant à la surface des fruits. Une seule femelle peut pondre jusqu'à 200 œufs

Les dommages internes que fait la larve en se nourrissant de la chair, du fruit et des pépins.

Agriculture Canada (1982a)

8.1.3 MOUCHE DE LA POMME: *Rhagoletis pomonella* (Apple maggot)

Un peu plus petite que la mouche domestique, l'adulte de la mouche de la pomme mesure de 5 à 6 mm. De couleur noirâtre, La larve est un asticot blanc, parfois jaunâtre, qui ne possède ni pattes de 7 à 9mm à maturité

Chaque femelle de la mouche de la pomme peut pondre 300 œufs, Les jeunes asticots peuvent ainsi causer des dommages considérables, allant jusqu'à ruiner totalement une récolte, Les dégâts prennent la forme de petits points rougeâtres à la surface du fruit et de sillons brunâtres dans la chair. **Chouinard et autres (1994)**

8.1.4 TÉTRANYQUE ROUGE: *Panonychus ulmi* (European red mite)

Un acarien de la même classe que les araignées, le tétranyque rouge possède huit pattes, les larves ont six ne mesurent que 0,3 mm.

le tétranyque rouge cause la décoloration du feuillage, il se nourrissant de la sève des feuilles,

Une grave attaque peut causer la chute hâtive des feuilles, retarder la croissance de l'arbre, réduire la grosseur et la qualité des fruits **Roy et Vincent (1992).**

8.1.5 CÉRÈSE BUFFLE: *Stictocephala bupalus* (Buffalo treehopper)

La cèrèse adulte est une punaise de couleur vert pâle mesurant environ 10 mm de longueur, les femelles fendillent l'écorce du tronc et des branches des jeunes pommiers et déposent leurs œufs dans les fentes, ces incisions de ponte entravent la circulation de la sève et provoquent le dépérissement de l'arbre. **Chouinard (1993); Paradis (1981).**

8.1.6 CICADELLE ELAFICHE DU POMMIER: *Typhlocyba pomaria*

La cicadelle blanche est un insecte suceur dont le corps allongé est effilé aux deux extrémités. Très mobile mesure environ 3 mm de longueur.

Les nymphes et les adultes se nourrissent du liquide cellulaire des feuilles et provoquent l'apparition de petites taches sans chlorophylle. Ceux-ci ont l'apparence de points noirs luisants **Rocheffort et autres (1996); Morin et Chouinard (1996); Roy (1991).**

8.1.7 COCHENILLE OSTREIFORME : *Quadraspidiotus ostreaeformis*

Les cochenilles ostréiformes sont de petits insectes plats recouverts d'une carapace cireuse appelée bouclier de 1 mm de diamètre.

Les cochenilles ostréiformes forment de minuscules taches circulaires sur l'écorce et sur les fruits on peut voir au centre de chaque tache une forme ayant l'apparence d'un mamelon, entourée d'un anneau rougeâtre. Lorsqu'elle est mouillée, l'écorce de l'arbre infesté semble avoir été saupoudrée de cendres de bois. **Agriculture Canada (1981a); Cou (1984).**

8.1.8 COCHENILLE VIRGULE: *Lepidosaphes ulmi* (Oystershell scale)

La cochenille virgule est un petit insecte plat recouvert d'une carapace cireuse (écaille). Le mâle adulte est plus petit que la femelle et possède des ailes.

Sous les petites écailles, les cochenilles se nourrissent de la sève circulant sous l'écorce des arbres ou encore des liquides cellulaires sous la pelure des fruits. L'arbre infesté perd sa vitalité, son feuillage prend une apparence tachetée et teste souvent de petite taille **Agriculture Canada (1982b).**

8.1.9 MINEUSE MARBRÉE: *Phyllonorycter blancardella*

La mineuse marbrée est un petit papillon de 4 mm de longueur portant des ailes brun doré marquées de bandes blanches, La larve est une petite chenille mesurant de 1 à 4 mm.

Les dégâts causés par la mineuse marbrée se limitent au feuillage. Les dégâts causés par les trois premiers stades larvaires ne sont visibles que sur la face inférieure de la feuille. Les chenilles plus âgées provoquent par contre l'apparition d'une zone surélevée, parsemée de petites taches décolorées sur la face supérieure de la feuille. **Agriculture Canada (1981c).**

8.1.10 PUCERONS VERTS : *Aphis pomi* et *Aphis citricola*

Les deux espèces de pucerons verts sont des insectes piqueurs-suceurs au corps mou, Ils vivent en colonies sur les pousses tendres et les feuilles du pommier. L'adulte (de 3 à 4 mm) est de couleur vert olive uniforme avec les pattes et les cornicules brun-noir, Il est identique aux œufs des autres espèces de pucerons.

Les pucerons verts colonisent surtout les pousses en pleine croissance et le feuillage tendre de celles-ci, ils se nourrissent de sève, ils peuvent provoquer l'enroulement des jeunes feuilles, le retard de la croissance des pousses et enduire le feuillage et les fruits d'un miellat sur lequel peut se développer un champignon noir appelé. Les fruits collants se couvrent alors d'une poudre noire difficile à enlever même avec un bon brossage. De plus, les rameaux fortement infestés sont plus sensibles au gel d'hiver.

8.2 Les maladies

8.2.1 BRÛLURE BACTÉRIENNE: *Eruinia amylovora*

Appelée aussi feu bactérien, peut affecter les fleurs, les pousses, les fruits, les branches, le tronc et le porte-greffe du pommier, Tous les organes affectés par cette maladie, à l'exception des feuilles, peuvent exsuder un liquide collant blanchâtre ou ambré, sous forme de gouttelettes contenant les bactéries responsables des symptômes de la brûlure, Lorsque la fleur est affectée, elle paraît gorgée d'eau et prend une teinte vert foncé. Ensuite, le pistil devient noirs, puis les pétales noircissent et se fanent.

La feuille est ensuite infectée par le pétiole, Les feuilles ne tombent pas, Le fruit atteint prend une teinte brun-vert, d'apparence huileuse **Jones et Aldwinckle (1990); Rosenberger (1992).**

8.2.2 CHANCRE EUROPÉEN *Nectria galilgena*

Le champignon du chancre européen se propage à l'aide de conidies et d'ascospores, produites par les chancres, par conditions fraîches et humides. Le champignon pénètre dans les tissus au niveau des cicatrices foliaires et pédonculaires, des bourgeons, des lenticelles, des plaies de taille et des blessures de l'écorce.

Les premiers symptômes du chancre européen se manifestent à la base d'un bourgeon ou à l'insertion d'un rameau. Une tache déprimée de couleur brun-rouge et de forme elliptique apparaît sur les jeunes rameaux. Par la suite, la lésion (chancre) s'agrandit et l'écorce se ride légèrement, À la surface du jeune chancre, le champignon forme des pustules blanc crème.

Jones et Aldwinckle (1990); Lynch (1986)

8.2.3 CHANCRE NOIR: *Botryosphaeria (Physalospora) obtusa*

La reproduction du champignon (pycnides et pseudothèces) hiberne à l'intérieur des chancres et des fruits momifiés. Des conidies et des ascospores y sont respectivement produites et sont propagées par la pluie et le vent au printemps. Un fort taux d'humidité est nécessaire pour la

germination et l'infection. Le champignon pénètre par les blessures et les tissus morts ou endommagés.

La maladie présente des symptômes différents. Sur les feuilles on l'appelle « tache ocellée », sur les branches « chancre noir » et sur les fruits « pourriture noire ». Ces maladies sont fréquentes sur les arbres en mauvaise santé. **Coli (1984); CPVQ (1988); Jones et Aldwinkle (1990).**

8.2.4 ALTERNARIOSE DU POMMIER

Le champignon *Alternaria* cause des lésions circulaires sur les feuilles, qui apparaissent généralement un mois après la chute des pétales. Les lésions, bordées d'un halo brun pourpre, sont petites au début, puis s'agrandissent pour atteindre un diamètre de 2,5 mm. Les feuilles affectées jaunissent et les arbres peuvent subir une défoliation importante.

8.2.5 TAVELURE DU POMMIER : *Venturia inaequalis* (Apple scab)

La tavelure du pommier affecte le feuillage, les rameaux de la pousse annuelle, les fleurs et les fruits (incluant le pédoncule) du pommier. En début de saison, les taches de tavelure apparaissent sur la face inférieure des jeunes feuilles. Puis, à mesure que les feuilles se développent, les deux faces peuvent être attaquées. Les lésions se présentent d'abord sous forme de petites taches pâles, circulaires, avec une bordure diffuse. Les taches sur le fruit ressemblent à celles sur le feuillage, mais si elles apparaissent tôt, le fruit se déforme et peut craqueler dans la région affectée **Olivier (1984) et Schwabe (1980)**

Chapitre II : Le puceron vert du pommier, *Aphis pomi*

I- Généralités sur les Pucerons (Aphides)

Les pucerons sont des petits insectes phytophages, se déclinent en milliers d'espèces. Environ 4000 sont répertoriées dans le monde, dont 250 sont des ravageurs de plantes. Ils colonisent une grande variété de plantes ornementales et potagères. La plupart sont propres à une espèce végétale, mais certaines espèces de pucerons s'attaquent à une grande variété d'hôtes. Les pucerons appartiennent à l'ordre des Hémiptères.

Développement durable environnement et lutte contre les changements climatiques Québec. Canada

Au cours de leur évolution, ils ont développé de remarquables capacités d'adaptation au milieu : fécondité élevée, modes de reproduction variés, alternance d'individus ailés ou aptères, utilisation de plusieurs types de plantes... Autant de stratégies qui leur permettent d'exploiter au mieux les plantes sur lesquelles ils vivent.

Ils sont uniquement phytophages. Grâce à leurs pièces buccales de type piqueur-suceur, ils se nourrissent de la sève des plantes et peuvent transmettre à celles-ci des particules virales, ce qui en fait des déprédateurs majeurs des cultures. **Turpeau.E, Hullé.M, Chaubet.B (2016)**

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde (Hullé et al. 1998). C'est dans les zones tempérées que l'aphidofaune est plus diversifiée (Ortiz-Rivas et al. 2004), alors que ces insectes sont rares dans les régions tropicales et subtropicales (Dedryver et al., 2010 ; Peccoud et al., 2010).

2- Le puceron vert du pommier, *Aphis pomi* (DeGeer).

2.1- Description

Le puceron vert du pommier, *Aphis pomi* (DeGeer), insecte se nourrit de la sève des feuilles sur les pousses adventives et les pousses terminales succulentes. On le retrouve habituellement à proximité des nervures principales, sur la face inférieure des feuilles. Le puceron vert s'attaque aussi au poirier, à l'aubépine, au cognassier. Cette espèce de puceron prédomine dans les vergers de pommiers, mais le grand nombre de prédateurs naturels rend souvent inutile le recours à la lutte chimique.

Les pucerons adultes ont un corps rond, d'environ 2 mm de longueur, velouté, de couleur verdâtre avec des pattes foncées. Les jeunes larves sont vert jaunâtre à vert. Les ailés ont un

thorax noir, abdomen vert avec 3 paires de taches circulaires latérales noires sur les segments abdominaux antérieurs et une tache semi-circulaire en avant et en arrière de chaque cornicule. Les œufs sont d'un noir brillant, elliptique et d'une longueur d'environ 0,5 mm (D'ALMEIDA, 2012).



Pucerons sur feuille

Figure 10 : puceron vert *Aphis pomi* sur feuilles de pommier

2.2- Position Systématique

D'après CARVER *et al.* 1991 In STUDER, (1994), les aphides sont classés comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre: Hemiptera

Sub-ordre: Sternorrhyncha

Super-famille: Aphidoidea

Famille: Aphididae

Sub-famille: Aphidinae

Genre: *Aphis*

Espèce: *Aphis pomi* De Geer, 1773 (CARVER *et al.*, 1991 In STUDER, 1994).

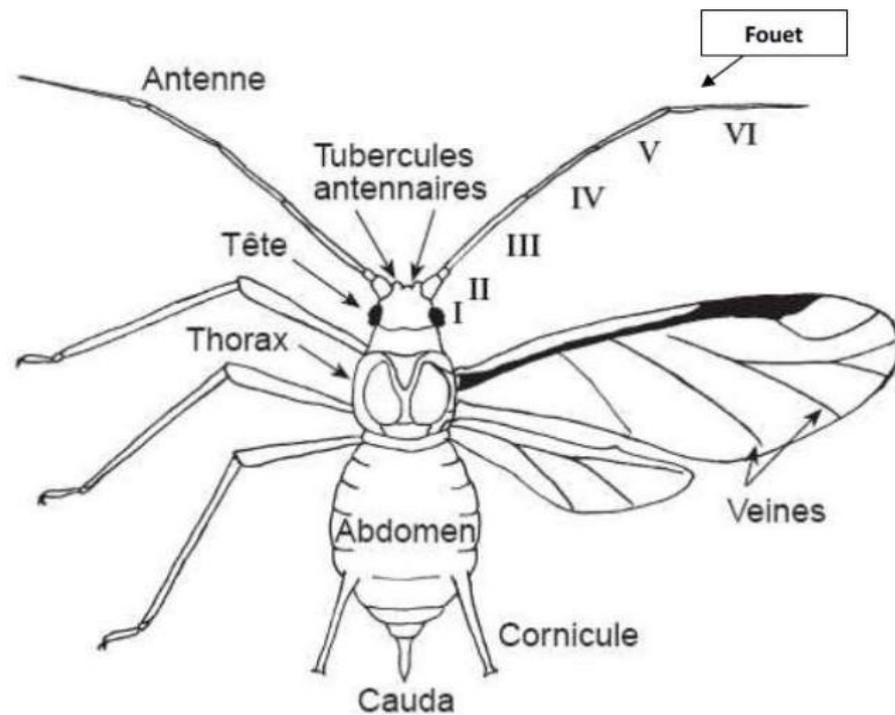


Figure11 - Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin, 2000)

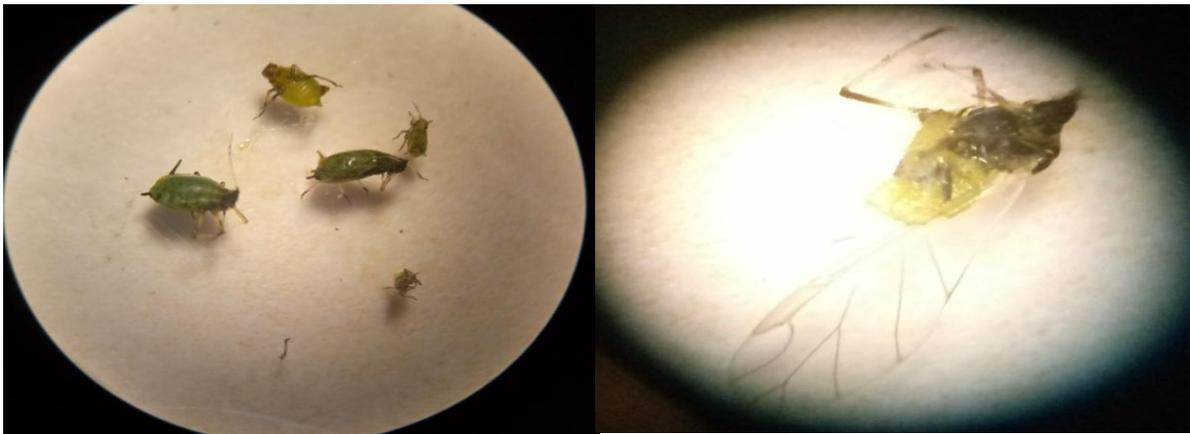


Figure12 : *Aphis pomi* forme aptère (à gauche) et forme ailée (à droite) sous loupe optique gr :x2 (Originale 2018).

2.3- Stades de développement

Les pucerons comportent quatre stades larvaires qui ressemblent à des adultes, mais de plus petite taille, ont le même mode de vie et provoquent les mêmes types de dégâts. Les stades larvaires sont séparés par des mues qui permettent la croissance en longueur, se sont donc des insectes à métamorphose incomplète (hétérométabole) (Sullivan, 2005).

Les larves peuvent devenir adultes aptères ou ailés. Une larve se reconnaît par ses caractères juvéniles : tête large par rapport au corps, cauda plus court et arrondi (plutôt qu'allongé),

antennes et cornicules peu développé, présence de fourreaux alaire dans le cas d'aîlés (Godine et Boivin, 2000).

Les larves du 3^{ème} et 4^{ème} stade qui donneront des adultes ailés sont appelées nymphes ou larves à ptérothèque (Dedryver, 1982).

Le développement larvaire dure en moyenne 8 à 10 jours, mais chez certaines espèces de pucerons, il peut se dérouler en 5 jours, ce sont des insectes au temps de génération court (Goggin, 2007).

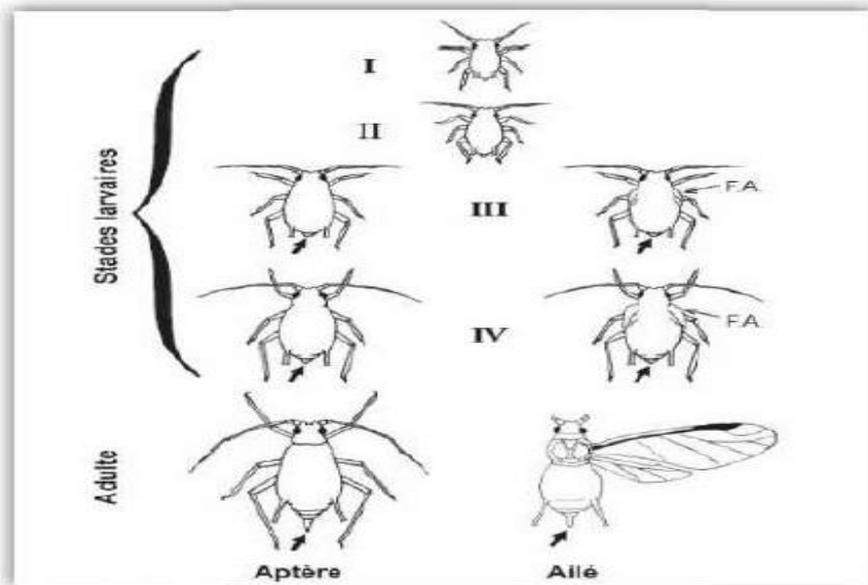


Figure 13 - Stades de développement d'un puceron (Godin et Boivin, 2000)

2.4- Cycle de vie

Le puceron vert du pommier est holocyclique; hiverne sous forme d'œuf sur les pommiers, les poiriers, les cognassiers et quelques rosacées sauvages. Contrairement à d'autres espèces de pucerons, les œufs d'hiver sont faciles à reconnaître, car ils sont souvent déposés en grands amas sur les rameaux de l'année précédente. Les œufs éclosent en même temps que les bourgeons s'ouvrent et que les premières feuilles se déploient. Les larves fondatrices éclosent fin Avril-début Mai. La femelle parthénogénétique qui en est issue est appelée **fondatrice**. Elle est presque toujours aptère. Au cours du printemps, la fondatrice engendre une ou plusieurs générations de femelles parthénogénétiques,

appelées **fondatrigenes**, qui se développent sur la même plante qu'elle. Les premières générations sont essentiellement composées d'aptères, la proportion d'ailés croissant au fil du temps. Les fondatrigenes ailées accomplissent tout leur cycle de développement sur un seul type de plante.

Durant la période végétative se succèdent plusieurs générations virginipares. Il y a de 10 à 15 générations du printemps à l'automne. Selon l'état de la plante hôte et la densité de la population, on trouve dans les colonies un taux variable d'ailés. La fonction des ailés est surtout la distribution dans le verger ou la colonisation de nouveaux milieux. De cette façon, des vergers indemnes au printemps peuvent être infestés en Juin-Juillet. Spécialement en été, les pucerons verts du pommier préfèrent les arbres de forte vigueur. Au début de l'automne, les mâles apparaissent et fécondent les femelles, lesquelles déposent leurs œufs d'hiver en octobre (LEEPER, 1980; STUDER, 1994; MADAHY & SAHRAGARD, 2012; MILENKOVIC *et al.*, 2013; RAKAUSKAS *et al.*, 2015). A l'automne apparaissent des femelles parthénogénétiques appelées **sexupares** qui donneront naissance à des **mâles (sexupares andropares)**, à des femelles **ovipares (sexupares gynopares)** ou aux deux (**sexupares amphotères**). Après accouplement la femelle pond des œufs.

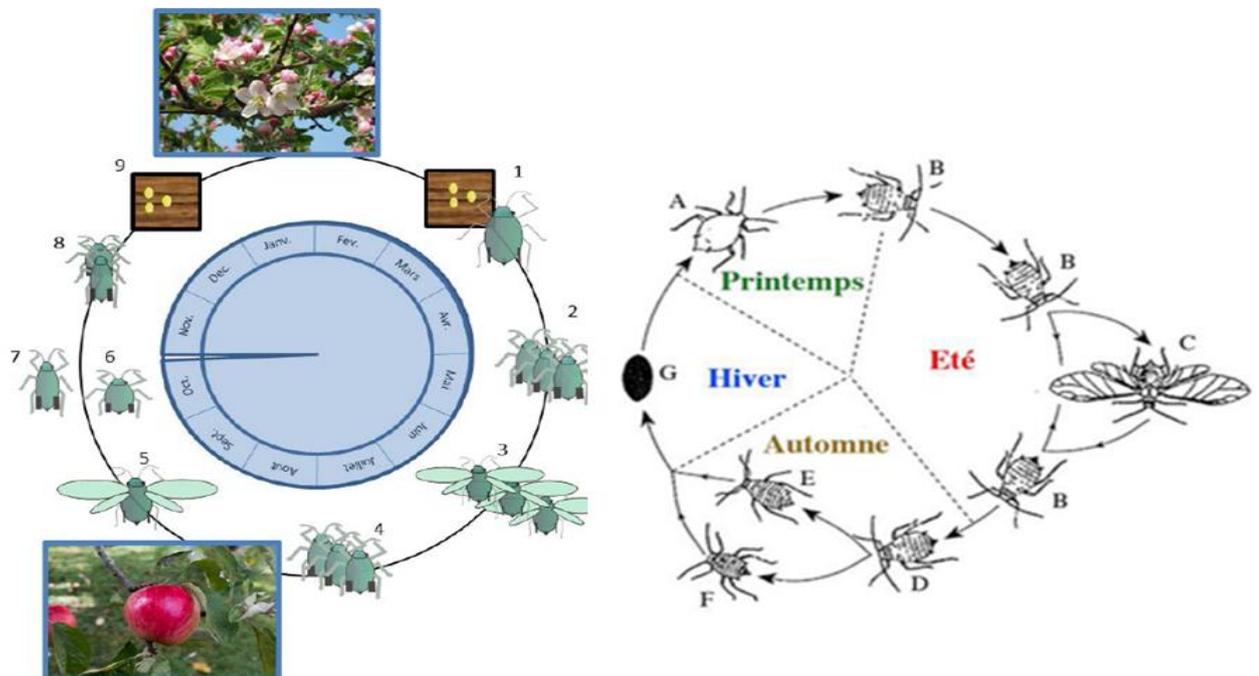


Figure14 : cycle de vie d *aphis pomi* (Cycle monoecique) site internet :

(<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)

Les individus représentés sont : (A) la femelle fondatrice, (B) les formes aptères parthénogénétiques, (C) la forme ailée parthénogénétique, (D) la sexupare, (E) la femelle sexuée, (F) le mâle, et (G) l'œuf.

2.5- Interactions plante puceron

Les pucerons ailés sont capables de localiser leurs plantes hôtes à distance en mettant en jeu des stimuli visuels, olfactifs et gustatifs (Webster *et al.*, 2008). Les stimuli visuels correspondent à des couleurs, les pucerons sont très sensibles pour la couleur verte et reconnaissent la couleur des feuilles de leur plante hôte (Döring et Chittka, 2007 ; Wiwart et Sadej, 2008).

Les composés phénoliques jouent un rôle important dans la physiologie des feuilles de Rosaceae infectées par les champignons (TREUTTER et FEUCHT, 1990 (a, b) cité par RAT- MORRIS ,1994). Parmi ces composés, la phloridzine qui est une dihydrochalcone présente dans les feuilles de pommier est considérée comme un stimulant de la piqûre d'essai pour *Aphis pomi* KLINGAUF (1971) in RAT- MORRIS (1994) et pour *D. plantaginea* et le cultivar Florina (RAT- MORRIS, 1994). Pour MONTGOMERY *et al.*, (1974).

Une fois au contact de la plante, les pucerons font appel à la gustation en introduisant leurs stylets dans la plante hôte jusqu'à ce que la composition de la sève soit reconnue. La gustation joue un rôle dans l'acceptation ou la non acceptation de la plante par le puceron (Will et Van Bel, 2006 ; Guerrieri et Digilio, 2008)

Pucerons verts du pommier



Figure 15 : *Aphis pomi* sur jeunes feuilles et rameaux de pommier (Originale 2018)

2.6- Dégâts

Les dégâts peuvent être directs ou indirects.

- Les dégâts directs

Les piqûres d'alimentation par ces pucerons entraînent une diminution de la croissance des jeunes rameaux et des feuilles de l'arbre hôte voire parfois des déformations de ces rameaux. Les lésions seront plus graves sur les jeunes arbres (DE ALMEIDA, 2012).

Les pucerons causent d'importants dommages cultureux en s'alimentant directement dans les éléments criblés du phloème, dans lesquels ils prélèvent la sève phloémienne riche en sucres, composés azotés et autres nutriments essentiels à leur développement et reproduction (Dinant et *al.*, 2010).

L'adaptation du puceron à cette source alimentaire déséquilibrée n'a pu se faire que grâce à une bactérie symbiotique intracellulaire obligatoire *Buchnera aphidicola* spécialisée dans la complémentation nutritionnelle (Brinza et *al.*, 2009 ; Leroy et *al.* 2011).



Figure 16 : dégâts direct sur feuilles et fruits (Original 2018)

Les dégâts indirects

Les dégâts indirects sont essentiellement de deux types :

Miellat et fumagine :

Les pucerons rejettent une substance épaisse et collante par le système digestif appelée le miellat. Ce composé déposé sur les feuilles et au pied de la plante hôte est riche en sucre et en acides aminés (Leroy et *al.*, 2009).

La forte concentration en sucre du miellat (90 à 95 % de matière sèche) favorise le développement de la fumagine, un complexe de champignon de type *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Antennariella*, *Limacinula*, *Scorias* et *Capnodium*.

La fumagine forme un dépôt noirâtre à la surface des feuilles de la plante hôte, réduit la photosynthèse et provoque même une asphyxie de la plante attaquée par les pucerons (Leroy *et al*, 2009).

Le miellat attire les fourmis qui le consomment. La coopération entre les pucerons et les fourmis est un exemple bien connu de mutualisme, certaines espèces de pucerons augmentent la quantité de phloème ingéré et adaptent la quantité et la qualité de leur miellat afin de satisfaire les demandes des fourmis, en échange, les fourmis les protègent contre leurs nombreux prédateurs et participent activement à l'hygiène de la colonie (Verheggen *et al*, 2009b; Vantaux *et al*, 2011).



Figure 17 : attaque des fourmis et formation des fumagines sur feuille (photo original2018)

Transmission de virus

Les pucerons sont responsables de dégâts indirects assez importants en véhiculant des virus pathogènes (Harmel *et al*, 2010 ; Akello et Sikora, 2012).

Les virus affectent les processus physiologiques de la plante, en diminuant le taux de photosynthèse, en réduisant la teneur en chlorophylle (jaunisse) et en augmentant les taux de respiration (Radwan *et al*, 2008).

Méthode de lutte :

La lutte contre les pucerons a été et reste le souci majeur des agriculteurs. Pour cela différentes méthodes de lutte ont été préconisées.

La lutte chimique

Les insecticides utilisés sont les organophosphorés, les carbamates et les pyréthrinoïdes de synthèse et il est apparu une nouvelle famille de produits, les chloronicotiniles qui présentent la particularité d'être très fortement systémiques (Dedryver, 2007). Cependant, les insecticides présentent des inconvénients : ils coûtent chers, nuisent à l'écosystème et à l'environnement et tuent les insectes auxiliaires, de plus, les pucerons peuvent développer des résistances aux différentes molécules chimiques utilisées (Dogimont et *al.*, 2010).

La lutte variétale :

La lutte variétale consiste à employer des cultivars résistants aux pucerons et aux virus transmis par ces derniers (Dedryver et *al.*, 2010).

D'après Dedryver (2010), les mécanismes de résistance des plantes aux pucerons sont de trois types : l'antixénose où la plante est refusée par l'insecte qui l'évite, l'antibiose où la plante réduit le potentiel de multiplication de l'insecte et la tolérance où la plante ne souffre pas où peu de la présence des insectes qui s'y alimentent et s'y multiplient. Selon le même auteur, la sélection de cultivars résistants aux pucerons essentiellement par antibiose est une méthode de lutte particulièrement judicieuse dans le contexte d'une agriculture durable.

Lutte préventive :

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales pouvant réduire les dégâts tels que la détermination d'une date de semis et de récolte adéquate, la rotation des cultures avec une plante qui serait attrayante pour les pucerons, les associations culturales et la suppression des mauvaises herbes ou résidus de cultures qui pourraient héberger des pucerons (Sullivan, 2007).

La lutte biologique

Ce mode de lutte s'articule dans la majeure partie des cas sur l'utilisation des ennemis naturels ou auxiliaires des cultures pour réduire les niveaux des populations aphidiennes à des seuils économiquement tolérables (Sullivan, 2005).

Monoctonus cerasi

C'est le parasitoïde le plus commun du puceron de la pomme. En automne, il hiberne en tant que larve adulte dans l'hôte de pucerons momifié, souvent dans les crevasses de l'écorce. Les adultes émergent ensuite au début du printemps suivant et attaquent les fondatrices arrivant à maturité.



Figure18 : une momie de puceron parasitée par le braconide *Monoctonus cerasi* (**internet: jardin.fr**)

Les larves de syrphes

Peuvent être plus importantes pour réduire le nombre de pucerons. La larve illustrée est probablement *Syrphus ribesii*, bien que *Syrphus vitripennis* soient aussi couramment élevés à partir de colonies de pucerons de l'herbe des pommes sur la pomme.



Figure19 : une momie de puceron parasitée par une larve de syrphe *Syrphus ribesii* (**internet : jardin.fr**)

La lutte intégrée

La lutte intégrée peut se définir par l'emploi combiné et raisonné de tous les moyens de lutte dont dispose l'agriculteur pour maintenir la population de ravageurs à un niveau suffisamment bas pour que les dégâts occasionnés à la culture soient économiquement tolérables (Faurie et *al.*, 2003).

1. Introduction

Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des phytophages. (Schmutterer, 1990).

Les cultures maraichères occupent une place importante pour l'alimentation humaine et contribuent significativement aux revenus des familles en Afrique de l'Ouest, mais leur production est confrontée à une pression des bio-agresseurs qui limite leur productivité. (Boni Barthélémy et al, 2017)

D'après Hilan *et al.* 2006, Et sous l'effet de ces risques environnementaux, l'intérêt pour les produits naturels connaît depuis quelques années une importance grandissante. Cet intérêt se manifeste par une demande croissante de produits naturels bio-actifs dénués de tout effet nocif, et par le souci de protéger l'environnement.

L'importance des désordres écologiques observés au cours des dernières années suite à l'utilisation abusive des produits phytosanitaires organiques de synthèse met en évidence l'intérêt d'une réflexion sur des approches alternatives ou complémentaires pour le développement durable de l'agriculture. (Catherine et al, 2006)

2. Biopesticides d'origines végétales utilisées :

Les produits naturels issus des plantes peuvent aussi permettre d'accroître les rendements avec un rapport coût/bénéfice comparable à celui des pesticides de synthèse (Amoabeng et al, 2014).

Des huiles essentielles (liquide concentré de composés organiques volatiles de plantes) ou des plantes entières sont également utilisées dans les greniers de denrées stockées (Anjarwalla et al, 2016).

Actuellement, on rapporte que 2121 espèces de plantes possèdent des propriétés antiparasitaire ; un total de 1005 espèces identifiées, présentent des propriétés insecticides, 384 avec des propriétés anti-appétissantes, 297 possédant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 avec des propriétés de stimulateurs de croissance (NIRAKAR R., 2007).

D'après BELANGER et MUSABYIMANA et BRICE *et al.* , le neem a démontré leur efficacité dans le contrôle de plus de 400 espèces d'arthropodes nuisibles et certaines maladies des plantes.

Plusieurs molécules dont l'azadirachtine, la nimbidine, la nimbidinine, la solanine, le déacétylazadirchtinol et le méliantriol ont été identifiées comme biologiquement actives dans

l'huile extraite des graines de neem. L'azarachtine, un mélange de sept isomères de tétranortritarpinoïde, est le principal ingrédient actif de cette huile et a la propriété de perturber la morphogénèse et le développement embryonnaire des insectes (Srivastava et al. 2007 ; Correia et al. 2013).

L'utilisation de ces plantes contre les bioagresseurs se fait généralement par le biais des extraits de leurs compartiments (un ou plusieurs), et leurs efficacité dépend étroitement de leurs compositions en métabolites secondaires qui sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs (AUGER J. et THIBOUT E., 2002). Selon BENAYAD2008, ces molécules appartiennent à des familles chimiques très diverses telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les stéroïdes.

3-Les huiles essentielles :

3.1- Généralité

L'huile essentielle, essence ou également appelé huile volatile, est l'ensemble d'extraits volatils de composition complexe obtenu des plantes aromatiques. D'après l'Association Française de Normalisation (**AFNOR, Edition 2000**), a défini les huiles essentielles comme étant : des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des fruits de Citrus par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques.

Les huiles essentielles sont composées par des molécules aromatiques présentant une très grande diversité de structure. Cependant ces huiles essentielles sont obtenues avec des rendements très faibles (de l'ordre de 1%) ce qui en fait des substances fragiles, rares, mais toujours précieuses. Ainsi les différentes techniques d'extraction des huiles essentielles ou extraits aromatiques doivent d'une part, tenir compte de ces caractéristiques et d'autre part, apporter des performances quantitatives satisfaisant une forte demande toujours plus exigeante.

Basée sur différents phénomènes physiques : la distillation, l'extraction ou la séparation, ces techniques d'extraction seront présentées selon le principe sur lequel elles sont basées, et classées en deux catégories distinctes selon le produit final obtenu : une huile essentielle ou un extrait aromatique.

3.2- Historique des huiles essentielles

L'histoire des huiles essentielles est aussi vieille que l'histoire de la civilisation. Les huiles essentielles ont été dans la pratique, dans presque toutes les civilisations anciennes connues à la race humaine. **JESSICA.2010**

3.2 Chronologie historique des huiles essentielles

L'histoire des huiles essentielles remonte à 4000 avant JC, que les huiles essentielle et «Aromathérapie» sont assez moderne (inventé seulement au cours du XXe siècle). Les Egyptiens, Grecs, Romains, les Perses, les Chinois et les Indiens étaient connus pour avoir pratiqué l'aromathérapie avec des huiles essentielles dans leurs médicaments pendant des siècles. (*Kesbi, 2011*)

3.3- Définition des Huiles essentielles

Les huiles essentielles (essences: huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (**Brunton, 1993**).

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman 1999).

Selon (**Smallfield, 2001**) les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques des plantes, qui sont extraites par distillation par la vapeur ou des solvants. Selon (**Parini et Lucheron, 1996**) les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois, elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles (**Brunton, 1993**).

Selon la 8eme éditions de la pharmacopée française (1965), les huiles essentielles (essences = huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. (**Bruneton J.1993**)

Elles sont très sensibles à l'oxydation et ont également tendance à se polymériser pour former des produits résineux.

Selon l'AFNOR, une huile essentielle est un produit obtenu à partir d'une matière végétale définie botaniquement après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par un entrainement à la vapeur d'eau, soit par un procédé mécanique à partir de l'épicarpe pour les citrus, soit par distillation sèche.

Les huiles essentielles sont extrêmement volatiles et perdent rapidement leur propriétés, lorsqu'elles sont exposées au soleil, ou lumière, ou à leur chaleur, elles absorbent de grande quantité d'oxygène à l'air en se résinifiant, en même temps leur odeur se modifie, leur point d'ébullition augmente et leur solubilité diminue.

Elles doivent être conservées dans des flacons en verre coloré bien fermés, à l'abri de l'air, de la lumière pour une meilleure protection (Bruneton.1993 ; CHARPENTIER.1998 ; BENKADA.1990)

3.4- La certification botanique

La plante utilisée pour fabriquer une huile essentielle doit être définie par son genre, son espèce et si possible la sous-espèce à laquelle elle appartient. Il est très important de bien définir l'huile essentielle car il existe plusieurs espèces. En fonction de l'espèce, les propriétés vont être très différentes.

3.5- Répartition et localisation des huiles essentielles

Parmi les espèces végétales 800.000 à 1.500.000 selon les botanistes, 10 % seulement sont dites aromatiques. Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, elles sont presque exclusivement de l'embranchement des Spermaphytes, les genres qui sont capables de les élaborer sont rassemblés dans un nombre restreint de familles comme les : Lamiaceae, Lauraceae, Asteraceae, Rutaceae, Myrtaceae, Poaceae, Cupressaceae, Piperaceae (**Bruneton, 1999**).

La synthèse et l'accumulation d'une huile essentielle sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface du végétal (**Bruneton, 1987**). Il existe en fait quatre structures sécrétrices :

- Les cellules sécrétrices : Chez les Lauracées et les Zingibéracées.
- Les poils glandulaires épidermiques : Chez les Lamiacées, Géraniacées, etc.
- Les poches sphériques schizogènes : Les glandes de type poche se rencontrent chez les familles des : Astéracées, Rosacées, Rutacées, Myrtacées, etc.

Les canaux glandulaires lésigènes : On les retrouve chez les Conifères, Ombellifères, etc. Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes (**Bruneton, 1993**).

Les teneurs en huiles essentielles sont généralement très faibles, il faut parfois plusieurs tonnes de plantes pour obtenir un litre d'huile essentielle. A l'exception de celle du bouton floral du giroflier où le rendement en huile essentielle atteint largement les 15 % (**Makhloof, 2002**)

3.6- Classification des huiles essentielles

Selon le pouvoir spécifique sur les germes microbiens, et grâce à l'indice aromatique obtenu par des chromatogrammes, les huiles essentielles sont classées en groupe :

- Les huiles majeures.
- Les huiles médiums.
- Les huiles terrains. (CHACOU M. et BASSOU K. 2012)

3.7- Utilisation des huiles essentielles en tant que biopesticides

L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a mené à beaucoup de conséquences négatives (la résistance des insecticides, la toxicité sur la faune auxiliaire, les problèmes de résidu et la pollution environnementale) ayant pour résultat l'attention croissante étant donnée aux produits naturels (Isman et Machial, 2006).

Les plantes peuvent fournir des solutions de rechange potentielles aux agents actuellement utilisés contre les insectes parce qu'elles constituent une source riche en produits chimiques bioactifs. Beaucoup d'effort a été donc concentré sur les matériaux dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes (Kim et al, 2000).

Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (Shaaya et al. 1997).

3.8 Activité insecticide des huiles essentielles

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (Isman, 2000).

L'objectif est d'améliorer les techniques traditionnelles basées sur l'utilisation des ressources végétales renouvelables pour une meilleure gestion des déprédateurs dans les stocks de niébé 'autres résultats indiquent que les huiles essentielles extraites de plantes odorantes ont une activité insecticide indéniable

3.9- Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et éminemment variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes, d'une part, et le groupe des

composés aromatiques dérivés du phenylpropane, beaucoup moins fréquent, d'autre part. (Abdoul dorosso samate, 2002).

3.9.1-Groupe des terpénoïdes

D'une manière générale, les huiles essentielles ne contiennent que les terpènes les plus volatils, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée: mono- et sesquiterpènes. Ce sont des hydrocarbures ayant respectivement dix et quinze atomes de carbone.

Ils peuvent être saturés ou insaturés, acycliques, monocycliques, bicycliques ou polycycliques. Ils peuvent également être accompagnés de leurs dérivés oxygénés: alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, etc.

3.9.2-Groupe des composés aromatiques

De manière moins systématique que les terpénoïdes, une autre famille chimique est fréquemment rencontrée parmi les composés volatils. Il s'agit des dérivés du phénylpropane. Ce sont très souvent des allyle- et propénylphénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae (anis, fenouil, persil, etc.: anéthole, anisaldéhyde, apiole, méthylchavicol) mais aussi de celles de girofle, de la muscade, des cannelles, etc. (eugénol, myristicine, asarones, cinnamaldéhydes, ...)

3.9.3- Composés d'origines diverses

De faibles quantités de composés acycliques non terpéniques et de poids moléculaires peu élevés peuvent se retrouver dans certaines huiles essentielles (alcools, aldéhydes, cétones, etc.) (Abdoul dorosso samate, 2002).

3.10 - Rôle des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des messagers chimiques utilisés par les plantes aromatiques pour interagir avec leur environnement. Les huiles essentielles permettent d'éloigner les maladies, les parasites, mais aussi jouent un rôle protecteur face aux rayonnements du soleil. Les huiles essentielles jouent un rôle important dans la reproduction et la dispersion des espèces végétales puisqu'elles permettent d'attirer les insectes pollinisateurs.

3.11- Préparation des huiles essentielles

3.11.1. Techniques d'extraction

3.11.2.1 Hydrodistillation

L'hydrodistillation consiste à introduire la matière première dans un bain d'eau. L'ensemble est porté à ébullition et l'opération est généralement conduite à pression atmosphérique.

Les expérimentations conduites jusqu'à épuisement du substrat en essence montrent que la durée de la distillation est plus longue pour les organes de plantes ligneuses que pour les herbacées. Cette différence est fortement liée à la localisation des structures d'élaboration ou de stockage des huiles essentielles pouvant être superficielles ou internes. De ce fait, elles ont une influence sur le déroulement de l'hydrodistillation, c'est-à-dire sur les mécanismes successifs mis en jeu, et par conséquent sur la durée (EL KALAMOUNI C., 2010).

Extraction par entraînement à la vapeur d'eau : La matière végétale (fleurs, feuilles, bois) est au contact de vapeur d'eau sans macération préalable. Les produits évaporés sont entraînés par la vapeur d'eau et recueillis par condensation dans un réfrigérant à serpentin. La séparation de l'eau et des HE se fait par différenciation des densités dans un « essencier » (Figure 20)

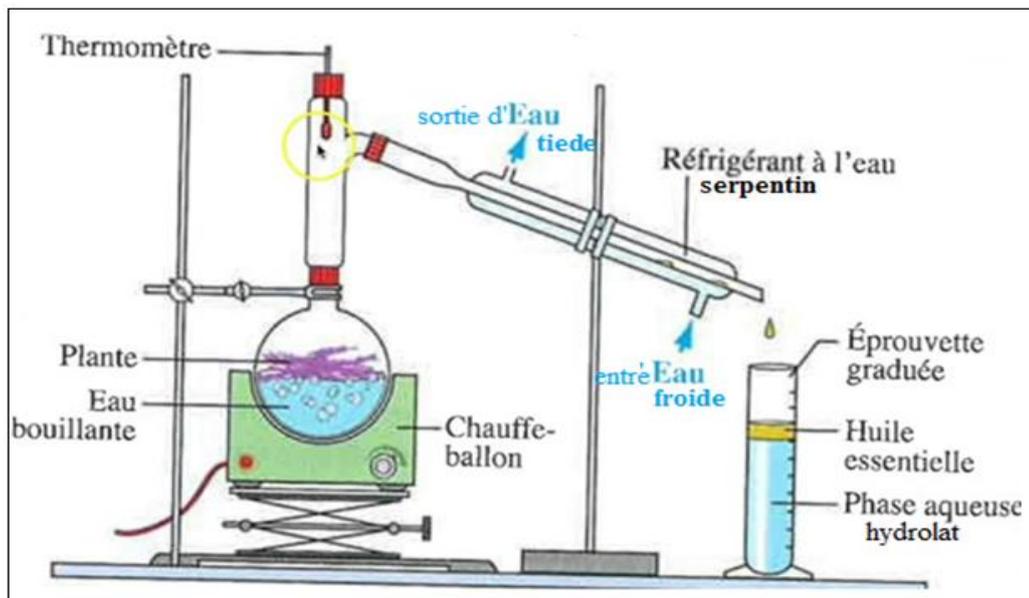


Figure n°20 Hydrodistillateur type clevenger (1928)

3.11.2.2- Hydrodistillation et ses variantes

L'hydrodistillation proprement dite, est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle (AFNOR), ainsi que pour le contrôle de qualité (Pharmacopée Européenne 1,1996). Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique. La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Sachant

que la température d'ébullition d'un mélange est atteinte lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants est égale à la pression d'évaporation, elle est donc inférieure à chacun des points d'ébullition des substances pures. Ainsi le mélange azéotropique « eau + huile essentielle » distille à une température égale 100°C à pression atmosphérique alors que les températures d'ébullition des composés aromatiques sont pour la plupart très élevées. Il est ensuite refroidi et condensé dans un essencier ou vase florentin. Une fois condensées, eau et molécules aromatiques du fait de leurs différences de densité, se séparent en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle.

La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage de la phase aqueuse obtenue lors de la décantation. Le principe de recyclage est communément appelé cohobage. En laboratoire le système équipé d'une cohobe qui est généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles en accord avec la Pharmacopée Européenne est le Clevenger. **(J.F.Clevenger, 1928).**

La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait. Afin de traiter des matières premières pour lesquelles il est difficile d'extraire l'huile essentielle ou pour les essences difficilement entraînaibles, l'hydrodistillation à pression élevée représente une bonne alternative. Cette technique est en outre utilisée pour le santal, le girofle ou les rhizomes de vétyver, de gingembre et d'iris **(E. Bocchio, 1985)**. Cependant, bien que le travail sous pression conduise à une amélioration du rapport d'entraînement donc à des économies d'énergie, une température élevée peut emmener une modification voire une altération de l'huile essentielle obtenue. D'autre part, le prix et les contraintes des équipements à mettre en œuvre contribuent à freiner cette technique **(G. Tournaire, 1980)**

3.12- Paramètres influençant l'extraction

3.12.1– Matière végétale

- Choix des plantes: Seules les plantes saines de l'espèce recherchée doivent être récoltées.
- Mode de cueillette: On peut cueillir les fleurs, feuilles bourgeons et petites baies en les arrachant simplement de la plante à la main. Puis on récolte les tiges, les racines et écorces de préférence avec un petit couteau ou un sécateur.

Cette méthode est plus écologique et permet d'obtenir des huiles essentielles de meilleure qualité.

- Provenance (région d'origine) : Le sol dans lequel pousse la plante et le climat qui règne dans une région donnée déterminent et différencient en grande partie la qualité de l'essence que produit cette région par rapport à l'essence de la même plante provenant d'une autre région.
- Stade végétatif : La récolte doit avoir lieu pendant le stade végétatif quand la plante est plus riche en essence. Ce moment varie d'une plante à une autre.
- Période de la journée : La qualité de l'essence d'une plante varie en fonction de la période de la journée où elle est récoltée. C'est dès l'aube, lorsque la rosée s'évapore, que la concentration des huiles essentielles est la plus élevée dans les plantes, car les gouttelettes de rosée empêchent encore l'évaporation des huiles. A défaut, on peut récolter en fin d'après-midi ou en début de soirée, au moment où les plantes exhalent le moins leur parfum.
- Partie de la plante distillée: Les diverses parties d'une même plante (fleur, feuille, tige, écorce, racine, etc.) peuvent produire des essences différentes (Sallé, 2004 ; Möller, 2008).

3.12.2- Nature et état du solide et du soluté

La nature et l'état physique du soluté ont une importance primordiale et déterminent le mécanisme de transfert de matière. Le soluté contenu dans ces corps est soit un solide, soit un liquide, stable ou non à la chaleur ou à l'atmosphère. Il est réparti uniformément en des teneurs variables dans le solide. (Leybros et Frémeaux, 1990)

3.12.3- Nature, concentration et volume du solvant

Le choix de ou des solvants est très important. Il doit être d'une grande pureté et avoir un faible point d'ébullition pour pouvoir être éliminé facilement en limitant la perte de composés volatils. Il ne doit pas interférer avec la méthode d'analyse utilisée. Il doit pouvoir extraire les composés polaires et apolaires ou bien être sélectif. Le choix est fonction de la matrice et des composés à étudier. Il faut tenir compte de la polarité des composés, de leurs températures d'ébullition et de la miscibilité avec les autres solvants (Cicile, 2002 ; Fernandez et Cabrol-Bass, 2007).

3.12.4- Méthode, durée, température et pression

La réduction de la pression de marche provoque un abaissement des températures d'ébullition et de condensation. Inversement, toute augmentation de pression entraîne une élévation de ces températures (Cicile, 2002).

L'élévation de la température permet l'accroissement de la solubilité et de la diffusivité du soluté et la diminution de la viscosité. Elle doit être limitée pour éviter les risques d'extraction des composés nuisibles et la dégradation thermique du soluté (Leybros et Frémeaux, 1990).

La durée de l'extraction (longue ou prolongée) permet de recueillir l'ensemble des fractions «de tête» et «de queue» dans le cas de la distillation. Elle dépend du procédé d'extraction utilisé et de l'objectif de l'extraction.

3.13- Rendement des huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante, il est exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante:

$$R = P B / P A \times 100 \text{ ou } R = [\Sigma P B / \Sigma P A] \times 100$$

R: Rendement en huile en %

P A : Poids de la matière sèche de la plante en g

P B : Poids de l'huile en g

3.14-Huile essentielle d'*Eucalyptus Globulus*

L'huile essentielle d'*Eucalyptus Globulus* est connue pour son efficacité contre les affections respiratoires. Cette essence aromatique possède également d'innombrables vertus et s'avère efficace dans le maintien de la santé au quotidien.

3.14.1- Composition chimique des HE d'*Eucalyptus*

La teneur en huile essentielle est comprise entre 0.5 et 3.5%. Le 1,8 -cinéole ou eucalyptol est le constituant majoritaire (70-80%) ; les autres constituants sont majoritairement terpéniques. La feuille renferme également une douzaine d'hétérocycles oxygénés à structure acylphoroglucinol mono ou sesquiterpénique, les euglobals ainsi que des composés phénoliques, acides phénols et flavonoïdes (Bruneton, 1993).

L'HE d'eucalyptus a des propriétés expectorantes et fluidifiantes du mucus, l'huile essentielle d'eucalyptus a aussi des propriétés, antimicrobiennes, antifongique et antivirales (Bruneton, 1993).

Action analgésique et relaxante pour les muscles (huiles de bain et de massage) - Action répulsive pour les insectes et calmante sur les piqûres (Bruneton, 1993).

3.15-Propriétés médicinales

Cette huile possède un effet rafraîchissant indéniable sur la température du corps. C'est un fébrifuge.

Elle est utilisée dans de nombreuses spécialités pharmaceutiques pour ses multiples vertus sur l'arbre respiratoire.

Elle Facilite la dissolution et l'élimination des glaires bronchiques (balsamique, fluidifiant, expectorant), anti-infectieux vis-à-vis des bactéries et virus.

Antiseptique pour les voies urinaires, elle est aussi antirhumatismale, stimulante et tonifiante.

En outre, c'est un excellent antibiotique naturel.

3.16-Utilisation des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*

Les huiles essentielles d'eucalyptus est utilisé par deux voie la voie interne et la voie externe.

3.16.1-Utilisation interne :

-Inflammation et infection des voies respiratoires (bronchite, sinusite, rhume, etc.).

Infusion : Infuser de 2 g à 3 g de feuilles séchées dans 150 ml d'eau bouillante durant 10 minutes. Boire deux tasses par jour.

Inhalation : Elle consiste à respirer de la vapeur d'eau (par le nez) chargée de quelques gouttes d'huile essentielle (pas plus de 10 gouttes). A défaut d'inhalateur (que vous pouvez acheter en pharmacie), vous pouvez tout simplement vous pencher au-dessus d'un bol d'eau chaude avec une serviette de bain sur la tête pour respirer le plus possible de vapeur. Ne pas dépasser plus de 15 minutes par inhalation. Répéter jusqu'à trois fois par jour.

3.16.2-Utilisation externe :

-Inflammation et infection des voies respiratoires

-Friction et massage : Appliquées sur la peau, les huiles essentielles pénètrent les tissus et irriguent le corps par le sang. On peut ainsi privilégier les passages veineux comme le poignet ou le coude. En règle générale, il vaut mieux éviter d'appliquer sur la peau des huiles essentielles non diluées. Il est conseillé de les mélanger au préalable avec une huile végétale (jojoba, macadamia, rose musquée, argan, noix de coco, germes de blé, amande douce, olive, noyau d'abricot...).

-Mal de gorge

-Gargarisme : Infuser durant 10 minutes de 2 g à 3 g de feuilles séchées dans 100 ml d'eau bouillante. Se rincer la bouche ou se gargariser avec la préparation filtrée et refroidie, de deux à trois fois par jour. On peut également préparer un gargarisme en diluant de 2 à 3 gouttes d'huile essentielle dans 5 ml d'alcool, préparation à laquelle on ajoutera 50 ml d'eau.

-Douleurs rhumatismale

-Friction : Verser de 15 à 20 gouttes d'huile essentielle dans 25 ml d'huile végétale et frictionner les articulations douloureuses, trois fois par jour

-Mal de tête

Friction : Verser de 1 à 2 gouttes d'huile essentielle dans quelques gouttes d'huile végétale; frictionner les tempes et le front. Ne pas appliquer trop près des yeux.

3.17-Huile essentielle Romarin :**3.17.1- Composition chimique de romarin :**

L'huile essentielle du romarin (1 à 2% dans la plante) contient : de l' α -pinène (7 à 80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 38%), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à 19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène.

En plus de l'huile essentielle on trouve dans le romarin : 2 à 4% de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques : picrosalvine, dérivés de l'acide carnosolique, rosmanol, rosmadial, des acides phénoliques, des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques : L'acide citrique, glycolique et glycérique, des stérols, de la choline, du mucilage et de la résine.

I- Romarin : *Rosmarinus officinalis*

1. Historique

Le romarin fait l'objet de très nombreuses mentions historiques et légendaires. Les Anciens Grecs lui vouaient une grande vénération. On s'en servait généreusement dans toutes les fêtes, qu'il s'agisse de cérémonies nuptiales, funéraires ou de célébrations profanes. Les mariées portaient des couronnes de romarin, symboles d'amour et de fidélité. Les Égyptiens plaçaient des rameaux de romarin dans la tombe des pharaons afin de fortifier leur âme. Le romarin est un symbole du souvenir et de l'amitié. Les étudiants grecs s'en confectionnaient des couronnes, qu'ils portaient durant les examens pour stimuler leur mémoire.

2. Définition

Le nom latin *Rosmarinus* est interprété, comme dérivé de "*ros*" rosée et "*marinus*" appartenant à la mer autrement rosée marin, ce qui fait référence à la présence du romarin sur les côtes et les îles de la Méditerranée et à diverses légendes liées à cette plante (**Guinochet, 1973**).

3. Distribution géographique

Le romarin se trouve dans toutes les contrées mondiales de l'Europe, plus particulièrement sur le pourtour méditerranéen, de préférence dans les lieux secs et arides, exposés au soleil, à l'état sauvage il se trouve sur des sols calcaires.



Figure21: *Rosmarinus officinalis* L région d'Ain Defla (photo originale 2018)

4. Description botanique

Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) est un arbrisseau de la famille des Labiées, répandu sur toutes les rives de la méditerranée (**Gildemeister et Hoffmann, 1912**). Il est dominant dans les communautés arbustives post-feu, principalement dans les sols calcaires. . Il s'agit d'un germe à semences obligatoire et à floraison abondante. Son caractère ensoleillé et son effort de reproduction élevé lui permettent de coloniser les paysages découverts (**Sardans et al. 2005**), C'est un arbrisseau toujours vert de 0,5 à 2 m. la tige ligneuse est couverte d'une écorce grisâtre et se divise en de nombreux rameaux opposés. Les feuilles sont sessiles, opposées et coriaces ; enroulées sur les bords. Les fleurs bleu violacées, visible de janvier à mai. Sont groupées en grappe à l'extrémité des rameaux le fruit a une forme ovoïde, entouré par un calice brun et persistant. L'inflorescence et le calice ont une pilosité très courte ; l'inflorescence est en épis très courts et les bractées mesurent 1 à 2 mm.

La reproduction peut se faire par voies sexuée (graine) et asexuée (bouture et éclat de touffes). Les modes de dissémination qui lui sont propres sont : la gravité, le vent, l'eau, les animaux (mammifères, oiseaux, insectes) l'homme (**Chfai.A.A et al, 2014**)

5. Taxonomie :

Le romarin tien son nom du latin, *ros*, rosée, et *marinus*, de mer : allusion à son parfum et à son habitat sur les coteaux maritimes. Sa taxonomie botanique est comme suit :

Règne :	Plantae.
Embranchement:	Spermaphytes.
S/Emb :	Angiospermes.
Classe :	Dicotylédones.
S/Classe :	Gamopétales.
Ordre :	Lamiales.
Famille :	Lamiaceae.
Genre :	<i>Rosmarinus</i> .
Espèce :	<i>Rosmarinus officinalis</i> .

(Quezel et Santa, 1963)

6. Principes actifs :

Les principaux constituants du romarin responsables des différentes propriétés sont :

- **Les acides phénoliques** : acide vanillique, acide caféique, acide p-coumarique (Ibañez E., Kubátová A., Señoráns F. J., Cavero S., Reglero G. et Hawthorne)
- **Les flavonoïdes** : genkwanine, cirsimarine (Ibañez E., Kubátová A., Señoráns F. J., Cavero S., Reglero G. et Hawthorne), ériocitrine, hespéridine, diosmine, lutéoline (**Okamura N., Haraguchi H., Hashimoto K. ET Yaghi A**), apigénine (**Yang R. Y., Lin S. et Kuo G.** 2008).

7. Composition chimique de romarin :

L'huile essentielle du romarin (1 à 2% dans la plante) contient : de l' α -pinène (7 à 80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 38%), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à 19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène.

En plus de l'huile essentielle on trouve dans le romarin : 2 à 4% de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques : picrosalvine, dérivés de l'acide carnosolique, rosmanol, rosmadial, des acides phénoliques, des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques : L'acide citrique, glycolique et glycérique, des stérols, de la choline, du mucilage **Bellakhdar, J. (1997)** et de la résine **Beloued, A. (1998)**.

Le criblage phytochimique de l'extrait éthanolique des parties aériennes du romarin a indiqué la présence des flavonoïdes, des tannins et des saponines, et l'absence des alcaloïdes détecté dans l'extrait aqueux. Les flavonoïdes détectés par la chromatographie sur couche

8. Propriétés pharmacologiques et thérapeutiques du romarin :

Cette plante est utilisée en médecine en raison de ses différentes propriétés :

- ✓ Anti spasmodiques, diurétiques, hépatoprotectrices, soulagement des désordres respiratoires (**Lemonica I. P., Damasceno D. C. et Di-Stasi L. C.** 1996)
- ✓ Antibactériennes, anti mutagéniques, anti oxydantes, (**Ibañez E.** 2000).
- ✓ Anti-inflammatoires, antimétastatiques (**Cheung S. et Tai J.** 2007).

- ✓ Inhibition de la genèse des tumeurs mammaires **Singletary K. W. et Nelshoppen J. M. 1991** et la prolifération des tumeurs cutanées (**Ma W., Hoffman L, 1994**).

D'autres études montrent que les composants du romarin inhibent les phases d'initiation et de promotion de cancérogénèse (**Offord E. A., 1995**) Carnosol du romarin possède une activité antivirale contre le virus du SIDA (HIV) (**Aruoma O. I., 1996**) alors que l'acide carnosique a un effet inhibiteur très puissant contre la protéase de HIV- (**Paris A, 1993**).

9. Propriétés et usage :

Le romarin est une plante méditerranéenne ayant des qualités et propriétés stimulantes, antiseptiques et insecticides. Il sert à la fabrication des parfums et fut utilisé en médecine contre les débilités de tout genre. Il calme les nerfs surtout au moment de la ménopause (**Sedjelmassi, 1993**).

L'activité anti-oxydante du romarin est connue depuis environ 30 années (**Nassu et al, 2003**). En raison de ses propriétés anti-oxydantes, le romarin est largement accepté en tant qu'épices dont l'activité anti-oxydante la plus élevée (**Wang et al, 2008**).

II - L'Eucalyptus: *Eucalyptus globulus*

1. Origine et définition

L'Eucalyptus est originaire de l'Australie, son introduction en Algérie date de 1863 (**Abderahim 1983**). La plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950 (**Foudil-Cherif, 1991**). Grâce à leur facilité d'adaptation, les espèces *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala*, sont les plus répandues dans la région méditerranéenne). Près de 600 espèces sont connues dans le monde (**Foudil-Cherif, 1991**). Certains eucalyptus s'hybrident facilement entre elles étant donné la facilité avec laquelle les grains de pollen se transfèrent d'une espèce à une autre, ce qui complique encore plus leur identification (**Foudil-Cherif, 1991**).

2. Description

L'eucalyptus est un arbre de 30 à 35 mètres, au tronc droit, lisse, grisâtre, qui porte des rameaux dressés également (**Metro, 1970**). Les jeunes feuilles sont bleuâtres, opposées et étroitement attachées sur la tige. Les feuilles adultes sont d'un vert sombre, alternées et tombantes (**Metro, 1970**).

Les fleurs sont visibles au printemps, naissent à l'aisselle des feuilles (Figure). Le calice à la forme d'une toupie bosselée dont la partie large est couverte par un opercule qui se

détache au moment de la floraison laissant apparaître de nombreuses étamines mais sans pétales, ni sépales. Le fruit est la capsule anguleuse du calice, il renferme deux types de graines (Metro, 1970).



Figure 22: *Eucalyptus globulus* région de Rouina wilaya d'Ain Defla (photo originale 2018)

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétales

Famille : Myrtacées

Genre : *Eucalyptus*

Espèce: *Eucalyptus globulus* (Metro, 1970)

3. Aspect botanique :

3.1 Les feuilles :

La plupart des eucalyptus ont des feuilles persistantes, mais quelques espèces tropicales perdent leurs feuilles à la fin de la saison sèche. Comme les autres membres de la famille des Myrtacées, les feuilles d'eucalyptus sont couvertes de glandes à huile. L'abondante production d'huile est une caractéristique importante de ce genre.

Les feuilles, bleutées, ont une curieuse caractéristique: sur les jeunes arbres, elles sont opposées, sessiles, ovales et glauques, et quand l'arbre grandit, elles deviennent alternes,

pétiolées, très allongées, parfois un peu courbées comme des lames de faux, et d'un vert luisant. Les deux types de feuillage cohabitent dans les mêmes forêts, donnant l'impression qu'elles sont constituées d'arbres différents. (**Kesbi Amrane**)



Figure 23 : les feuilles d'*Eucalyptus globulus* (photo originale 2018)

3.2 Les fleurs :

Sont très variées. Elles ont de très nombreuses étamines qui peuvent être de couleur blanche, crème, jaune, rose ou rouge. Au départ, les étamines sont enfermées dans un étui fermé par un opercule formé par la fusion des pétales et des sépales. (**Serventy, V;1968**) Pour un même sujet, les opercules peuvent avoir différentes formes. Lorsque les étamines grandissent, elles soulèvent l'opercule et s'étalent pour former la fleur. La pollinisation des fleurs se fait principalement par les insectes, attirés par le nectar.



Figure 24 : les fleurs d'*Eucalyptus globulus* (photo originale 2018)

3.3 Les fruits :

Les fruits à maturité ont la forme d'un cône, ils sont secs, et de couleur brune.

Ils ont également des valves qui se soulèvent pour laisser échapper les graines lors de leur chute sur le sol. (**kesbi Amrane**)



Figure 25: les fruits d'*Eucalyptus globulus* (photo original 2018)

3.4 Les racines :

La plupart des eucalyptus possède également des organes de sauvegarde souterrains appelés lignotubes. Ces lignotubes se présentent sous forme de renflements à la base du collet racinaire; ce sont des massifs cellulaires indifférenciés contenant des réserves glucidiques comme l'amidon. (**Kesbi Amrane**)

4. Répartition géographique des eucalyptus en Algérie :

Les eucalyptus occupaient une surface de 5 855 hectares dont plus de la moitié dans la région Oranaise (**Boudy, 1955**).

Actuellement des plantations longent le littoral d'El-Kala et d'Azzefoun. On retrouve cette espèce dans la région de la Mitidja et celle de Hadjout (**Foudil-Cherif, 1991**).

5. Propriétés et usage

On utilise les feuilles en infusion, fumigation et sous forme de cigarettes (**Sijelmassi, 1991**), sédatif, hypoglycémiant, antirhumatismal, stimulant et vermifuge. On l'utilise donc pour soigner les maladies de refroidissement, le diabète, les douleurs rhumatismales, certaines affections des voies urinaires, les migraines, les sinusites et les vers intestinaux (**Perroti et al, 1999**), L'extraction d'huile essentielle est réalisée à partir des feuilles et rameaux (Padrini et Lucheroni,1996).

A une dose de 10 à 30 ml, l'huile essentielle est mortelle chez l'homme (**Tibballs, 1995 in Marburg,1999**). Le cinéole, facilement résoudre par voie pulmonaire digestive aussi, bien que par voie cutanée ou rectale, est éliminée par voie rénale (Bruneton,1999) et voie pulmonaire (**Marburg,1999**).

L'HE d'eucalyptus a des propriétés expectorantes et fluidifiantes du mucus, l'huile essentielle d'eucalyptus a aussi des propriétés, antimicrobiennes, antifongique et antivirales (**Bruneton, 1993**).

- Action analgésique et relaxante pour les muscles (huiles de bain et de massage) - Action répulsive pour les insectes et calmante sur les piqûres (**Bruneton, 1993**).

6. Composition chimique

La teneur en huile essentielle est comprise entre 0.5 et 3.5%. Le 1,8 -cinéole ou eucalyptol est le constituant majoritaire (70-80%) ; les autres constituants sont majoritairement terpéniques. La feuille renferme également une douzaine d'hétérocycles oxygénés à structure acylphoroglucinol -- mono- ou sesquiterpénique, les euglobals - ainsi que des composés phénoliques, acides phénols et flavonoïdes (**Bruneton, 1993**).

1- Introduction

Dans ce chapitre nous présentons les différents points traités dans la partie expérimentale le matériel et les méthodes nécessaires, l'extraction des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Rosmarinus officinalis* L., le traitement par inhalation, les résultats et les discussions.

Les biopesticides d'origine végétale peuvent constituer une solution alternative au «tout chimique » de ces dernières décennies. Leurs propriétés pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires à venir (REGNAULT-ROGER et al, 2005)

Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'activité insecticide par **inhalation** des huiles essentielles de deux plantes, *Eucalyptus globulus* et *Rosmarinus officinalis* L. sur les adultes de *Aphis pomi* par la détermination de la DL50, DL90 et le TL50, TL90.

L'expérimentation a lieu au niveau du laboratoire de biologie végétale de l'université de Khemis – Miliana. Elle s'est déroulée durant les mois de février jusqu'au mois de mai de l'année 2018.

2. Matériels utilisés

2.1. Matériel biologique

2.1.1. Matériel animale : *Aphis pomi*

Pour obtenir un grand nombre d'individus en adultes de *Aphis pomi* nécessaires à notre travail, nous avons collecté les pucerons sur feuille à partir d'une vergé de pomme d'une variété GOLDEN DELICIEUX située au Sud-est de la wilaya de Ain Defla sous une température de 20 °C et une humidité de 68% (APK Accu weather.com) .



Figure26 : Vergé étudiée Djelida nord(Feghailya) (originale, 2018)



Figure27 : feuilles et rameaux de pommier attaqués par *Aphis pomi* (Originale, 2018)

Le triage des individus adultes du puceron a été mis en place le 30-04-2018 au niveau du laboratoire de biologie végétale de l'université de Khemis – Miliana.

110 individus sont placés dans une boîte en plastique contenant des feuilles vertes en quantité suffisante pour la nutrition avant de les distribuer aux boîtes pétrés.



Figure28 : collection des adultes dans une boîte en plastique (originale, 2018)

2.3 Matériel végétal

La récolte de deux plantes (*Eucalyptus globulus* et *Rosmarinus officinalis* L) faite dans la zone de Rouina et Ain Defla a eu lieu durant la période de mars et de avril de l'année 2018. Les parties utilisées sont les fleurs et les feuilles pour *Rosmarinus officinalis* L et seulement les feuilles pour *Eucalyptus globulus*.



Figure 29: *Rosmarinus officinalis* L (Originale, 2018)



Figure30 : *Eucalyptus globulus* (Originale, 2018)

2.4 L'extraction de l'huile essentielle végétale

2.4.1 Description du dispositif d'extraction

Les plantes sont placées dans un ballon, puis chauffées avec de l'eau. La chaleur intense fait exploser les petites poches qui contiennent les huiles essentielles, et celles-ci se répendent dans la vapeur d'eau. Elles sont ensuite canalisées dans un condensateur et réfrigérées pour se liquéfier à nouveau. A la sortie, un essencier ou « séparateur florentin » sépare l'huile qui flotte à la surface de l'eau de distillation ou hydrolat.

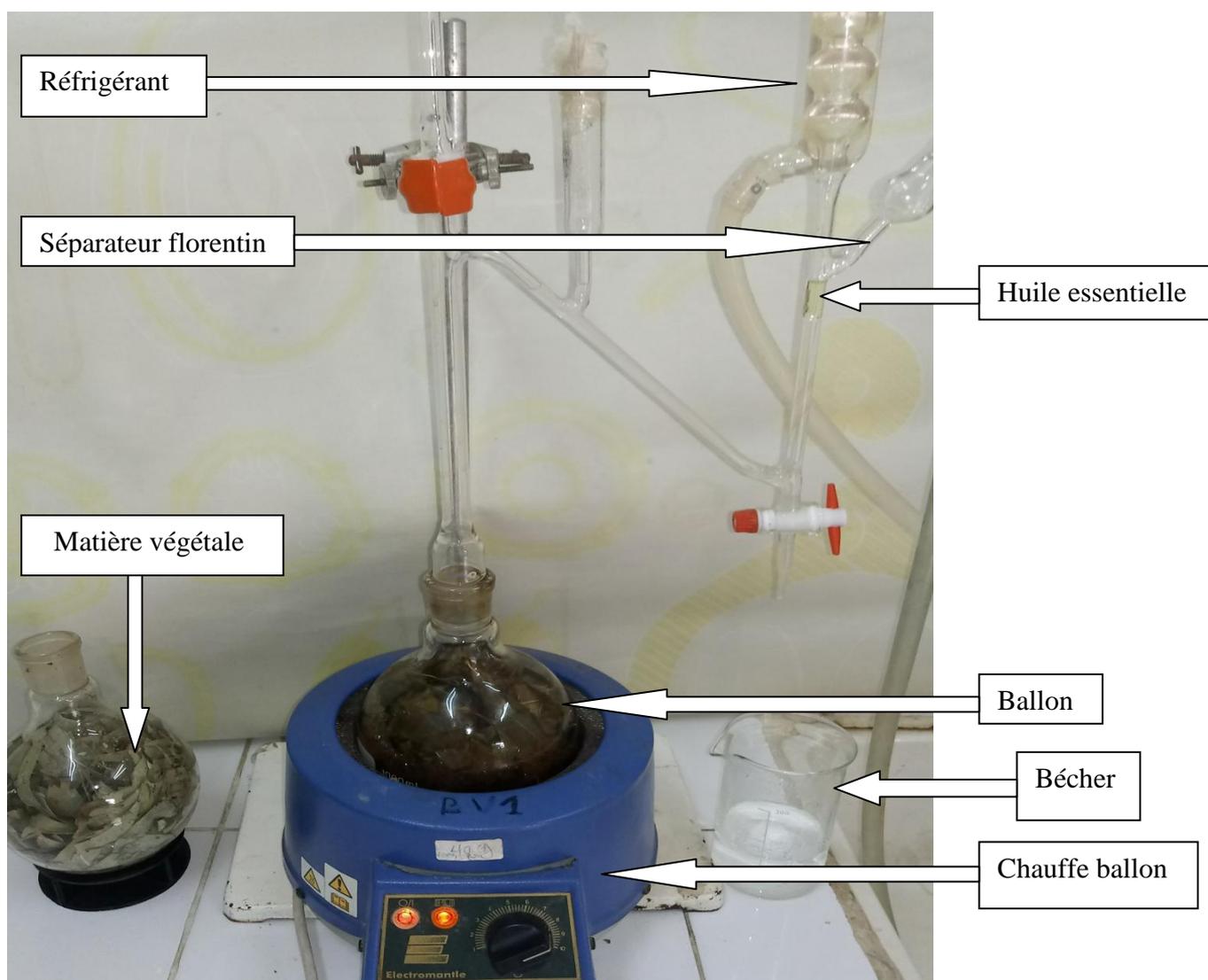


Figure31 : l'appareil de l'hydrodistillation (Originale 2018).

2.4.2 Procédé d'extraction

La méthode d'extraction des huiles essentielles utilisées au cours de notre expérimentation est l'hydrodistillation. L'opération est effectuée selon le protocole suivant :

On introduit 50g de matériel végétal sec (les feuilles) dans un ballon d'un litre, rempli d'eau distillée au 1/3 de sa capacité. Le mélange est chauffé à l'aide d'une chauffe ballon. L'eau s'évapore entraînant avec elle les constituants de l'huile essentielle qui sont ensuite canalisées dans un condensateur et réfrigérées à une température de 17°C à 22°C pour se liquéfier à nouveau. Par la suite, l'huile qui flotte à la surface de l'eau de distillation est récupérée dans une ampoule à robinet. L'huile essentielle est conditionnée dans des tubes « eppendorf ». Ce sont de petits tubes en plastique d'une capacité de 1,5 ml permettant la conservation de l'huile essentielle. Une fois remplis, les tubes sont fermés et couverts avec du papier aluminium pour éviter toute altération de l'huile.



Figure32 : pesage de 50 g sec de matière végétal (originale, 2018)

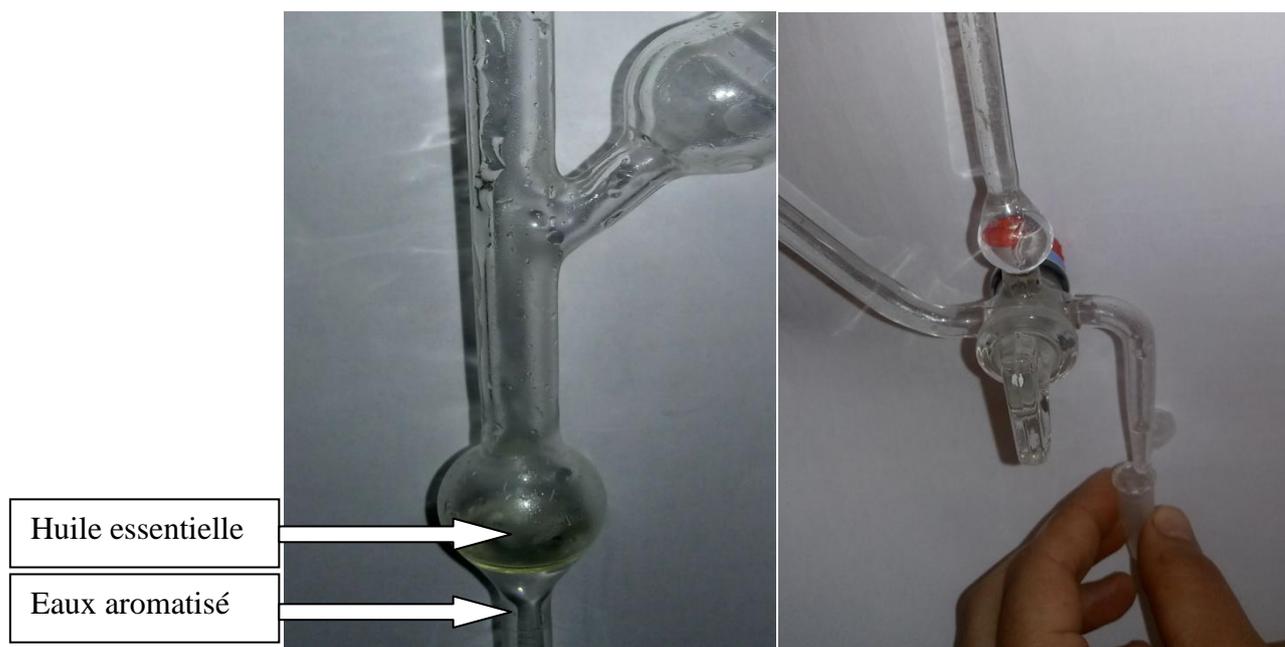


Figure33 : récupération des huiles essentielles (photo original)

2.5 Conservation des huiles essentielles

Dans des conditions appropriées, la plupart des huiles essentielles peuvent être stockées pendant une période. Ils doivent être conservés à l'état frais et à ne pas être en contact avec l'air, ni exposés au rayonnement solaire direct. Il est en outre important que les huiles essentielles n'aient pas de contact avec les matériaux (caoutchouc, plastique) qui ne résistent pas (Siaka, 2011).

Dans notre expérience les huiles essentielles conservées dans des tubes à huiles essentielles, hermétiquement clos et recouvert avec du papier aluminium, pour éviter tout risque d'altération et la dégradation de ces composantes majoritaires. Ces tubes en verre ou eppendorf remplis d'huiles essentielles sont conservés à une température de 4°C jusqu'à leur utilisation.

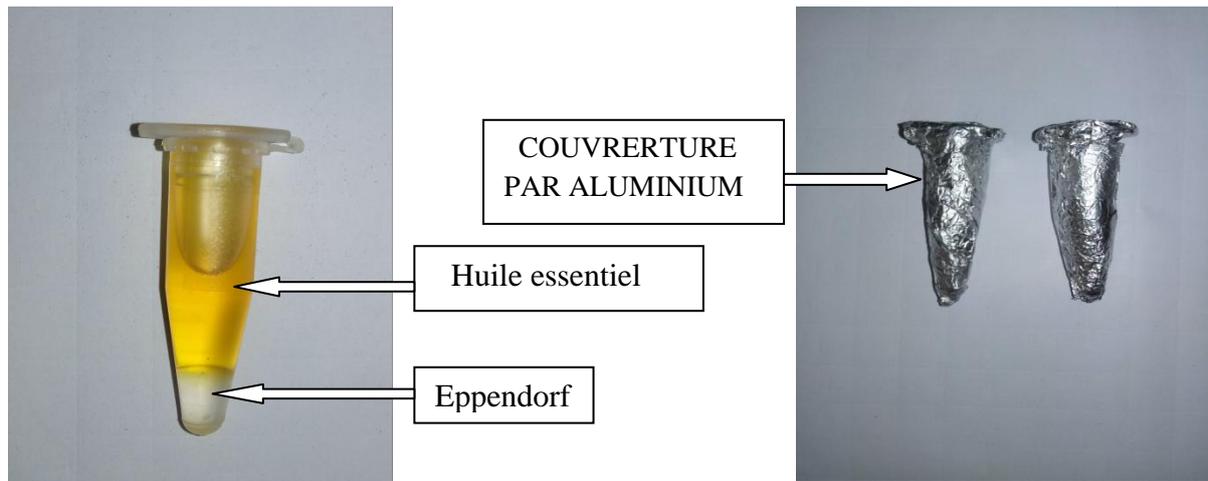


Figure34 : conservation d'huile essentielle par aluminium (original 2018)

2.6 Mode opératoire :

Le traitement par inhalation est le traitement utilisé dans notre expérimentation.

Des tests insecticides par inhalation d'huiles essentielles sont réalisés dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre et de 1,5 cm de profondeur.

Sur la base des tests préliminaires, des doses sont choisies. Elles sont différentes d'une plante à une autre. Elles sont exprimées en μl de l'huile essentielle pure.

Les témoins ne reçoivent aucun volume d'huiles essentielles.

Les volumes des huiles ont été mesurés à l'aide d'une micropipette d'une gamme de (5 μl -50 μl)

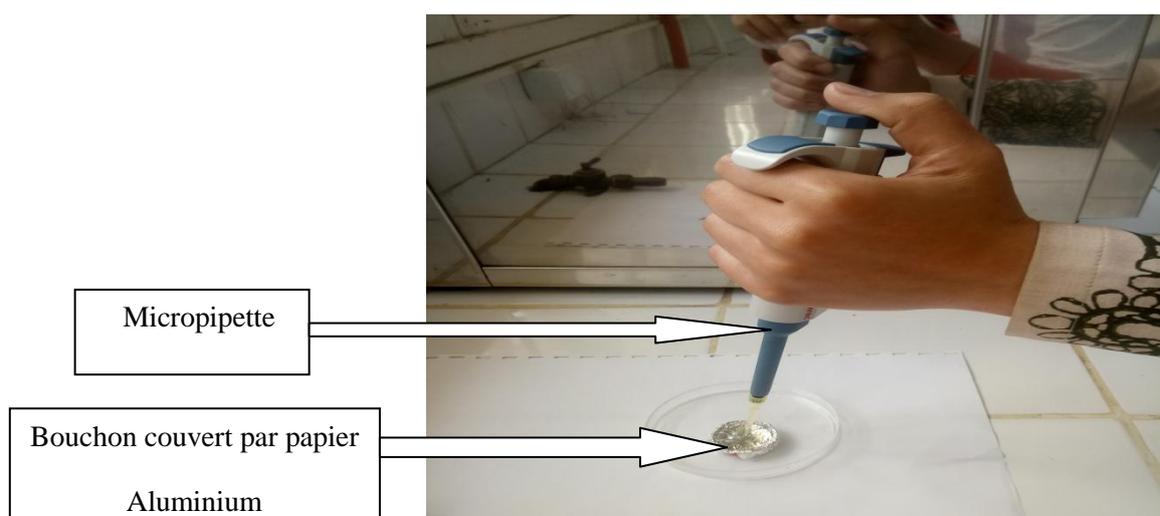


Figure35 : mesure d'huile essentielle par la micropipette (photo original)

Les essais sont réalisés sur dix individus le plus souvent sur des adultes. Ces derniers sont mis dans des boites de pétri fermées hermétiquement avec du parafilm. Les huiles essentielles, déposées sur un papier filtre Wattman, sont mises dans un bouchon de 3 cm de diamètre et 1 cm de profondeur couvert en aluminium et fermé par un morceau de toile. La toile évite tout contact des insectes avec l'huile essentielle.

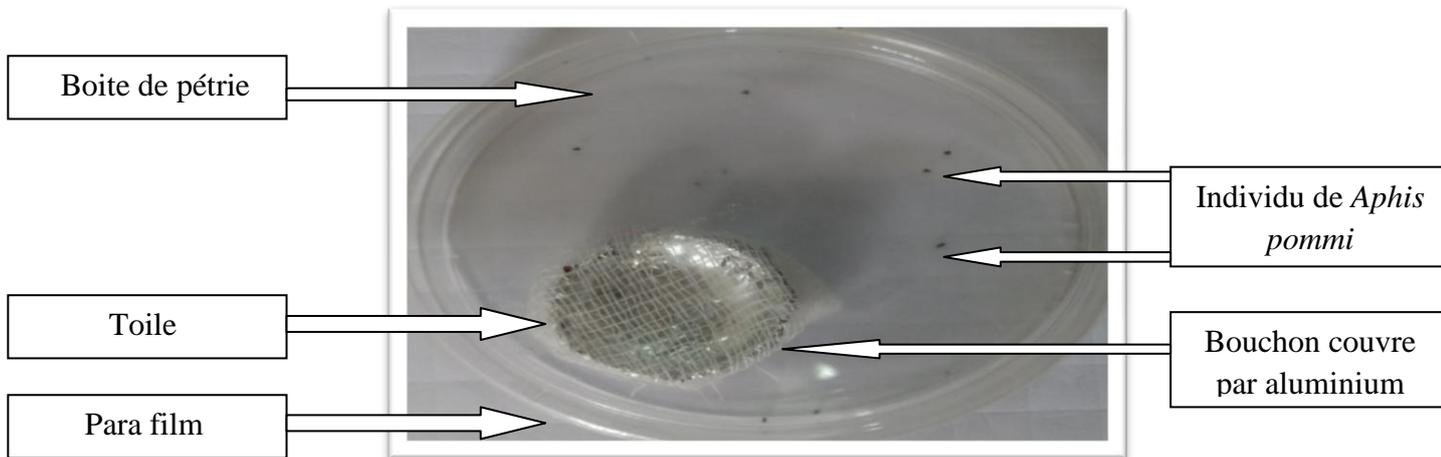


Figure36 : Test d'inhalation crée dans une boite de pétrie (photo

2.6.1 Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par inhalation

Au début de notre expérience le choix des doses ce fait par préparation des testes préliminaires qui ont été réalisé pour déterminer les valeurs réelles des doses à utiliser et les temps d'exposition aux huiles essentielles. Aussi, ces doses ont été préparées suivant une suite géométrique permettant d'avoir une droite de régression de type : $y = a x + b$.

Il consiste à mettre en place quatre (04) boites pétri pour chaque dose des huiles essentielles (trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose d'huile essentielle) des deux plantes, exprimant les quatre doses (D1, D2, D3, D4) et constitués chacun par un témoin.

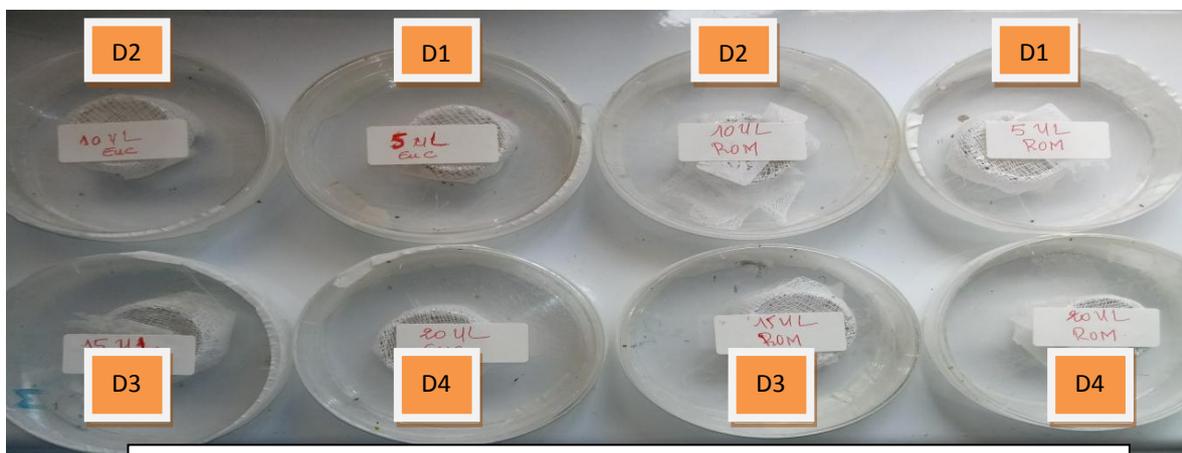


Figure37 : les quatre doses d'huile essentielle (photo originale)

Quatre doses de chacune des huiles essentielles des deux plantes aux concentrations de 5 μ l / 10 μ l / 15 μ l / 20 μ l sont utilisées.

Un lot de 10 adultes a été introduit dans chaque boîte de pétrie. À l'aide d'une micropipette en pose huile sur le papier qui ya trouve à l'intérieur du bouchon couvert par papier aluminium, et après tous ca on utilise la toile qu'est lié par un élastique pour évitant tout contact direct de l'insecte avec l'huile essentielle, ces boîte pétrie couvercle par des parafilms (Fig.).



- 1-papier aluminium
- 2-masque
- 3-eppendorf
- 4-sécateur
- 5-para film
- 6-micropipette
- 7-loupe
- 8-boîtes pétrie
- 9 - seringues
- 10-toile
- 11-stylo marqueur
- 12-scotche

Figure 38: matériels utilisé pour notre expérience (photo originale)

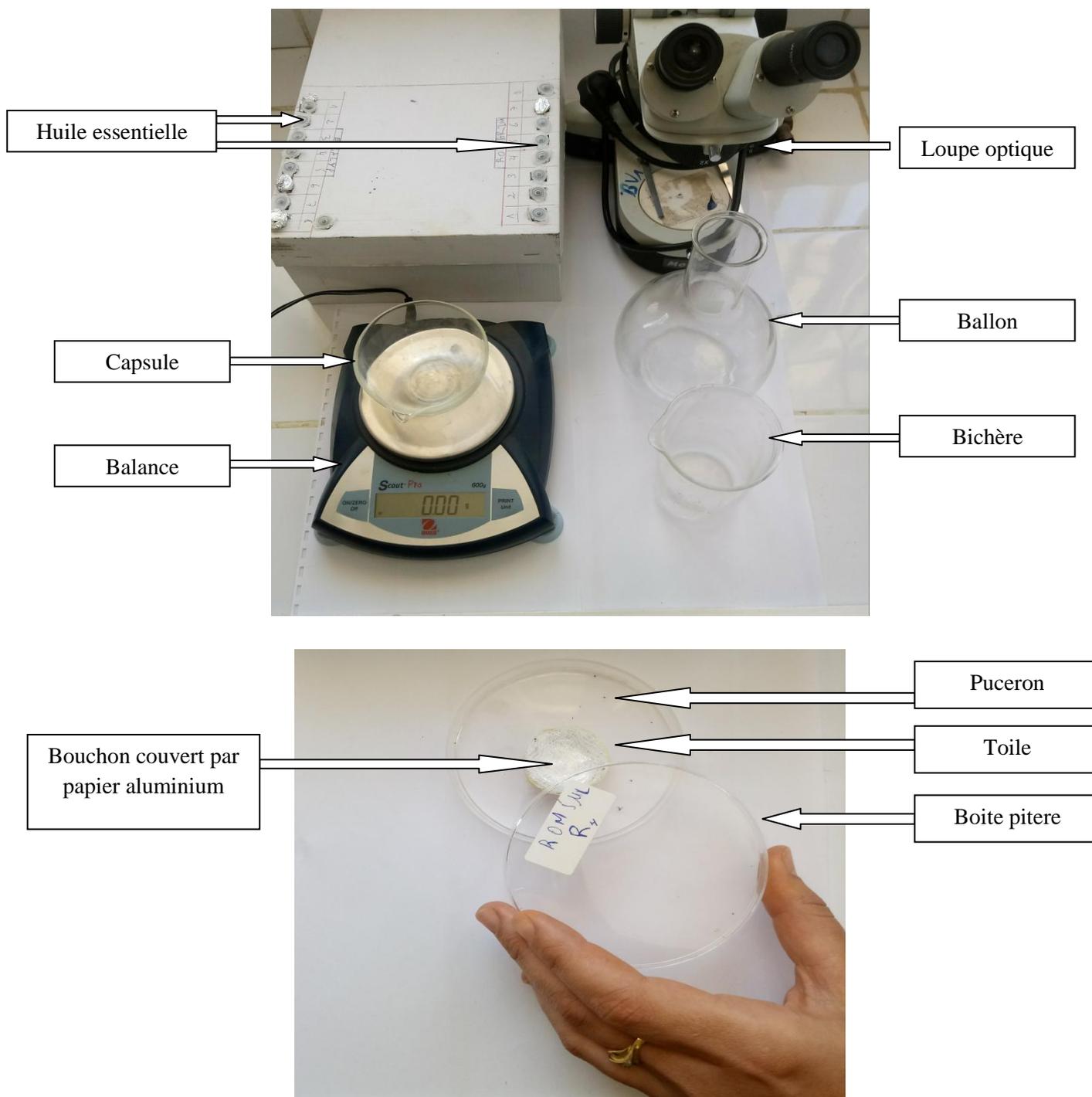


Figure39 : matériels utilisé pour notre expérience (photo originale)

Les temps d'observation des mortalités des adultes de *Aphis pommi* retenues sont : 8h, 16h, 24h et 32h d'exposition d'huile essentielle de *Romarinus officinallus* L ainsi que pour l'*Eucalyptus globulus*.

2.7 Correction de la Mortalité:

L'efficacité d'un produit insecticide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Le pourcentage des adultes *d'Aphis pomi* morts dans chaque traitement est corrigé selon la formule suivante :

- **1er cas: Mortalité inférieure à 5% dans le témoin**

Les pourcentages retenus sont les valeurs de l'essai ;

- **2ème cas: Mortalité naturelle dans le témoin est comprise entre 5% et 20%** elle est corrigée par la formule d'Abbott (1925) :

$$MC = [(M - Mt) / (100 - Mt)] \times 100$$

- **3ème cas: Si la mortalité dans le lot témoin est supérieure à 20%** le test est à refaire.

MC (%) : Pourcentage de mortalité corrigée.

M (%) : Pourcentage de morts dans la population traitée.

M t (%) : Pourcentage de morts dans la population témoin.

Toutefois aucune mortalité naturelle n'a été observée dans le témoin donc la correction de mortalité n'est pas nécessaire. Le nombre d'individus dénombrés morts dans la population de la boîte pétrie est **le nombre réel de mortalité**.

2.8 Calcul des doses létales et temps létaux (DL50 DL90 et TL50 DL90)

Pour estimer la DL₅₀ DL₉₀ et le TL₅₀ TL₉₀ (temps au bout duquel il y a mortalité de la moitié ou de la majorité d'une population) on se sert de la transformation des pourcentages de mortalités corrigées en probit (tableau n°2) (Bliss in cavelier, 1976) et de la transformation en logarithme décimal des doses et du temps (Cavelier, 1976).

Les transformations vont nous permettre par l'intermédiaire de logiciel Excel (Test de Kruskal-Wallis) d'établir les droites de régression de type **Y = ax + b**

Y = probit de mortalité corrigées.

x = logarithme de la dose ou du temps.

A partir de cette équation la DL₅₀ DL₉₀ et le TL₅₀ DL₉₀ est déterminé.

Tableau 5 : Table de transformation des pourcentages en probit (**Bliss in Cavelier, 1976**)

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,5	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,8	4,82	4,85	4,87	4,9	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,1	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,75	7,75	7,88	8,09

2.9- Analyse statistique des résultats

Les données récoltées pour les caractères étudiés sur deux plantes ont été soumises à une analyse de la variance avec le logiciel statistique 9 ANOVA ou à des interprétations des résultats de graphes ou d'histogrammes. L'analyse de variance permet de tester la similitude de variable en termes statistiques. L'effet variable dépend de la probabilité de l'erreur réellement commise est :

- $P > 0,05$ Différence non significatif.
- $P < 0,05$ Différence significatif.
- $P < 0,01$ Différence hautement significatif.
- $P < 0,001$ Différence très hautement significatif

Les moyennes sont comparées à l'aide du test de Newman-Keuls au seuil de 5%

Chapitre VI Résultat et Discussion

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats de la mortalité, la DL₅₀ DL₉₀ et le TL₅₀ TL₉₀ issus du traitement par inhalation à l'aide des huiles essentielles sur les adultes du puceron vert de pommier *Aphis pomi*.

Mortalités

Traitement par inhalation

Les taux de mortalité journalière des adultes de *Aphis pomi*, traités aux différentes doses des huiles essentielles des plantes testées par traitement d'inhalation sont portés sur le Tableau **Tableaux 06**: La mortalité cumulée temporel en %, des adultes d'*Aphis pomi*, traités aux huiles essentielles des feuilles de *Rosmarinus officinalis* L et d'*Eucalyptus globulus*.

	LES PLANTES									
	<i>Rosmarinus officinalis</i>					<i>Eucalyptus globulus</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
8H	0	16,6	30	30	43,3	0	13	33	43,3	17,7
16H	0	33	43,3	60	90	0	36	73,3	86,6	93,3
24H	0	70	75	100	100	0	46	76,6	93,3	100
32H	0	100	100	100	100	0	63	83,3	100	100
40H	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100

D'après les résultats consignés dans le tableau n°, Les effets insecticides des huiles essentielles testées ont été confirmés après une série de tests préliminaires en utilisant différentes concentrations de ces huiles.

L'évolution de mortalité des deux plantes en fonction des doses et du temps (tableaux n°6), durant les huit heures d'observation nous avons enregistré une mortalité allant de 16,6% à 43,3% pour *Rosmarinus officinalis*, de la faible dose à la plus forte dose. En effet la mortalité est de 30% à la dose D₂ et D₃, et de 43,3 % à la D₄. Ces mortalités se sont échelonnées dans le temps pour atteindre à temps de 24 heures d'exposition une mortalité maximale de 100% à la dose D₄.

Pour le *Rosmarinus officinalis* aux 8 heures d'observation nous avons enregistré la mortalité allant de 16,6 % en dose D₁ à 43,3% en dose D₄. Cette mortalité augmente pour atteindre 100% à la dose D₃ et D₄ aux 24 heures d'observation.

Pour l'*Eucalyptus globulus* aux 8 heures d'observation nous avons enregistré la mortalité allant de 13 % en dose D₁ à 43,3% en dose D₃. Cette mortalité augmente pour arriver à 100% à la dose D₄ aux 24 heures d'observation.

Le taux de mortalité est nul au niveau des témoins chez les *Aphis pomi* jusqu'au dernier jour de l'exposition. Pour ce traitement, le maximum de mortalité est enregistré chez *Eucalyptus globulus* à la dose D₄ et a la dose D₃ pour *Rosmarinus officinalis* L.

Les histogrammes représentent les mortalités cumulées des adultes d'*Aphis pomi* par la méthode d'inhalation avec différentes doses des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et de *Rosmarinus officinalis*.

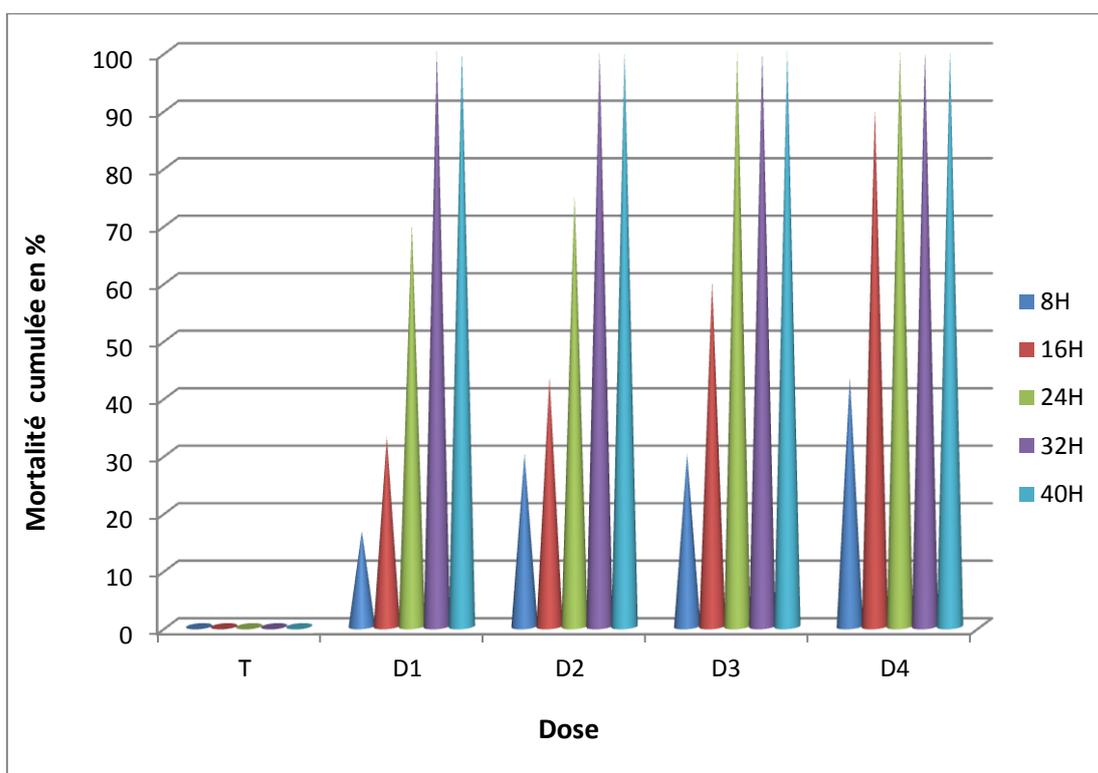


Fig n°40 : Mortalités cumulées des adultes de *Aphis pomi* traités par inhalation avec différentes doses des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*

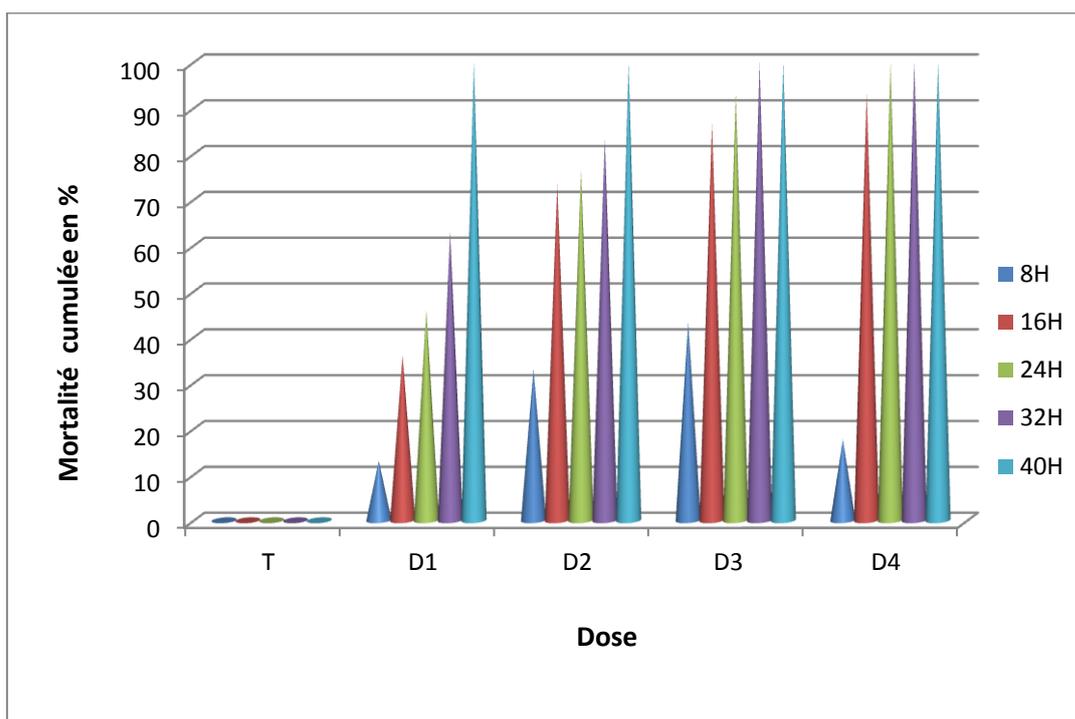


Fig n°41 : Mortalités cumulées des adultes d'Aphis pommis traités par inhalation avec différentes doses des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*.

Conclusion

En conclusion, le taux de mortalité des adultes d'Aphis pommis varie en fonction des doses et dans le temps en traitement par inhalation, surtout à la dose 4 où la mortalité atteint 100% après 32 heures de chacune des huiles essentielles des plantes *Eucalyptus globulus* et *Rosmarin officinalis* qui détiennent un effet insecticide à fortes pourcentages et dans un temps très court.

Calcul de DL50 et DL90

Les DL50 et DL90 sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression élaborée à partir des transformations de pourcentages de la mortalité cumulée en probit (selon le tableau n°5 voir Matériel et méthode) correspondant aux 40 heures d'observation et les doses en logarithme décimaux.

Les tableaux n°11 et n° 15 représentent les logarithmes décimaux des doses de huiles essentielles des plantes *Eucalyptus globulus* et *Rosmarinus officinalis* et les probits des taux de mortalités cumulées à 40h chez les adultes *Aphis pomi*, le traitement est par inhalation. Ces transformations servent aux calculs de la DL50 et DL90.

Sur la base des probits des moyennes de mortalités pour chaque temps d'observation et des logarithmes des doses appliquées (Tableau 7), des droites de régression ont été tracées

(Fig. 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,49) et ont permis de définir les doses létales de 50% et de 90% (DL50 et DL90).

A) *Eucalyptus globulus*

Tableau n°7 1^{er} temps d'observation (8h)

Doses	Logarithme décimaux des doses	Moyenne de mortalité en %	Probit des % de mortalité cumulée
D1	0,69	13,33	3,88
D2	1	33	4,56
D3	1,17	43,3	4,829
D4	1,3	53,3	5,3306

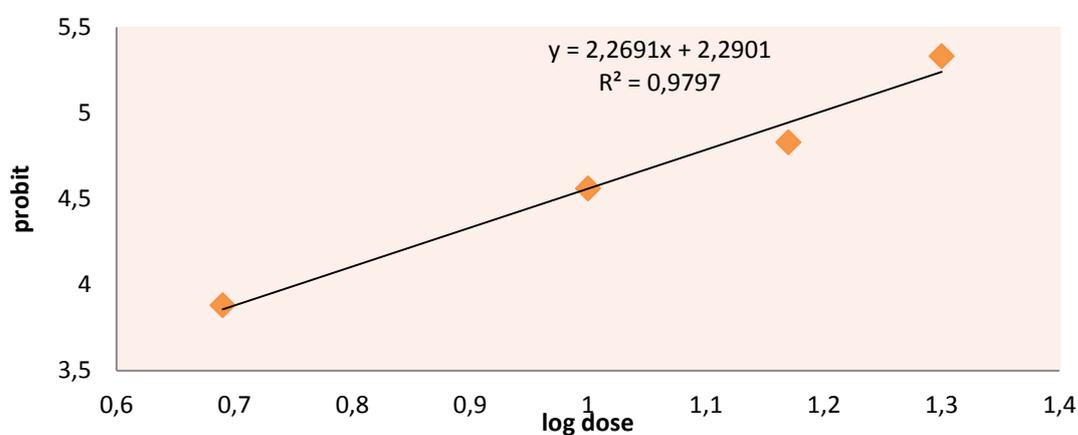


Fig n°42 Efficacité de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* après 8 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

Détail de l'équation

$$Y = 2,2691x + 2,2901$$

$$Y = \text{probit } 50 \Rightarrow Y = 5$$

$$Y = \text{probit } 90 \Rightarrow Y = 6,28$$

$$5 = 2,2691x + 2,2901$$

$$5 - 2,2901 = 2,2691x \text{ donc : } 2,7099 = 2,2691x \Rightarrow x = 2,7099 / 2,2691$$

$$DL_{50} = 15,64 \mu\text{l.}$$

$$DL_{90} = 57,3284 \mu\text{L}$$

Tableau n° 8- 2^{ème} temps d'observation (16h)

Doses	Log doses	Moyenne de mortalité en %	Probit
D1	0,69	36	4,034
D2	1	73,3	4,48
D3	1,17	86,6	4,48
D4	1,3	93,3	4,829

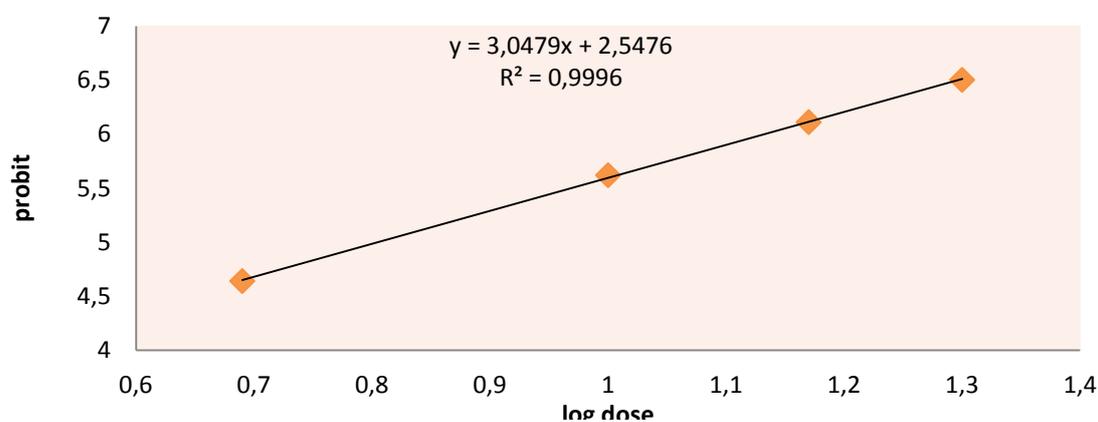


Fig n°43 Efficacité de l'huile essentielle de Eucalyptus globulus après 16 heures de traitement chez Aphis pommi par inhalation.

Détail de l'équation

$$Y = 3,0479x + 2,5476$$

$$Y = \text{probit } 50 \Rightarrow Y = 5$$

$$Y = \text{probit } 90 \Rightarrow Y = 6,28$$

$$5 = 3,0479x + 2,5476$$

$$5 - 2,5476 = 3,0479x \text{ donc : } 2,4524 = 3,0479x \Rightarrow x = 2,4524 / 3,0479$$

$DL_{50} = 6,37\mu\text{l.}$

$DL_{90} = 16,77\mu\text{L}$

Tableau n°9 - 3^{ème} temps d'observation (24h).

Doses	Log doses	Moyenne de mortalité en %	Probit
D1	0,69	46	4,9
D2	1	76,6	5,728
D3	1,17	93,3	6,501
D4	1,3	100	8,17

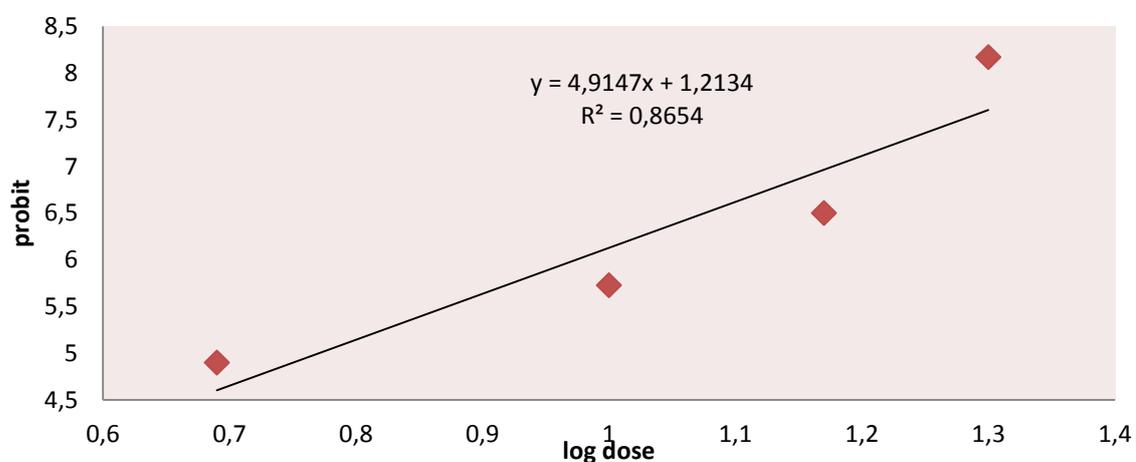


Fig n°44 Efficacité de l'huile essentielle de Eucalyptus globulus après 24 heures de traitement chez Aphis pommi par inhalation.

Détail de l'équation

$$Y = 2,2691x + 2,2901$$

$$Y = \text{probit } 50 \Rightarrow Y = 5$$

$$Y = \text{probit } 90 \Rightarrow Y = 6,28$$

$$5 - 1,2134 = 4,9147x \text{ donc } : 3,7866 = 4,9147x \Rightarrow x = 3,7866/4,9147$$

DL₅₀ = 5,89 µl .

DL₉₀ = 10,73 µL

Tableau n°10 4^{ème} temps d'observation (32h).

Doses	Log doses	Moyenne de mortalité en %	Probit
D1	0,69	63	4,9
D2	1	83,3	5,728
D3	1,17	100	8,17
D4	1,3	100	8,17

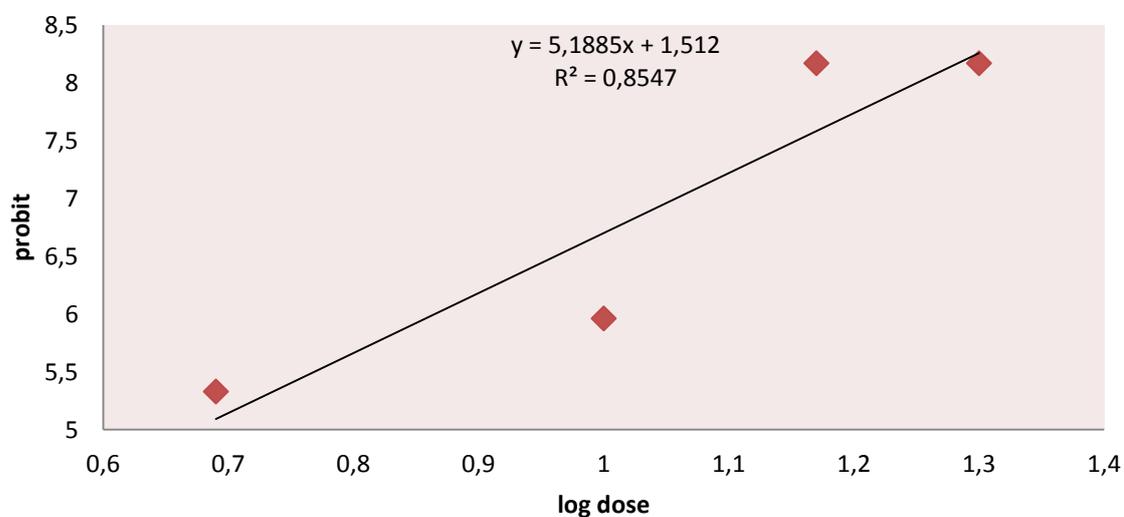


Fig n°45 Efficacité de l'huile essentielle de Eucalyptus globulus après 32 heures de traitement chez Aphis pommi par inhalation.

DL₅₀ = 4,7 µl .

DL₉₀ = 8,3 µL

Sur la base des équations tirées des droites de régressions nous avons les DL₅₀ et DL₉₀ calculées.

Nous résumons toutes les DL₅₀ et DL₉₀ dans le tableau qui suit (**tableau n°11**)

Equation y	DL ₅₀	DL ₉₀
$Y_1 = 2,2691x + 2,2901$	15,64	57,32
$Y_2 = 3,0479x + 2,5476$	6,37	16,77
$Y_3 = 4,9147x + 1,2134$	5,89	10,73
$Y_4 = 5,1885x + 1,512$	4,7	8,30

Les DL₅₀ et DL₉₀ qui semblent les plus correctes sont ceux obtenues à partir des droites de régression Y₄, car elles sont plus proches des doses appliquées.

B) Rosmarinus officinalis L

Tableau n°12 1^{er} temps d'observation (8h)

Doses	Log doses	Moyenne de mortalité en %	Probit
D1	0,69	16,6	4,034
D2	1	30	4,48
D3	1,17	30	4,48
D4	1,3	43,3	4,829

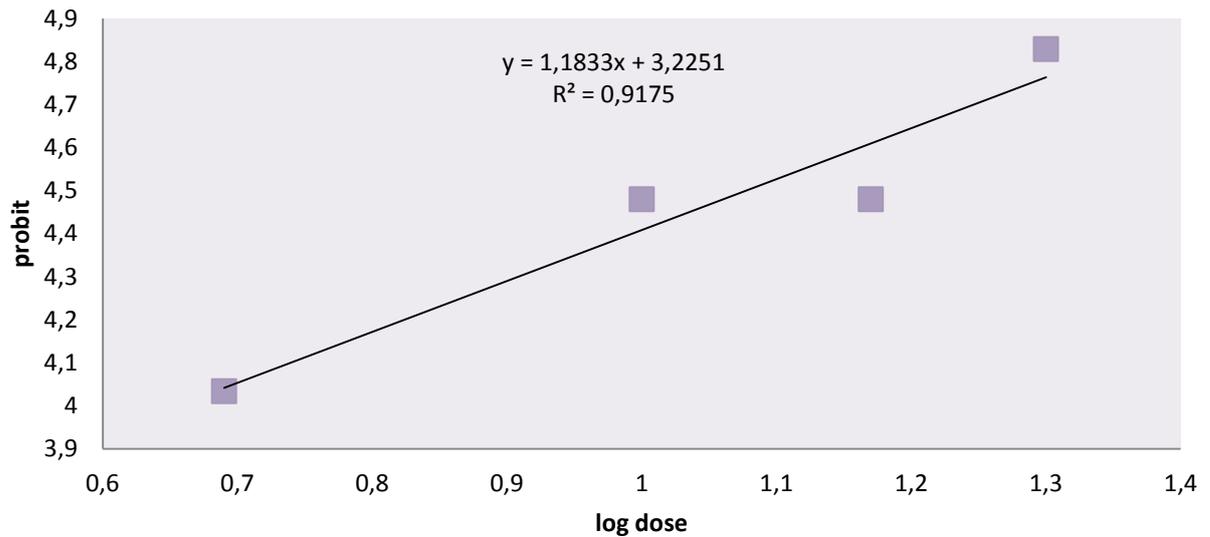


Fig n°46 Efficacité de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* après 8 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

$$5 - 3,2251 = 1,1833x \text{ donc } : 1,7749 = 1,1833x \Rightarrow x = 1,7749 / 1,1833$$

$$DL_{50} = 31,619 \mu\text{l} .$$

$$DL_{90} = 81,66 \mu\text{L}$$

Tableau n°13 : 2^{ème} temps d'observation (16h)

Doses	Log doses	Moyenne de mortalité en %	Probit
D1	0,69	33	4,56
D2	1	43,3	4,829
D3	1,17	60	5,25
D4	1,3	90	6,28

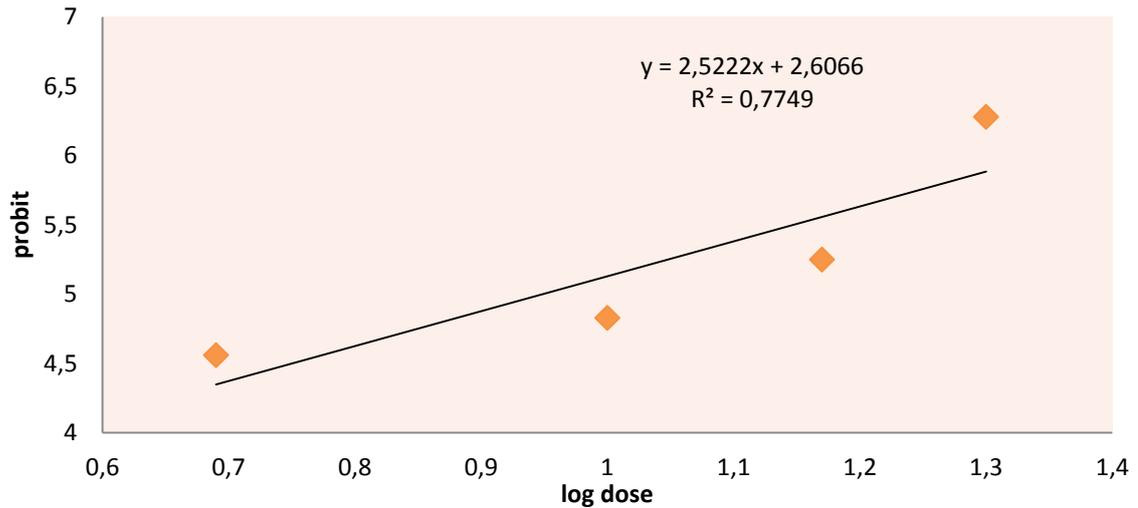


Fig n°47 Efficacité de l’huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* après 16 heures de traitement chez *Aphis pommi* par inhalation.

5- 2,6066 = 2,5222x donc : 2,3934 = 2,5222x => x=2,3934 /2,5222

DL₅₀ = 8,89 µl .

DL₉₀ = 28,60 µL

Tableau n°14 : 3^{eme} temps d’observation (24h)

Doses	Log doses	Moyenne de mortalité en %	Probit
D1	0,69	70	5,52
D2	1	75	5,67
D3	1,17	100	8,17
D4	1,3	100	8,17

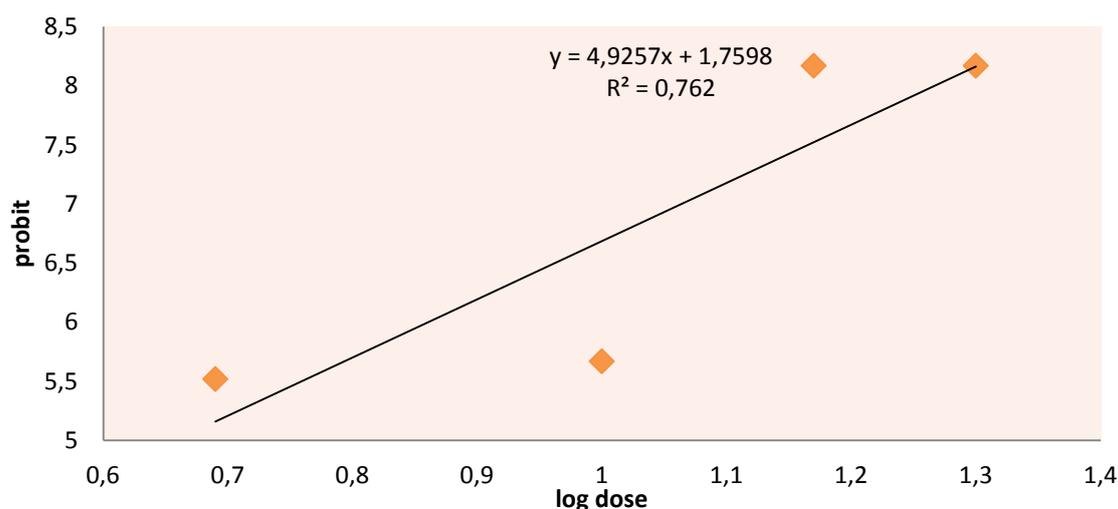


Fig n°48 Efficacité de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* après 24 heures de traitement chez Aphid pommi par inhalation.

$$5 - 1,7598 = 4,9257x \text{ donc } : 3,2402 = 4,9257x \Rightarrow x = 3,2402 / 4,9257$$

$$\mathbf{DL_{50} = 4,54 \mu l. .}$$

$$\mathbf{DL_{90} = 8,27 \mu L}$$

Sur la base des équations tirées des droites de régressions (Fig. 49, 50, 51, 52) nous avons les DL₅₀ et DL₉₀ calculées.

Nous résumons toutes les DL₅₀ et DL₉₀ dans le tableau qui suit (**tableau n°15**)

Equation y	DL ₅₀	DL ₉₀
$Y_1 = 1,1833x + 3,2251$	31,619	81,66
$Y_2 = 2,5222x + 2,6066$	8,89	28,60
$Y_3 = 4,9257x + 1,7598$	4,547	8,27

Les DL₅₀ et DL₉₀ qui semblent les plus correctes sont ceux obtenues à partir des droites de régression Y₃, car elle est plus proche des doses appliquées

Temps létaux TL50 et TL90 de *Aphis pomi* a travers de « logiciel excelle dose »

A) *Eucalyptus globulus*

Tableau n°16 : La 1ère dose D1= 5µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	13	3,87
16H	1,2	36	4,64
24H	1,38	46	4,9
32H	1,5	63	5,33
40H	2	100	8,17

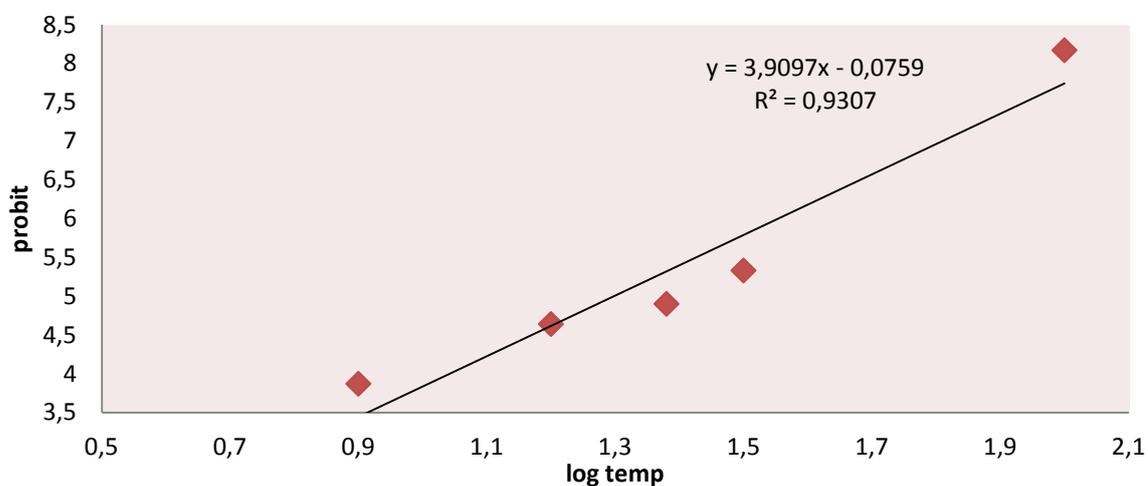


Fig n°49 Efficacité de la dose D1 de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus chez Aphis pommi par inhalation.

L'équation : $5 + 0,0759 = 3,9097x$ donc : $5,0759 = 3,9097x \Rightarrow x = 5,0759 / 3,9097$

TL₅₀ = 19,87 h.

TL₉₀ = 42,23 h.

Tableau n°17 : La 2ème dose D2= 10 µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	33	4,56
16H	1,2	73,3	5,619
24H	1,38	76,6	5,728
32H	1,5	83,3	5,962
40H	2	100	8,17

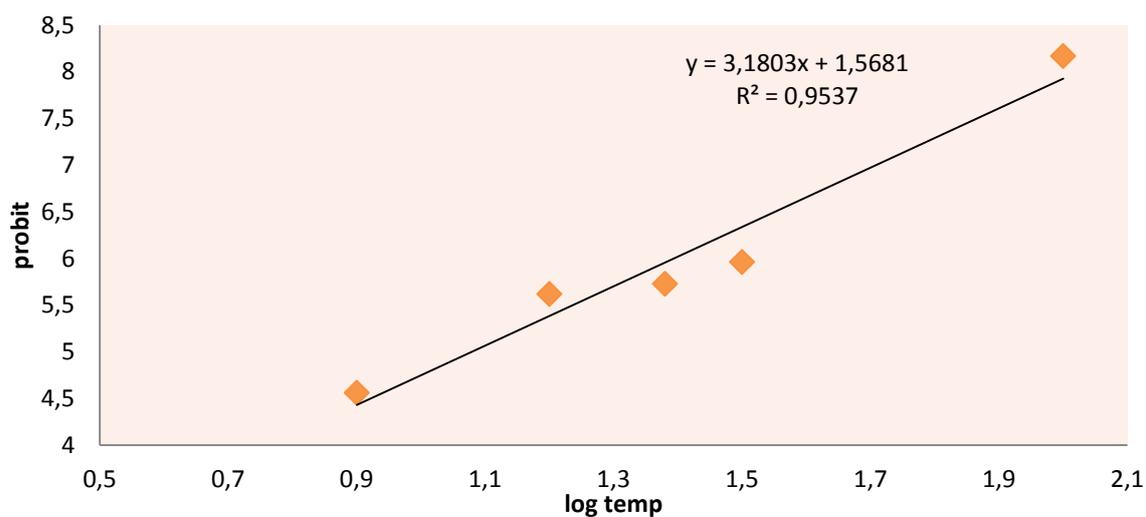


Fig n°50 Efficacité de la dose D2 de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus chez Aphis pommi par inhalation.

L'équation : $5 + 1,5681 = 3,1803x$ donc : $6,5681 = 3,1803x \Rightarrow x = 6,5681 / 3,1803$

TL₅₀ = 11,99 h.

TL₉₀ = 30,31 h.

Tableau n° 18 : La 3ème dose D3 = 15 µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	43,3	4,829
16H	1,2	86,6	6,11
24H	1,38	93,3	6,501
32H	1,5	100	8,17
40H	2	100	8,17

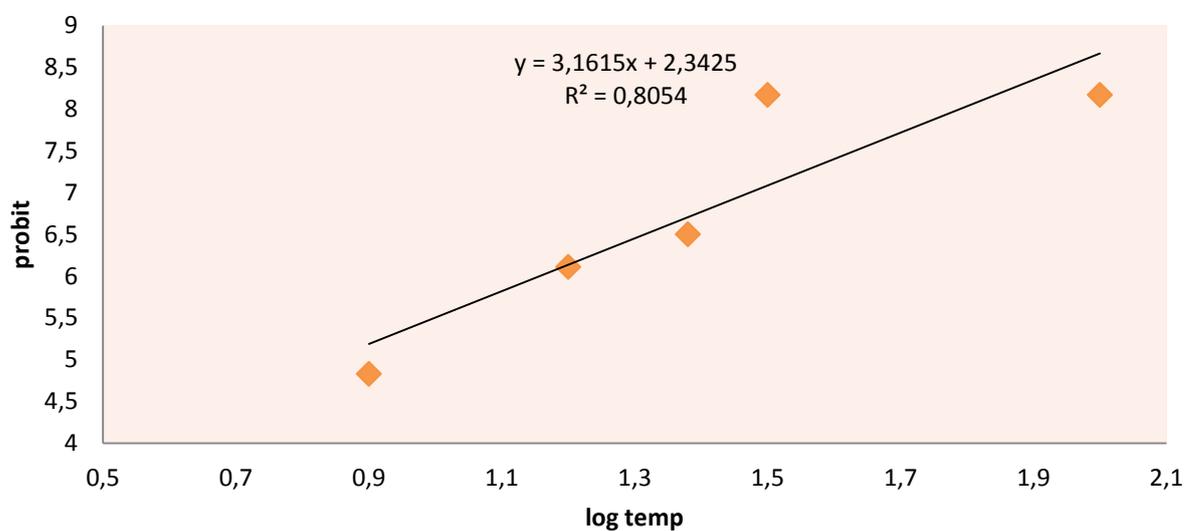


Fig n°51 Efficacité de la dose D3 de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus chez Aphis pomi par inhalation.

L'équation : $5 + 2,3425 = 3,1615x$ donc : $7,3425 = 3,1615x \Rightarrow x = 7,3425 / 3,1615$

TL₅₀ = 6,92 h.

TL₉₀ = 17,59 h.

Tableau n°19 : La 4ème dose D4 = 20 µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	53,3	4,829
16H	1,2	93,3	6,11
24H	1,38	100	8,17
32H	1,5	100	8,17
40H	2	100	8,17

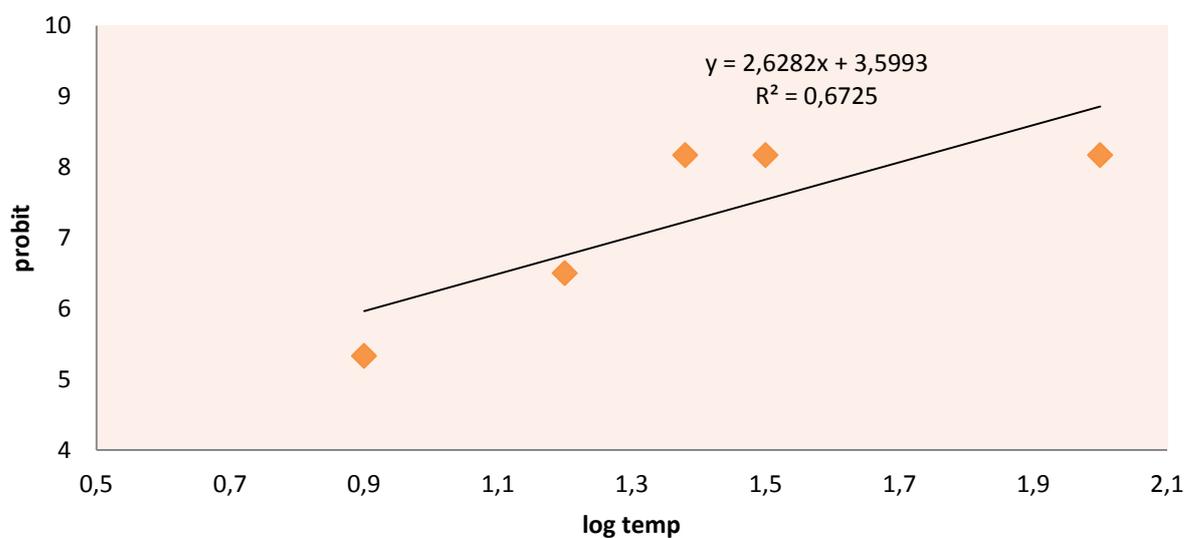


Fig n°52 Efficacité de la dose D4 de l'huile essentielle de Eucalyptus globulus chez Aphis pommi par inhalation.

L'équation : $5 + 3,5993 = 2,6282x$ donc : $8,5993 = 2,6282x \Rightarrow x = 8,5993 / 2,6282$

TL₅₀ = 3,41 h.

TL₉₀ = 10,47 h.

Sur la base des équations tirées des droites de régressions (Fig. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57),
Nous résumons le résultats des TL50 et TL90 dans le tableau n°20 qui suit :

Equation y	TL50	TL90
$Y_1 = 3,9097x - 0,0759$	19,87	42,23
$Y_2 = 3,1803x + 1,5681$	11,99	30,31
$Y_3 = 3,1615x + 2,3425$	6,92	17,59
$Y_4 = 2,6282x + 3,5993$	3,41	10,47

Pour tuer 50% de la population de *Aphis pomi* le temps létal est 19,87 h en D1, 11,99 h en D2, 6,92 h en D3 et 3,41 h en 4. et pour tuée 90% de cette population traitée par l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* il faut 42,23 h pour la D1 et 30,31 h pour la D2 et 17,59 h pour la D3 et 10,47 h pour la D4.

Les TL50 et TL90 qui semblent les plus correctes sont ceux obtenues à partir des droites de régression Y3, car elle est plus proche des temps appliquées.

B) *Rosmarinus officinalis* L

Tableau n°21 : La 1ère dose D1= 5µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	16,6	4,034
16H	1,2	33	4,56
24H	1,38	70	5,52
32H	1,5	100	8,17

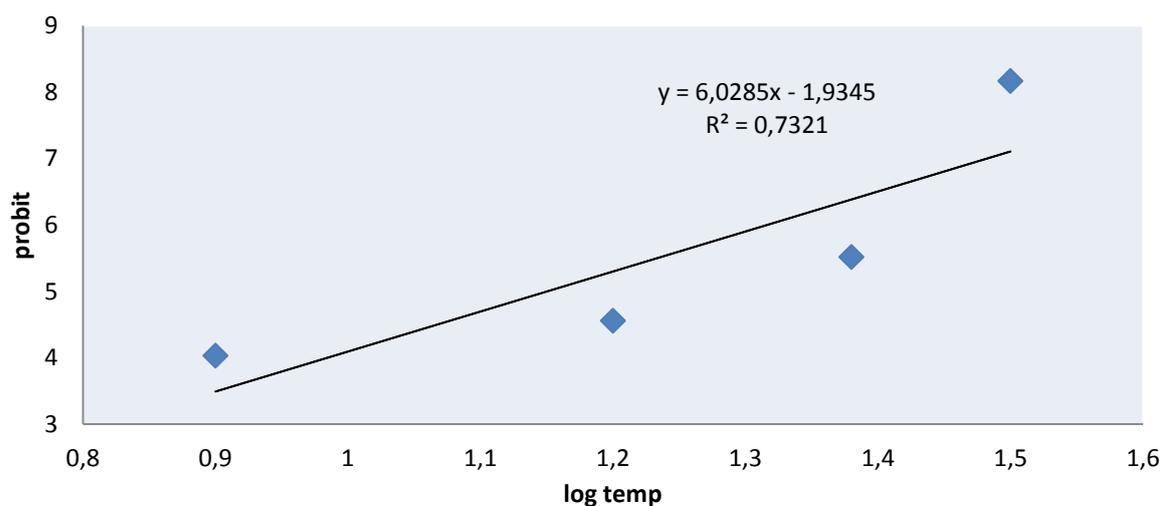


Fig n°53 Efficacité de la dose D1 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation.

L'équation : $5 + 1,9345 = 6,0285x$ donc : $6,9345 = 6,0285x \Rightarrow x = 6,9345 / 6,0285$

TL₅₀ = 14,17 h.

TL₉₀ = 23,11 h.

Tableau n°21 : La 2ème dose D2= 10 µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	30	4,48
16H	1,2	43,3	4,829
24H	1,38	75	5,67
32H	1,5	100	8,17

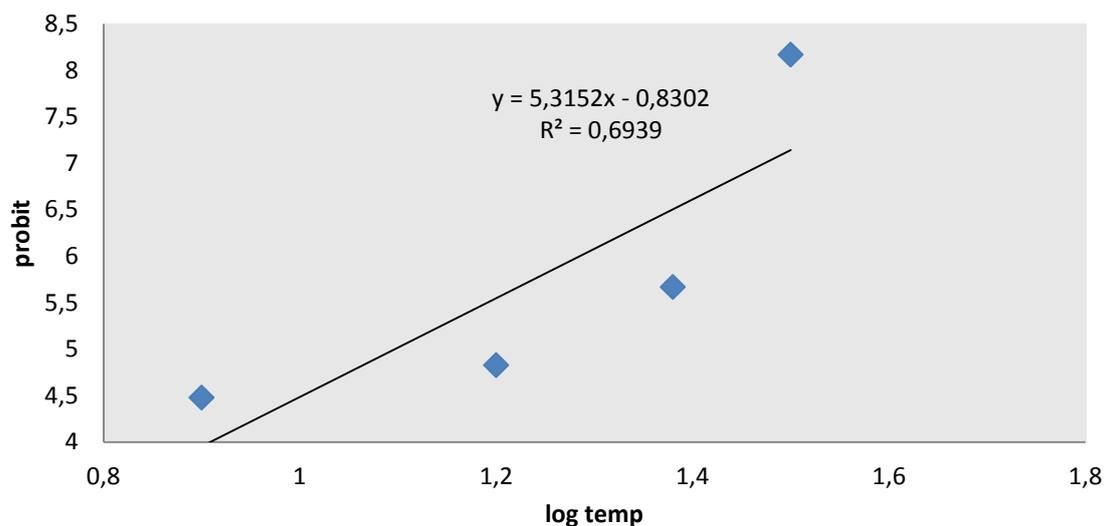


Fig n°54 Efficacité de la dose D2 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation.

L'équation : $5 + 0,8302 = 5,3152x$ donc : $5,8302 = 5,3152x \Rightarrow x = 5,8302 / 5,3152$

TL₅₀ = 12,49 h.

TL₉₀ = 21,76 h.

Tableau n°23 : La 3ème dose D3= 15 µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	30	4,48
16H	1,2	60	5,25
24H	1,38	100	8,17
32H	1,5	100	8,17

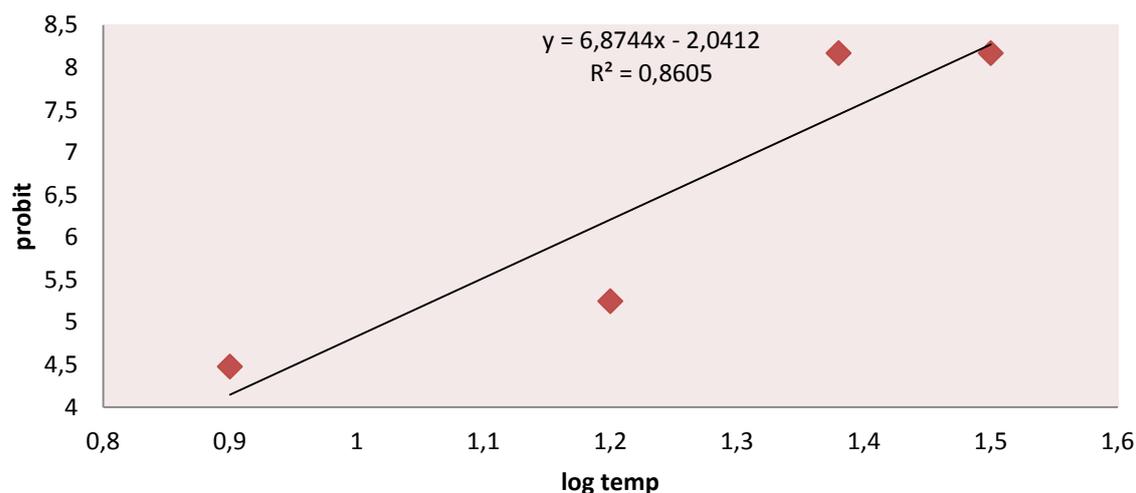


Fig n°55 Efficacité de la dose D3 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation.

L'équation : $5 + 2,0412 = 6,8744x$ donc : $7,0412 = 6,8744x \Rightarrow x = 7,0412 / 6,8744$

TL₅₀ = 10,57 h.

TL₉₀ = 16,23 h.

Tableau n°24 : La 4ème dose D4= 20 µl.

Temps	Log temps	Moyenne de mortalité en %	Probit
8H	0,9	43,3	4,829
16H	1,2	90	6,28
24H	1,38	100	8,17
32H	1,5	100	8,17

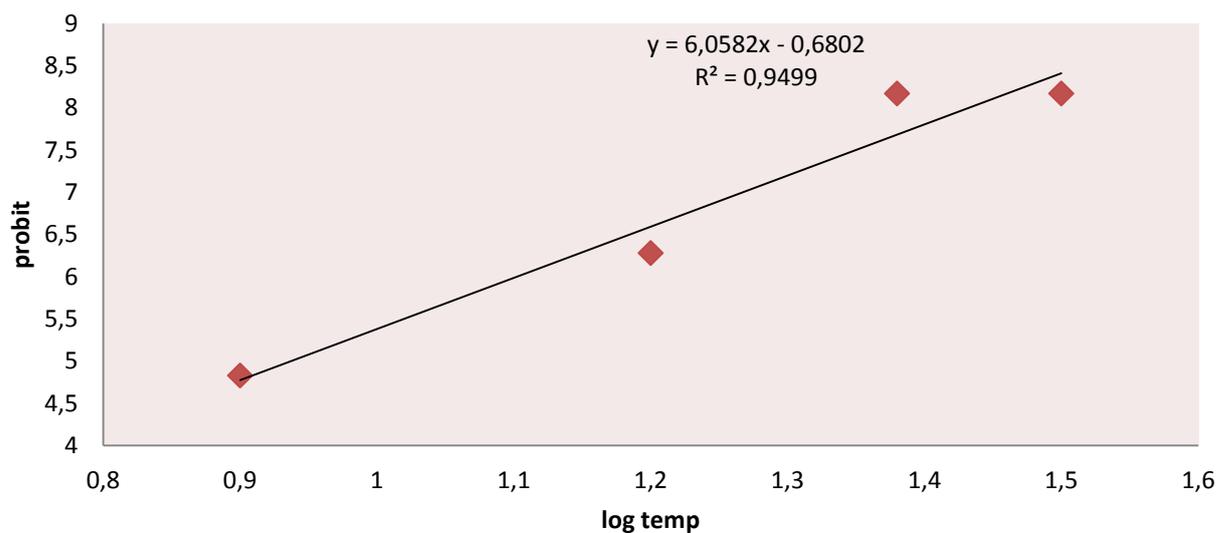


Fig n°56 Efficacité de la dose D4 de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* chez *Aphis pommi* par inhalation.

L'équation : $5 + 0,6802 = 6,0582x$ donc : $5,6802 = 6,0582x \Rightarrow x = 5,6802 / 6,0582$

TL₅₀ = 8,66 h.

TL₉₀ = 14,08 h.

Sur la base des équations tirées des droites de régressions (Fig. 54, 55, 56,57), Nous résumons le résultats des TL₅₀ et TL₉₀ dans le tableau n°24 qui suit :

Equation y	TL ₅₀	TL ₉₀
$Y_1 = 6,0285x - 1,9345$	14,17	23,11
$Y_2 = 5,3152x - 0,8302$	12,49	21,76
$Y_3 = 6,8744x - 2,0412$	10,57	16,23
$Y_4 = 6,0582x - 0,6802$	8,66	14,47

Pour tuer 50% de la population de *Aphis pomi* le temps létal est 14,17 h en D1, 12,49 h en D2, 10,57 h en D3 et 8,66 h en D4. et pour tuée 90% de cette population traitée par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L* il faut 23,11 h pour la D1 et 21,76 h pour la D2 et 16,23 h pour la D3 et 14,47 h pour la D4.

Les TL50 et TL90 qui semblent les plus correctes sont ceux obtenues à partir des droites de régression Y4, car elle est plus proches des temps appliquées.

Analyse statistique des résultants

Analyse de la variance

Pour bien expliquer nos résultats nous nous sommes appuyés sur l'analyse de la variance à trois critères de classification :

Facteur 1 : Doses avec 4 niveaux (D1, D2, D3, D4).

Facteur 2 : Temps avec 5 niveaux (8h, 16h, 24h, 32h pour *Rosmarinus officinalis* et jusqu'au 40h pour *Eucalyptus globulus*).

Facteur 3 : Répétition avec 3 niveaux (R1, R2, R3)

L'analyse de la variance à trois critères de classification pour un seul traitement, montre une différence très hautement significative pour les doses et le temps ainsi que pour l'interaction dose avec le temps

Les classements de moyennes à travers le test de NEWMEN-KEULS au seuil de 5% sont montrés sur les tableaux (n° 26et 27).

- Si le P-value < alpha théorique la différence est très significative.
- Si le P-value > alpha théorique la différence n'est pas significative.

A) *Eucalyptus globulus*

Tableau n° 26 : Efficacité des huiles essentielles de *l'Eucalyptus globulus* chez le *Aphis pomi* à travers l'analyse de la variance.

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
répétition	2	0,133	0,0667			
Dose	3	118,050	39,3500	196,75	0,0000	
Erreur rep*Dose	6	1,200	0,2000			
Temps	4	275,233	68,8083	300,25	0,0000	
Dose*Temps	12	37,033	3,0861	13,47	0,0000	
Erreur rep*Dose*Temps	32	7,33	0,2292			6,37
Total	59					

L'analyse de la variance d'*Eucalyptus globulus* montre une différence très hautement significative pour les deux facteurs « dose et temps » (tableau n°26). Ce qui implique que ce facteur a une grande influence sur la mortalité.

A) *Rosmarinus officinalis* L

Tableau n° 27: Efficacité des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* chez le *Aphis pomi* à travers l'analyse de la variance.

L'analyse de la variance de *Rosmarinus officinalis* L montre une différence très hautement significative pour les deux facteurs « dose et temps » (tableau n°27). Ce qui implique que ce facteur a une grande influence sur la mortalité.

	DDL	SCE	CM	F	P	CV
répétition	2	3,875	1,937			
Dose	3	48,417	16,139	21,72	0,0013	
Erreur rep*Dose	6	4,458	0,743			
Temps	3	354,756	118,250	230,11	0,0001	
Dose*Temps	9	31,417	3,491	6,79	0,0000	
Erreur rep*Dose*Temps	24	12,33	0,514			10,43
Total	47					

Test de NEWMEN- KEULS

Ce test permet de constituer des groupes homogènes de traitement, aussi les moyennes appartenant au même groupe sont considérées comme non différentes.

A) *Eucalyptus globulus*

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls de la mortalité au seul de signification **Alpha 0.05** sur la base d'une **PPDS = 0.3996** a aboutit les groupes homogènes suivants pour le facteur dose.

Tableau n°28: le facteur des doses

Modalité	Moyenne	Groupes			
D4	9.0667	A			
D3	8,3333		B		
D2	7,3333			C	
D1	6,3333				D

Le facteur doses (tableau n°28) montre qu'il y'a des groupes hétérogènes (A, B, C, D), nous constatons que toutes les doses appartiennent aux groupes différents, le groupe A représenté le minimum de mortalité par la doses D₁, et le groupe B provoqué par D₃, et le groupe C représente le maximum de mortalité provoqué par D₄.

Tableau n°29: le facteur de temps

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls de la mortalité au seul de signification **Alpha 0.05** sur la base d'une **PPDS= 0.3981** a aboutit les groupes homogènes suivants pour le facteur temps.

Modalité	Moyenne	Groupes				
T5	10 ,000	A				
T4	8,500	B				
T3	8,083			C		
T2	7,417	D				
T1	3,583					E

Pour le facteur temps (tableau n°29), le test révèle 5 groupes (A, B, C, D, E). Le maximum de mortalité observé à T5 (40 H) est représenté par le groupe A. Ensuite le minimum de taux de la mortalité observé a T1 (8H) est représenté par le groupe E.

. Tableau n°30: comparaison dose / temps

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls de la mortalité au seul de signification Alpha 0.05 sur la base d'une **PPDS = 0.3996** a aboutit les groupes homogènes suivants pour le facteur dose/temps

Dose	temps	Moyenne	Groupe homogène											
D1	40H	10,000	A											
D2	40H	10,000	A											
D3	40H	10,000	A											
D4	16H	10,000	A											
D4	24H	10,000	A											
D4	32H	10,000	A											
D4	40H	10,000	A											
D3	24H	9,3333		AB										
D3	32H	9,3333		AB										

D3	16H	8,667			BC								
D2	32H	8,333				CD							
D2	24H	7,667					DE						
D2	16H	7,333						E					
D1	32H	6,333							F				
D1	24H	5,333								G			
D4	8H	5,333								G			
D3	8HH	4,333									H		
D1	16H	3,667									HI		
D2	8H	3,333										I	
D1	8H	1,333											J

B) *Rosmarinus officinalis* L

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls de la mortalité au seul de signification **Alpha 0.05** sur la base d'une **PPDS = 0.3519** a aboutit les groupes homogènes suivants pour le facteur dose.

Tableau n°31 : le facteur des doses

Modalité	Moyenne	Groupes	
D4	8,3333	A	
D3	7,2500	B	
D2	6,1676		C
D1	5,7500	C	

Le facteur doses (tableau n°31) montre qu'il y'a des groupes hétérogènes (A, B, C), nous constatons que toutes les doses appartiennent aux groupes différents, le groupe C représenté le minimum de mortalité par la doses D₁ et D₂, et le groupe B provoqué par D₃, et le groupe A représente le maximum de mortalité provoqué par D₄.

Tableau n°32: le facteur de temps

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls de la mortalité au seul de signification **Alpha 0.05** sur la base d'une **PPDS= 0.2927** a aboutit les groupes homogènes suivants pour le facteur temps.

Modalité	Moyenne	Groupes			
T4	10,000	A			
T3	8,750	B			
T2	5,750			C	
T1	3,000	D			

Pour le facteur temps (tableau n°32), le test révèle 4 groupes (A, B, C, D). Le maximum de mortalité observé à T4 (32 H) est représenté par le groupe A. Ensuite le minimum de taux de la mortalité observé à T1 (8H) est représenté par le groupe D.

. Tableau n°33: comparaison dose / temps

La comparaison des moyennes 2 à 2 à l'aide du test de Newman et Keuls de la mortalité au seul de signification **Alpha 0.05** sur la base d'une **PPDS = 0.5853** a aboutit les groupes homogènes suivants pour le facteur dose/temps

Dose	temps	Moyenne	Groupe homogène						
D1	40H	10,000	A						
D2	40H	10,000	A						
D3	40H	10,000	A						
D3	16H	10,000	A						
D4	24H	10,000	A						
D4	32H	10,000	A						
D4	40H	10,000	A						
D2	24H	9,3333		AB					
D1	32H	9,3333		AB					

D3	16H	8,667			BC				
D4	32H	8,333				CD			
D2	24H	7,667					DE		
D1	16H	7,333						E	
D2	32H	6,333							F
D3	24H	5,333							J
D1	8H	5,333							j

Chapitre VII : Discussion générale

Dans le présent travail, l'activité insecticide des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et Romarin officinal constituent une étude préliminaire sur la recherche de nouvelles molécules bioactives à intérêt pesticide. D'après les résultats obtenus, nous constatons que les huiles essentielles des plantes testées, *Romarinus officinalis L* et *Eucalyptus globulus* ont un effet insecticide très fort vis-à-vis de *Aphis pommi* ; avec un taux maximum de mortalité de 100% en dose D4 pour le Romarin et Pour l'Eucalyptus.

Dans les conditions de cette étude, l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* et son composé majoritaire le 1,8 cinéole ont eu un effet sur la survie des adultes d'*Aphis pommi*. Eucalyptol est le constituant principal (15-57%) d'huile essentielle d'eucalyptus, qui présentaient des activités pesticides. **ADHIKARI SR, SHAKYA R, SHRESTHA HD, SHAKYA DM, SHRIVASTAVA D., 1992**

Dans les conditions de cette étude, l'huile essentielle de *Romarinus officinalis L* et son composé majoritaire le α -Pinène ont eu un effet sur la survie des adultes d'*Aphis pommi*. Les résultats obtenus après les tests biologiques réalisés avec les deux biopesticides ont montré une relation directe entre les taux de mortalité des pucerons d'une part et la concentration en produits et la durée d'exposition d'autre part.

D'après les résultats obtenus, il ressort que :

L'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* donne une mortalité de 13% à la $D_1 = 5\mu\text{l}$ 33% à la $D_2 = 10\mu\text{l}$ pendant les premiers 8 heures. Avec un taux maximum de mortalité de 100% à $D_4 = 20\mu\text{l}$ pendant les 40 heures

Des travaux similaires sur la même plante ont été réalisés par **Benazzeddine (2010)**, mais sur *Tribolium confusum*. Il a trouvé une mortalité de 60,76% après une durée d'exposition de 96 heures à la plus forte dose 0,4 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ et une mortalité de 72,37% atteinte après 6 jours de traitement.

Une étude montre également que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est une bonne alternative naturelle contre les mouches domestiques. **Kumar et al.** Ont mis des larves et des pupes de mouche domestique en présence d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

Les larves et les pupes ont été introduites dans des boites de Pétri en présence d'acétone et d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à différentes concentrations. On étudie

la mortalité des larves en calculant le LT50 qui est le temps au bout duquel 50% des larves sont mortes.

On peut ainsi s'apercevoir que plus l'huile essentielle n'est concentrée, plus la mortalité des larves et des pupes augmentent. En présence de 2,01 µl/cm² d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*, on observe même un pourcentage d'inhibition des pupes de plus de 90% ce qui est très significatif.

Certaines publications annoncent une efficacité contre *Pediculus humanus capitis*, plus communément appelé pou. Dans ces études, les chercheurs ont mis des larves et des poux adultes en présence d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* qu'ils ont passé sous forme gazeuse. Ils ont également, en comparaison, fait le test avec deux insecticides largement utilisés dans le traitement de la pédiculose : la δ-phénothrine et le pyrèthre.

Les résultats nous montrent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a une action pédiculicide mais son action est nettement inférieure à celle des insecticides de synthèse, de l'ordre de 4 à 5 fois moindre.

Vilela et al. ont démontré une activité antifongique de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur deux espèces d'aspergillus : *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*.

L'expérience démontre que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a un effet plus que significatif sur l'inhibition de la croissance des mycéliums des deux espèces d'aspergillus.

Des traitements par fumigation, à base de *R. officinalis*, ont été effectués sur *S. oryzae* (**Rozman et al. 2006**) ont révélé une activité insecticide qui a induit une mortalité de 100% de la population traitée après 24 h d'exposition à une dose basse de 0,1µl/720 ml.

D'autres résultats ont été trouvés par **Zoubiri et Baaliouamer (2001)**, où les mortalités, causées par l'huile essentielle de *R. officinalis* suite à un traitement par fumigation sur les adultes de *S. granarius*, ont enregistré 50% à la dose de 5 µl/l après 120 h de fumigation et de 100% à la dose de 500 µl/l après 24 h d'exposition

Lee et al (2002) notent que l'huile essentielle du romarin est sélectionnée pour sa toxicité potentielle et il est noté comme étant le fumigeant le plus puissant contre *T.castaneum* avec une DL50 de 7,8 µl/Lair et une DL90 de 13,5µl/Lair.

Relativement à d'autres plantes comme l'anis, le cumin, l'eucalyptus et l'origan, le romarin est moins actif sur *T. castaneum*, où seulement 65% de mortalité a été enregistrée avec une dose de 98,5µl/Lair (**Tunc et al, 1999**).

Shaaya et al in Chiasson et Beloin (2007), ont testé des huiles essentielles de plusieurs plantes comme le Basilic, la Marjolaine, l'Anis, la Menthe ainsi que le Romarin et la Sauge. La majorité de ces plantes ont révélé jusqu'à une mortalité de 100%

sur *Rhyzoperta dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* et *Sitophilus oryzae* ; et que le composé essentiel de cette mortalité serait l'alpha-terpineol.

Selon **Ojmelukwe et alder (1999)**, β -pinène, composant chimique principal d'une Lamiaceae du genre *Artemisia* a révélé un effet insecticide intéressant contre *T. castaneum*.

Selon **Prates et al (1998)**, les composants responsables de l'effet insecticide serait le β -terpinéol, le cinéol et le limonène.

Keto et al (2004) affirment que les produits toxiques sont ceux qui provoquent une forte mortalité dans la population à faible concentration. Chez les larves, la DL50 et la DL90 sont respectivement 29,90 μ l et 61,775 μ l.

Les huiles essentielles de *R.officinalis* et d'*E. globulus* ont causé 100 % de mortalité par inhalation (seul traitement appliqué) sur les adultes de *T. castaneum*. Elles sont les plus toxiques, au bout du 3^{ème} jour pour *E. globulus* et au bout de 12 heures seulement pour *R. officinalis* à des DL50 = 57,02 μ l et DL90= 96,56 μ l et DL50= 11,167 μ l et DL90= 32,49 μ l. L'activité insecticide de *R. officinalis* a été étudiée par plusieurs auteurs. En effet, l'eugénol, principal composant de l'huile essentielle, cause jusqu'à 100 % de mortalité chez *T. castaneum*, *R. dominica* et *Oryzaephilus surinamensis* par fumigation à la dose de 10 à 15 μ l/l air (**Shaaya et al, 1991**)

Selon **Rozman et al (2006)**, L'eugénol, étudié avec plusieurs composants des huiles essentielles telles que le 1,8 cinéole, le carvacrol, le camphor, le linalool, le borméol et le thymol, a donné presque les mêmes résultats. La mortalité enregistrée est de 97 % et de 100 % après 24 h et 72 h respectivement après traitement (**Rozman et al, 2006**).

Quant à l'huile essentielle d'*E. globulus*, le composant principal 1,8 cinéole forme, parmi les constituants, l'élément le plus actif contre les insectes des denrées stockées (Cristos et al, 2014). Selon **Weaver et al, (1991)** ; **Kurowska et al, (1991)**. Ce principal composant d'*E. globulus* est toxique sur *T. castaneum*, *R. dominica* et *Bruchus chinensis*.

Conclusion et perspective

Conclusion et perspective

L'étude menée dans ce mémoire avait pour objectif d'analyser l'effet insecticide de deux plantes *Encalyptus globulus* et *Romarin officinal*. L'examen de l'effet insecticide apporté sur l'action de l'huile essentielle de ces deux plantes sur le puceron vert de pommier *Aphis pomi* réalisés aux différentes doses sur les adultes bio-agresseurs s'est montré plus efficace avec 100% de mortalités obtenue au bout de 32 heures. La toxicité des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et de *Romarin officinal* s'avèrent intéressantes pour les deux plantes.

L'huile essentielle de plante étudiée s'est montrée très toxique. Les résultats de mortalité liés au traitement par inhalation suivant les doses de 5µl, 10µl, 15µl et 20µl, montrent que les mortalités des adultes de *Aphis pomi* étaient en fonction des doses utilisées et du temps d'exposition.

Les résultats obtenus montrent que les huiles essentielles testées se sont avérées toxiques contre les adultes d'*Aphis pomi* et peuvent être utilisées à des fins de biopesticides comme produit de remplacement dans le cadre d'une lutte alternative pour la protection du pommier. Cette essence peut être utilisée comme matière première active dans la formulation de biopesticides.

Les résultats des doses létales préférables des DL₅₀ et DL₉₀ sont respectivement 4.7 µl et 8.30 µl pour la plante *Eucalyptus globulus* et 4.5 µl et 8,27 µL pour la plante *Romarin officinal*.

Et les meilleurs temps létaux pour tuer 50% de la population d'*Aphis pomi* à l'aide de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* est enregistré au niveau de la dose D3 avec **6.92 heure** et pour 90% de cette population est enregistré au niveau de la même dose D3 avec **17.59 heure**.

Et Le temps létaux pour tuer 50% de la population d'*Aphis pomi* à l'aide de l'huile essentielle de *Romarin officinal* est enregistré au niveau de la dose D4 avec **8.66 heure** et pour 90% de cette population est enregistré au niveau de la même dose D4 avec **14.47 heure**.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour la formulation et la fabrication des produits phytosanitaires propres sans effets secondaires. Nous envisageons de poursuivre cette étude afin de préciser la nature du (ou des) composé (s) responsable (s) de cette activité par un fractionnement mené en parallèle avec les tests biologiques.

Conclusion et perspective

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : insecticide, répulsif, perturbateur du développement,etc. et leur utilisation dans une stratégie de lutte intégrée en combinaison avec les pesticides chimiques, ils permettent de limiter la quantité d'intrants ainsi que l'apparition des pucerons vert de pommier résistants.

Les plantes pesticides peuvent être une alternative encourageante pour la gestion des bioagresseurs dans l'arboriculture. Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, Le développement des futurs produits naturels d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes.

References bibliographies

ABBOTT WS, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol*; 18: 265-266

ABDOUL DOROSSO SAMATE, 2002, compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone sahélo-soudanaise du Burkina Faso: valorisation. Thèse doctorat, l'Université de Ouagadougou.164p.

ADHIKARI SR, SHAKYA R, SHRESTHA HD, SHAKYA DM, SHRIVASTAVA D., 1992. Variation of essential oil and eucalyptol content of randomly selected *Eucalyptus camaldulensis* trees. *Banko Janakari*; 3 : 3-7.

AFNOR : L'Association Française de Normalisation

AFNOR, EDITION 2000. Huiles essentielles. Ed. PARA Graphic. Tome1 – Echantillonnage et méthode d'analyse 471 P. Tome 2 – Volume 1 Monographie relative aux huiles essentielles

AGRICULTURE CANADA, 1982b. Le kermès virgule. Feuille d'identification des insectes n° 9, Service d'information, Agriculture Canada, Ottawa. as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal*

ANJARWALLA P. ET AL., 2016. *Handbook on pesticidal plants*. Nairobi: World Agrofor Cent (ICRAF) - Amoabeng B.W., Gurr G.M., Gitau C.W. & Stevenson P.C., 2014. Cost-benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: implications for smallholder farmers in developing countries. *Crop Prot.*, **57**, 71-76.

ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF EDIBLE COATINGS ENRICHED WITH NATURAL ANTIOXIDANTS FROM ROSEMARY AND SAGE. J. *Food Sci.* Vol. 42, pp: 1102 – 1106. apple and pear. *Plant Sciences*, **85**: 1-14.

Aruoma O. I., Spencer J. P., Rossi R., Aeschbach R., Khan A., Mahmood N., Munoz A., Murcia A., Butler J. et Halliwell B. 1996. An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and provençal herb. *Food and Chemical Toxicology* **34** (5):456.

Atlas d'arboriculture fruitière (livre)

AUGER J. et THIBOUT E., 2002- substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. In Regnault-Roger C, Philogène B J.R , Vincent C .Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris : 77-96.

Azaizeh H. , Galina G. Said O. And Barash I., 2002 – Biological control of the western flower Frankliniella occidentalis in cucumber using the entomopathogenic fungus Metarhizium anisopliae. Phytoparasitica, n° 30 pp.118-24

BELANGER A. et MUSABYIMANA T., 2005. Le Neem contre les insectes et les maladies. ASPROPNPP (ASsociation pour la PROMotion des Produits Naturels Peu Préoccupants), Journées Horticoles, Quebec, 13p.

BELLAKHDAR, J. (1997) La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris, 764 p.

BELOUED, A. (1998) Plantes médicinales d'Algérie. 2^{ème} Edition. Office des publications universitaires (Ed). Alger, 274p.

BENAYAD N., 2008 Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat, Maroc, 61p

BENAZZEDDINE SIALI, 2010, Activité de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Stophilus oryzae* et *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae), Thèse ing. Agro. E.N.S.A. Alger, 75p.

Bencheqroun H K., Ghanmi M., Satrani B., Aafi A. & Chaouch A. 2012. Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Artemisia mesasiatica, plante endémique du Maroc. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège. 81:4-21.

BENKADA, isolation des huiles essentielles de la menthe suaveolens, Ehrh (Bous Domrane) de la région de Tlemcen et leur analyse par différentes méthodes chromatographiques mise en évidence du composé majoritaire « la pulégone », Thèse Magister. Unive. Tlemcen, 1990, pp 42,76.

BIOTECHNOL. AGRON. SOC. ENVIRON. 2017 21(4), 288-304

BONI BARTHELEMY YAROU, PIERRE SILVIE, FRANÇOISE ASSOGBA

KOMLAN Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest.

-BOUDY P. 1955. Économie forestière nord-africaine. Ed Masson et cie, Paris, Tome IV .p826.

BOUDY P. 1955. Économie forestière nord-africaine. Ed Masson et cie, *Paris*, Tome IV .p826.

BOUGUERRA A.2012.Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculumvulgare* Mill, en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Mémoire de magister. Université Mantouri Constantine.120p.

BOUTALEB JOUTEI A. synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelque biopesticides d'origine végétale sur les cultures d'importance économique au Maroc (2010). roceedings su septième congréz de l'assocaition marocaine de protection des plantes. Rabat, Maroc. Vol 2. 377-389.

BRETAUDEAU J., (1975) : Atlas d'arboriculture fruitière. Vol 1. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, 245 P.

BRETAUDEAU J., (1978). : Atlas d'arboriculture fruitière. Vol. 02. Ed. J.B. Baillière et Fils, Paris, 173 P.

BRICE M., EMMANUEL R., NICOLAS U. et JOHAN Z., 2008. Le neem, un insecticide biologique efficace. Projet tutoré du S2, université de Paul Sabatier, France, 15p.

BRUNETON J, Pharmacognosie « Phytochimie Plantes » médicinales 3 eme éd, Tec et Doc, Paris 1999- pp 484-540.

-BRUNETON J. 1999. Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales.3e édition. Ed. Tecet doc. *Paris*.

-BRUNETON J.1987. Elément de Phytochimie et Pharmacognosie. Ed. Tech. Et Doc. Ed Lavoisier, *Paris*.

-BRUNETON J.1993. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. *Paris*, Lavoisier. 623p.

CALABRESE V., SCAPAGNINI G., CATALANO C., DINOTTA F., GERACI D. et CATHERINE REGNAULT-ROGER, B.J.R. PHILOGENE, C. Vincent 2006, Biopesticides d'origine végétale *Tropicultura*, **24**, 2, 128

CHACOU M.et BASSOU K. Efficacité antibactériennes et antifongiques des huiles essentielles obtenues par extraction de la menthe verte *Mentha Spicata*Lisdue de la région de Ouargla sur quelques germes pathogenes: *E.coli*,*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtiluis* et *Candida albicans*. Mémoire de DES microbiologie. Université de Kasdi Merbah Ouargla, 2007.P.14-27.

CHANG S.S., OSTRIC-MANJASEVIC B., HSIEH O.L. et HUANG C.L., 1977: Natural
**CHAOUIA, CH., MIMOUNI, N., TRABELSI, S., BENREBIHA, F.Z., BOUTEKRABT,
T.F. et BOUCHENAK, F. (2003).** Evaluation des besoins en matière de renforcement des
capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante
pour l'agriculture en Algérie. Alger:

CHARPENTIER, Guide de préparateur pharmacie, Ed, Masson, Paris France 1998 ;
pp1068-1071,1242,

Cheung S. ET Tai J . 2007. Anti-proliférative and antioxidant properties of Rosmarinus officinalis. *Oncology reports.* **17** (6): 1525-1531.

CHEVREAU, E. et MORISOT, D. (1985). : Variabilité génétique d'une collection d'espèces
des genres Malus et Pyrus, Analyse botanique et enzymatique .D.E.A. INRA. Station
d'arboriculture fruitière1-8.

CHFAI A LI ; BOUKIL A ; BACHER MO ; DRISS I. ET GUERMAL A, 2014. Projet
PAM : intégration de la biodiversité dans les chaînes de valeurs des plantes aromatiques et
médicinales méditerranéennes au Maroc. 2014

CHOUINARD, G. FIRLE, J. A. VANOOSTHUYSE. F. et VINCENT, C. (2000). : Guide
D'identification des ravageurs des pommiers et leurs ennemis naturels. IRDA et Saint-
Laurent. Québec, 69 p.

CHOUINARD, G. FIRLE, J. A. VANOOSTHUYSE. F. et VINCENT, C. (2000). Guide
d'identification des ravageurs des pommiers et leurs ennemis naturels. IRDA et Saint-
Laurent. Québec, 69 p.

CHOUINARD, G., 1991. Le charançon va-t-il revenir cette année? Sommaire des
conférences, Journée pomicole provinciale, février 1991, Saint-Hyacinthe, Québec, p. 27-30.

CHOUINARD, G., 1993. 5 stratégies d'intervention contre les ravageurs du bois. Bulletin
d'information – Pommier n° 11, Réseau d'avertissements phytosanitaires du ministère de
l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 7 juillet 1993, 4 p.

CHOUINARD, G., 1996. Charançon de la prune. Bulletin d'information - Pommier n°6,
Réseau d'avertissements phytosanitaires du ministère de 'Agriculture, des Pêcheries et de
'Alimentation du Québec, 23 mai 1996, 3 p.

CHOUINARD, G., C. VINCENT, L. TARTIER, G. LAPLANTE et Y. MORIN, 1997.

Outils de dépitage pour les insectes acariens et maladies des vergers de pommiers du Québec. Actes Colloque international sur la prévision et le dépistage des ennemis des cultures, Québec, p. 163-184.

CICILE J.-C., 2002 : Distillation. Absorption Etude pratique. Techniques de l'ingénieur J 2610 pp 1-20.

COLI, W.M. (EU.), 1984. Integrated Management of Apple Pest in Massachusetts and New England. Cooperative Extension Service, University of Massachusetts, Amherst, 41 p.

COULOMBE, Li., 1984. La répression de la tavelure en post-infection, p. 113-117 C. Vincent et N.J. Bostanian (éds). La phytoprotection en verger de pommiers au Québec, Buil. tech. n°19, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 203 p.

COUTANCEAU M., (1962). : Arboriculture fruitière. Technique et économie des cultures de rosacées fruitières ligneuse. Ed. Baillière et fils, Paris, pp : 46 47.

CPVQ, 1988. Pommier - Protection. Ministère de 'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Conseil des productions végétales du Québec, Agdex 211-605, 87 p.

CSEKE, L.J. ET P.B. KAUFMAN. 1999. How and why these compounds are synthesized by plants. Pages 37-90 in P.B. Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke et H.L. Brielmann (eds.), Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton, FL

Cseke, L.J. et P.B. Kaufman. 1999. How and why these compounds are synthesized by plants. Pages 37-90 in P.B. Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke et H.L. Brielmann (eds.), Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.

DE ALMEIDA J., 2012. Aménagement d'une plate-bande de fleurs pour améliorer la lutte naturelle de deux ravageurs du pommier, *Hoplocampa testudinea* (Tenthredinidae) et *Aphis pomi* (Aphididae). Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie. Université du Québec à Montréal, 91 p.

DEVELOPPEMENT DURABLE ENVIRONNEMENT ET LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES QUEBEC. CANADA

DIAS P.C., FOGLIO M.A., POSSENTI A. et DE CARVALHO J.E., 2000 :

Antiulcerogenic activity of crude hydroalcoholic extract of *Rosmarinus officinalis* L.,

-E. Bocchio, Hydrodistillation des huiles essentielles – Théorie et applications. Parfums, Cosmétiques, Arômes, 1985, 63, 61-62.

EL KALAMOUNI C., 2010. Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Th. Doc. Université de Toulouse (France), 227p.

Evelyne Turpeau, Maurice Hullé, Bernard Chaubet 2016 Revus INRA université de Rennes.1 France

F. A. O. (2008). : Production agricole, cultures primaires, Banque de données statistiques.

F. A. O. (2008). : Production agricole, cultures primaires, Banque de données statistiques. F. A. O.Stat (Site Internet: [http:// www. FAO- org. Com](http://www.FAO-org.Com)).

F. A. O.Stat (Site Internet: [http:// www. FAO- org. Com](http://www.FAO-org.Com)).

FAO :(Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2008. FAOSTAT home page (online). Available: <http://apps.fao.org/>.

FAO, 2007 «Production mondiale du pommier», Organisation Mondiale de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2p Food Limited, 1300–1314.

-FOUDI C Y.1991 - Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'Eucalyptus globuluslabill. et camaldulensis.These magister. U.S.T.H.B., Alger, 159p

G. TOURNAIRE .Les économies d'énergie dans les techniques de production des huiles essentielles., Parfums, Cosmétiques, Arômes, 1980, 35, 43-46.

GALLAIS A. et BANNEROT H., (1995). : Amélioration des espèces végétales cultivées : Objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, France, pp : 578-594.

GAUTIER M, 1993 : Arbre fruitier. Vol 1.2eme édition .Ed.j.B. BAILLIERE.594 P.

GAUTIER M., (1987). : La culture fruitière. Volume 1, l'arbre fruitier. Ed. J.B. Baillièrè, Paris, 492 P.

GAUTIER M., (1993). : La culture fruitière, vol. I - L'arbre fruitier. Eds. Lavoisier Tec et Doc, 594 P.

GILDEMEISTER E. et HOFFMANN FR., 1912 : Les huiles essentielles. 2ème Edition. Edition

GODIN ET BOIVIN, 2000 Entomologia experimentalis et applicata 97 (2),149-160,2000

GRAPHE PRODUCTION (TONNE) POMME EN ALGERIE SITE INTERNET :

<httpsfr.actualitix.compaysdzaalgerie-pomme-production.php>

GUINOCHET T., 1973. Phytosociologie, Ed. Masson, France, 227p.

HAJJI F., EL IDRISSE A., FKI-H-TETOUANI S., BELLAKHDAR J. 1989. Étude des compositions chimiques de quelques espèces d'Eucalyptus du Maroc. Al Biruniya, Rev. Mar. Pharm. 5 (2): 125-132.

HILAN ET AL. 2006 huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des *lamiaceae*. *lebanese science journal*, vol. 7, no. 2 IRAL, Laboratoire de Fanar, Fanar, Liban : 13-22.

Huang M. T., Ho C. T., Wang Z. Y., Ferraro T., Lou Y. R., Stanber K., Ma W., Hoffman L., Besseau S., Geoffroy P., Rizenhaler C., Meyer D., Lepierre C., Pollet B. et Legrand M. 1994. Silencing of Hydroxycinnamoyl transferase affects phenylpropanoid biosynthesis. *Plant cell*. **16** (4): 1446-1465.

HUGARD Z., 1974 : Importance des facteurs climatiques pour le choix variétal chez les rosacées fruitières. Conséquences dans le domaine de la recherche et du développement. Séminaire INA, EL HARRACH, Alger, 10 P.

IBAÑEZ E., CIFUENTES A., CREGO A. L., SEÑORANS F. J., CAVERO S. ET REGLERO G. 2000. Combined use of supercritical fluid extraction, Micellar electrokinetic chromatography and reverse phase high performance liquid chromatography for the analysis of antioxidants from Rosmary (*Rosmarinus officinalis* L). *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 48 (9): 4060-4065

ISMAN M B., MACHIAL C M. 2006. Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. In: Rai, M., Carpinella, M.C. (Eds.)

ISMAN M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection.*, N° 19. pp 603-608.

ITAFV : institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne.

J. ETHNOPHARMACOL. VOL. 69, pp: 57 – 62.

J.F.CLEVINGER .Apparatus for volatile oil determination, Description of New Type;, *American Perfumer & Essential Oil Review*, 1928, 467-503.

JESSICA, huiles essentielles et Aromathérapie: Un aperçu historique article Publié dans *Histoiredes huiles essentielles* sur le 4 janvier 2010.

JONES, A.L. et H.S. ALDWINCKLE, 1990. Compendium of Apple and Pear Diseases. American Phytopathological Society Press, St-Paul, Minnesota, 100 p..

KESBI AMRANE ; étude des propriétés physicochimique et évaluation l'activite biologique des huiles essentielles d'eucalyptus globulus dans la région de ouargla ; memoire de fin d'etudes en vue de l'obtention du diplôme de master en génie des procédés, 2011.

KIM KS. CHUNG BJ. KIM HK. 2000. DBI-3204: A new benzoylphenyl urea insecticide with particular activity against whitefly. Proceedings of the British Crop Protection Council Conference, Pests and Diseases, (1): 41-46.

KORBAN, S. S. and Skirvin, R. M. (1994). : Nomenclature of the cultivated apple. Hort. Science 19: 177- 180.

Kumar H., 2002, Resistance in maize to the larger grain borer, *Prostphanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae), J. Stored Prod. Res.,38, 267-280.

La culture fruitière volume 2: Les productions fruitières

LAFALOUN, J.P., THARAUD-PAYER, C .et LEVY, G. (1996). : Biologie des plants cultivées- 2eme édition.TomeI-organisation /physiologie de la nutrition. Ed. Lavoisier, Paris, 227p.

LAHLOU M., 2004 - *Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils, Phytother.Res. N°18, pp. 435-448*

LAURI PÉ, LAURENS F. 2005. Architectural types in apple (*Malus x domestica* Borkh.). In

LEEPER J. R., 1980. Extension-based tree- fruit insect pest management strategies for

LEMONICA I. P., DAMASCENO D. C. ET DI-STASI L. C. 1996. Study of the embryo toxic effects of an extract of Rosmary (*Rosmarinus officinalis*). Brazilian journal of medical and biological research. **29** (2): 223-227.152 P.300.323 P. Tome 2 – Volume 2 Monographie relative aux huiles essentielles 663 P.

LEONARD S. et NGAMO T., 2004 - Conseil phytosanitaire interafricain, bulletin d'informations phytosanitaires. ed. FAO Rome, N°44, 58 p.

LEROY ET AL., 2009. Impact du miellat du puceron au niveau des relations tritrophique entre les plantes hotes , les insectes ravageurs et leur ennemis naturels , BIO TECH , agronomie,societe 13(2), 325-334,2009.

LES ESPECES FRUITIERES, VITICOLES ET PHOENICICOLES. Recueil des communications «Biodiversité importante pour l'agriculture» MATE- GEF / PNUD. Projet ALG/ 97/ G 31: 19- 28

LEYBROS J. et FREMEAUX P., 1990 : Extraction solide-liquide, aspect théorique.

LYNCH, K.V., 1986. European Canker of Apple. Atlantic Agriculture, Publication n° ACC-1223, Agdex ACC 1223, Agdex: 211/634.

MADAH K. & SAHRAGARD A., 2012. Comparative life table of *Aphis pomi* (Hemiptera: Aphididae) on two host plants *Malus pumila* L. and *Chaenomeles japonica* under laboratory conditions. *J. Crop Prot.*, **1** (4): 321-330.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

MADR,2013 «Statistiques Agricoles», bulletin du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 3p

MAKHLOUF H. 2002 - Les huiles essentielles de romarin et de clou de girofle : approche analytique et activité antioxydante sur une huile alimentaire. Mémoire ingénieur, I.N.A., Alger, 82p.

MASSONNET C., (2004). : Variabilité architecturale et fonctionnelle du système aérien chez le pommier (*Malus domestica* Borkh.) : Comparaison de quatre cultivars par une approche de modélisation structure – fonction .Thèse Doctorat. Développement et Adaptation des Plantes .Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier. France, 184 P.

MAWSSI G. 2008. Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari).Thèse de Doctorat. Université de Toulouse.187p.

-METRO A.1970. Les eucalyptus dans le monde méditerranéen. Ed.masson et cie.*Paris.* p513.

MILAIRE, H. G. (1986). De la lutte intégrée à la production agricole intégrée, application aux cultures fruitières. *Adalia* 3: 76- 78.

MILENKOVIC S., MARCIC D. & RUZICIC L., 2013. Control of green apple aphid

MOHAMMEDIZ. 2006. Etude de pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et des flavonoïdes de quelques plantes de la région de Telemcen. Thèse Magister. Université Abou Bakrbelkaïd *Telemcen*. 155p.

MÖLLER K., 2008 : La distillation à l'alambic, un art à la portée de tous. Editorial UNICO.

MORAN, N. A. 1992. The evolution of life cycles in aphids. *Annual Review of Entomology* 37: 321- 348.

MORGANTI P., 2000: Biochemical studies of a natural antioxidant isolated from rosemary and its application in cosmetic dermatology. *Int. J. Tissue React.*, Vol. 22,

MORIN, Y. et G. CHOUINARD, 1996. Cicadelles. Bulletin d'information - Pommier n°. 6, Réseau d'avertissements phytosanitaires du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 23 mai 1996, 3 p

-NIRAKAR R., 2007- BIOPESTICIDES: an Economic Approach for Pest Management.

Orissa Review. Plant Protection, KVK, Rayagada, Gunupur. 8p. (2): 270-280. (*Aphis pomi* De Geer) in organic apple production. *Pestic. Phytomed. (Belgrade)*, **28** (4): 281-285.

NORMES AFNOR, Recueil des normes françaises. Huiles essentielles. AFNOR, Paris, 1992. *of Stored Products Research* 33, 7-15

PADRINI F., & LUCHERONI M. T., 1996. Le grand livre des huiles essentielles :

PAPADOPOULOS.AX, 1991: Growing green house tomatoes in soil and in soilless media.

Ed: department of agriculture. Canada. 79p. Paris: 172p

PARADIS, R.O., 1981. Lutte rationnelle contre les ravageurs des pommiers au Québec. *Buil. tech.* n° 16, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 31 p.

PARIS A., STRUKELJ B., RENKO M., TURK V., PUKL M., UMEK A. ET

KORANT B. D. 1993. Inhibition effects of carnosic acid on HIV-I protease in cell free assays. *Journal of natural products.* **56** (8): 1426-1430.

-Pharmacopée Européenne 1 : Conseil de l'Europe, Maisonneuve S.A. Editions, Sainte Ruffine, 1996. Plant extracts: In vitro and in vivo studies. *Postharv. Bio. Techno*, Vol. 49, pp : 294–

PONCE A. G., ROURA S. I., DEL VALLE C. E. ET MOREIRA M. R., 2008 :

pp : 5–13.

RAKAUSKAS R., BASILOVA J. & BERNOTIENE R., 2015. *Aphis pomi* and *Aphis spiraecola* (Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphididae) in Europe - new information on their distribution, molecular and morphological peculiarities. *Eur. J. Entomol.*, **112** Ramdan Dris ed. *Crops: growth, quality and biotechnology*. Helsinki, Finland: World

REGNAULT-ROGER C. PHILOGENE B.J.R. et FABRES G., 2005- Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec and Doc, Paris, 1013p

REHDER, A. (1956). : Manual of cultivated trees and shrubs ; Rehder edition -2nd, ed. New-York, the Macmillan Company, 996 p.

REPARTITION DU POTENTIEL ARBORICOLE 2016/2017 ;(DSA2018)

ROBINSON JP, HARRIS SA, JUNIPER BE. 2001. : Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus x domestica* Borkh. *Plant. Syst. Evol.* 226: 35–58.

ROCHEFORT, S., Y. MORIN, G. CHOUINARD et R. CHARBONNEAU, 1996. Stratégie d'intervention contre la cicadelle blanche en verger: rapport d'étape (7^e année). Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 24 p.

ROSENBERGER, D.A., 1992. Recommendations for Controlling Fire Blight 1 4th Annual March Message to Massachusetts Fruit Growers (1992), University of Massachusetts, Amherst, 21 p.

ROY, M. et C. CLOUTIER, 1987. Le puceron de la spirée. *Aphis citricola* (Van der Goot), un nouveau ravageur dans les vergers du Québec. *Agriculture (Montréal)* 44(3) : 45.

ROY, M. et C. VINCENT, 1990. La mouche de la pomme, ravageur prépondérant des vergers. *Le Producteur Horticole*, 5(8) : 18-20.

ROY, M., 1991. La cicadelle blanche du pommier: biologie, dépistage et répression. Journée d'information sur la pomiculture, décembre 1991, Mont-Saint-Grégoire, Québec.

SALLE J-L., 2004 : Les huiles essentielles, synthèse d'aromathérapie. Editions Frison-Roche, 2^eme édition. 220 p.

SAPIN P .1987 : Arboriculture fruitière en Algérie. Pommier, Poirier INA.EL HARRACH. Pp27-46.

- SARDANS J., RODÀ F. et PEÑUELAS J., 2005:** Effects of water and a nutrient pulse supply
- SCHAUB, L., BLOESCH, B., GRAT, B. et HOHN, H. (1995).** Puceron cendré et des galles rouges du pommier. *Revue. Suisse de Vit. Arb. Hort.* n° 2: 94- 95.
- SCHMUTTERER H., 1990.** Properties and potentials of natural pesticides from neem tree. *Annu. Rev. Entomol.*, **35**, 271-298.
- SEDJELMASSI 1993.** « Les plantes médicinales du Maroc, Najah et El Djadida Casa».
- SERVENTY, V.** *Wildlife of Australia.* Thomas Nelson Ltd, Canada. 1968.
- SHAAYA E., KOSTJUKOVSKI, M., EILBERG J., SUKPRAKAN C. 1997.** Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research* 33, 7-15
- SILVY, C. (2005).** Quantifions le phytosanitaire III. *Courrier de l'environnement* n° 19: 92-100.
- SINGLETARY K. W. ET NELSHOPPEN J. M. 1991.** Inhibition of 7, 12-dimethylbenz [a] anthracene (DMBA) induced mammary tumorigenesis and of in vivo formation of mammary DMBA-DNA adducts by rosemary extract. *Cancer lettres.* **60** (2): 169-175.
- SRIVASTAVA M. & RAIZADA R., 2007.** Lack of toxic effect of technical azadirachtin during postnatal development of rats. *Food Chem. Toxicol.*, **45**(3), 465-471.
- STUDER R. M., 1994.** Interactions between green apple aphids (*Aphis pomi* De Geer) and apple plants (*Malus domestica* Borkh) subjected to water stress. Swiss Federal Institute of Technology Zurich for the degree of Doctor of Natural Sciences, Zurich. 175 p.
- Techniques de l'ingénieur J 2780 pp 7-8.
- TELLIER S., 2006.** Les pesticides en milieu agricole : état de la situation environnementale et initiatives prometteuses. Direction des politiques en milieu terrestre, Service des pesticides, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 90 p.
- TURPEAU, MAURICE HULLE, BERNARD CHAUBET 2016** *Revus INRA* université de Rennes.1 France
- VINCENT ET N. BOSTANIAN(EDS), 1984.** La phytoprotection en verger de pommiers au Québec, *Buli. Tech.* N° 19, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 203 p.

VINCENT, C. et D. CODERRE (Eds), 1992. La lutte biologique. Gaétan Morin Éditeur (Montréal) et Lavoisier Tech Doc (Paris), 671 p.

VINCENT, C. et M. MAILLOUX, 1988. Abondance, importance des dommages et distribution de l'holocampe des pommes au Québec de 1979 à 1986. Ann. Soc. Entomol. France 24 : 39-46.

VINCENT, C. et M. MAILLOUX, 1992. L'holocampe des pommes au Québec de 1987 à 1986 p. 41-45 L1 dans C. Vincent et B. Rancourt (éds). Points de vue sur la protection des vergers au Québec, Bull. tech. n° 26, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 171 p.

VINCENT, C. et N.J. BOSTANIAN (EUs), 1984. La phytoprotection des vergers de pommiers au Québec Bull. tech. n° 19, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 203 p.

VINCENT, C. et N.J. BOSTANIAN, 1988. La protection des vergers de pommiers au Québec : état de la question. Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.) 115(3-4): 261-276.

VINCENT, C. et Y. MORIN, 1992. La tordeuse à bandes obliques . biologie, incidence et stratégie de lutte p. 57-59 C. Vincent et B. Rancourt (éds). Points de vue sur la protection des vergers au Québec, Bull. tech. n°26, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 171 p,

VINCENT, C., 1988a. L'holocampe des pommes: harmonisation de sa lutte avec les autres ravageurs p. 46-50 dans C. Vincent et B. Rancourt (éds). Points de vue sur la protection des vergers au Québec, Bull. tech. n° 26, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 171 p.

VINCENT, C., 1988b. The European Apple Sawfly: Insect Pest of Apple Orchards in Quebec. Can. Fruit grower 44(8): 8.

VINCENT, C., M. MAILLOUX et E.A.C. HAGLEY, 1986. Non-Sticky Traps to Monitor Adult Tentiform Leafminer *Phyllonorycter blancardella*, in Apple Orchards. J. Econ. Entomol. 79: 1666-1670.

VINCENT, C., M. MAILLOUX, E.A.C. HAGLEY, W.H. REISSIG, W.M. COL et H. HOSMER, 1990. Monitoring the Coding Moth (Lepidoptera: Olethreutidae) and the Oblique-

Banded Leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) with Sticky and Non-Sticky Traps. *J. Econ. Entomol.* 83: 434-440.

VINCENT, C., Y. MORIN et L-R DELAND, 1995. Semiochemicals in Quebec Apple Orchard Protection. p. 25-29 dans *Research, Development and Commercialization of Semiochemicals in Insect Pest Management in Canada*, 102 p. (Comptes-rendus d'un atelier tenu en collaboration avec la Société d'entomologie du Canada et la Société d'entomologie du Manitoba, Winnipeg, Man., 19 octobre 1994)

WANG 2008: «Régulation of Primate Trophoblast Lineage Differentiation Insights Learned from plants Embryonic Stem Cells

YANG R. Y., LIN S. ET KUO G. 2008. Content and distribution of flavonoids among 91 edibles plant species. *Asia of pacific journal of clinical nutrition.* **17** (S1): 275-279.

Annexe

Tableau 1 : Mortalités des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentielles de romarin

	5 μ L				10 μ L				15 μ L				20 μ L			
T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T
8	1	1	3	0	2	4	3	0	2	4	3	0	3	4	6	0
16	3	4	5	0	3	5	4	0	7	6	5	0	8	9	10	0
24	7	7	8	0	8	7	8	0	10	10	10	0	10	10	10	0
32	10	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	0

Tableau 2 : Mortalités des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentielles d'Eucalyptus

	5 μ L				10 μ L				15 μ L				20 μ L			
T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T	R1	R2	R3	T
8	1	1	2	0	3	3	4	0	4	5	4	0	6	5	5	0
16	4	4	3	0	7	7	8	0	9	9	8	0	10	10	10	10
24	5	5	4	0	7	8	8	0	10	9	9	0	10	10	10	10
32	6	7	6	0	8	9	8	0	9	9	10	0	10	10	10	10
40	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10

Tableau 3 : Moyenne de mortalités (%) des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentielles de romarin

T /H	D1 5 μ L	D2 10 μ L	D3 15 μ L	D4 20 μ L
8	16.6	30	30	43.3
16	33	43.3	60	90
24	70	75	100	100
32	100	100	100	100

Tableau 4 : Moyenne de mortalités (%) des adultes *d'APHIS POMI*, traités par inhalation aux huiles essentielles d'Eucalyptus

T /H	D1 5 μ L	D2 10 μ L	D3 15 μ L	D4 20 μ L
8	13	33	43.3	53.3
16	36	73.3	86.6	93.3
24	46	76.6	93.3	100
32	63	83.3	100	100
40	100	100	100	100

Résumé

Notre étude, a pour objectif l'évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle des deux plantes *Eucalyptus globulus* et *Romarin officinal* contre le puceron vert de pommier *Aphis pomi*, en l'administrant par inhalation sur les adultes de cet insecte ravageur, qu'est considéré comme bio-agresseur sérieux aux vergers de pommier au niveau de la wilaya de Ain-Defla.

Les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent aussi une solution alternative de lutter contre les pucerons verts *Aphis pomi* pour la protection des vergers de pommier. L'activité biologique des huiles essentielles extraites par hydrodistillation des feuilles d'*Eucalyptus globulus* et *Romarin officinal* ont été testées à différentes doses (05 µl, 10 µl, 15 µl, 20µl) sur les adultes du puceron vert de pommier, à partir de lesquelles on a pu déterminer les doses létales (DL50, DL90), les résultats obtenus montrent l'efficacité des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Romarin officinal* qui provoquent des taux de mortalité varient en fonction des doses et dans le temps pour les deux huiles essentielles et ayant le même effet insecticide ; entre 13% et 100 % de mortalité pour la plante *Eucalyptus globulus* et entre 16.6% et 100% pour la plante *Romarin officinal*.

Mots clés : Pommier, *Aphis pomi*, *Eucalyptus globulus*, *Romarin officinal*, Huile essentielle.

summary

Our study aims to evaluate the insecticidal activity of the essential oil of the two plants *Eucalyptus globulus* and *Rosemary officinal* against the green apple aphid *Aphis pomi*, by administering it by inhalation on adults of this insect pest, which is considered as a serious bio-aggressor to apple orchards in the wilaya of Ain-Defla

Substances of natural origin and more particularly essential oils also represent an alternative solution to control green aphids *Aphis pomi* for the protection of apple orchards. The biological activity of essential oils extracted by hydrodistillation of the leaves of *Eucalyptus globulus* and *Rosemary officinal* were tested at different doses (05 µl, 10 µl, 15 µl, 20µl) on adults of apple aphid, from which lethal doses (LD50, DL90), the results obtained show the efficacy of essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Rosemary officinal* which cause mortality rates vary with doses and time for both essential oils and have the same insecticidal effect; between 13% and 100% mortality for the *Eucalyptus globulus* plant and between 16.6% and 100% for the *Rosemary officinal* plant

Keywords: Apple tree, *Aphis pomi*, *Eucalyptus globulus*, *Rosemary officinal*, Essential oil.

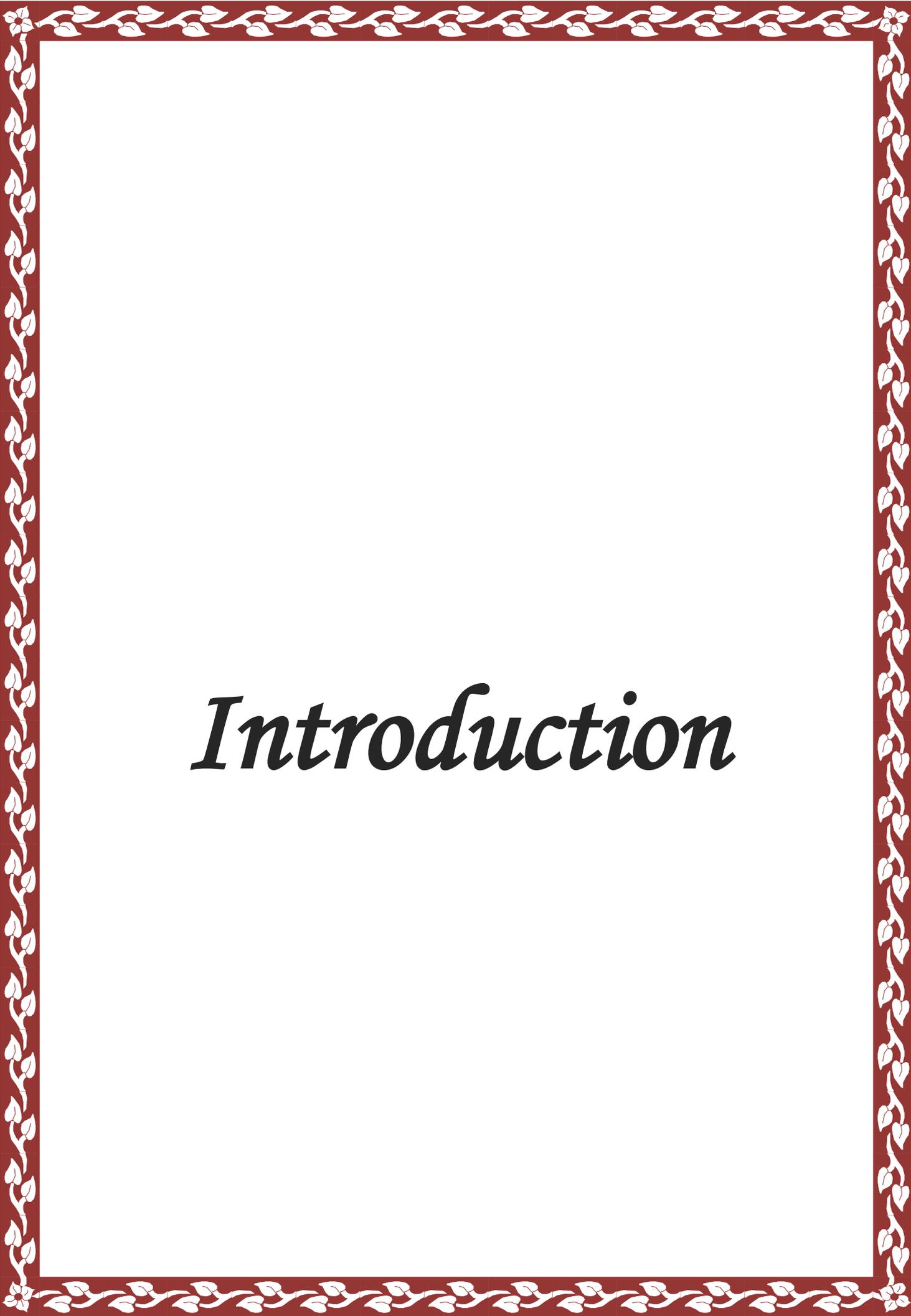
الملخص

تهدف دراستنا لتقييم نشاط المبيدات الحشرية للزيوت النباتية لكل من شجرة الكاليتوس اوكالبيتيس قلوبيليس و إكليل الجبل رومارينيس اوفيسيناليس ضد آفة حشرات المن الخضراء البالغة لأشجار التفاح عن طريق شم الزيوت مخبريا والتي تشكل خطرا حقيقيا على بساتين التفاح في ولاية عين الدفلى

المواد ذات المنشأ الطبيعي وخاصة الزيوت الأساسية هي أيضا بديلا لمكافحة حشرة المن الخضراء أفيس بومي لحماية بساتين التفاح .

تم اختبار النشاط البيولوجي من الزيوت الأساسية المستخرجة عن طريق التقطير البخار من أوراق شجرة الكاليتوس وإكليل الجبل بجرعات مختلفة 5-10-15-20 ميكرو لتر على بالغى حشرة المن الأخضر لأشجار التفاح والذى مكننا من تحديد الجرعات القاتلة بنسبة 50 و90 من المائة النتائج المحصل عليها تثبت فعالية الزيوت المستخدمة لمكافحة هاته الحشرة في القضاء عليها باختلاف عاملي الزمن والجرعة المستخدمة حيث تتراوح نسبة الوفيات عند الحشرة ما بين 13 بالمائة و 100 بالمائة بالنسبة لزيوت شجرة الكاليتوس و 16.6 بالمائة الى 100 بالمائة بالنسبة لنبته إكليل الجبل رومارينيس اوفيسيناليس

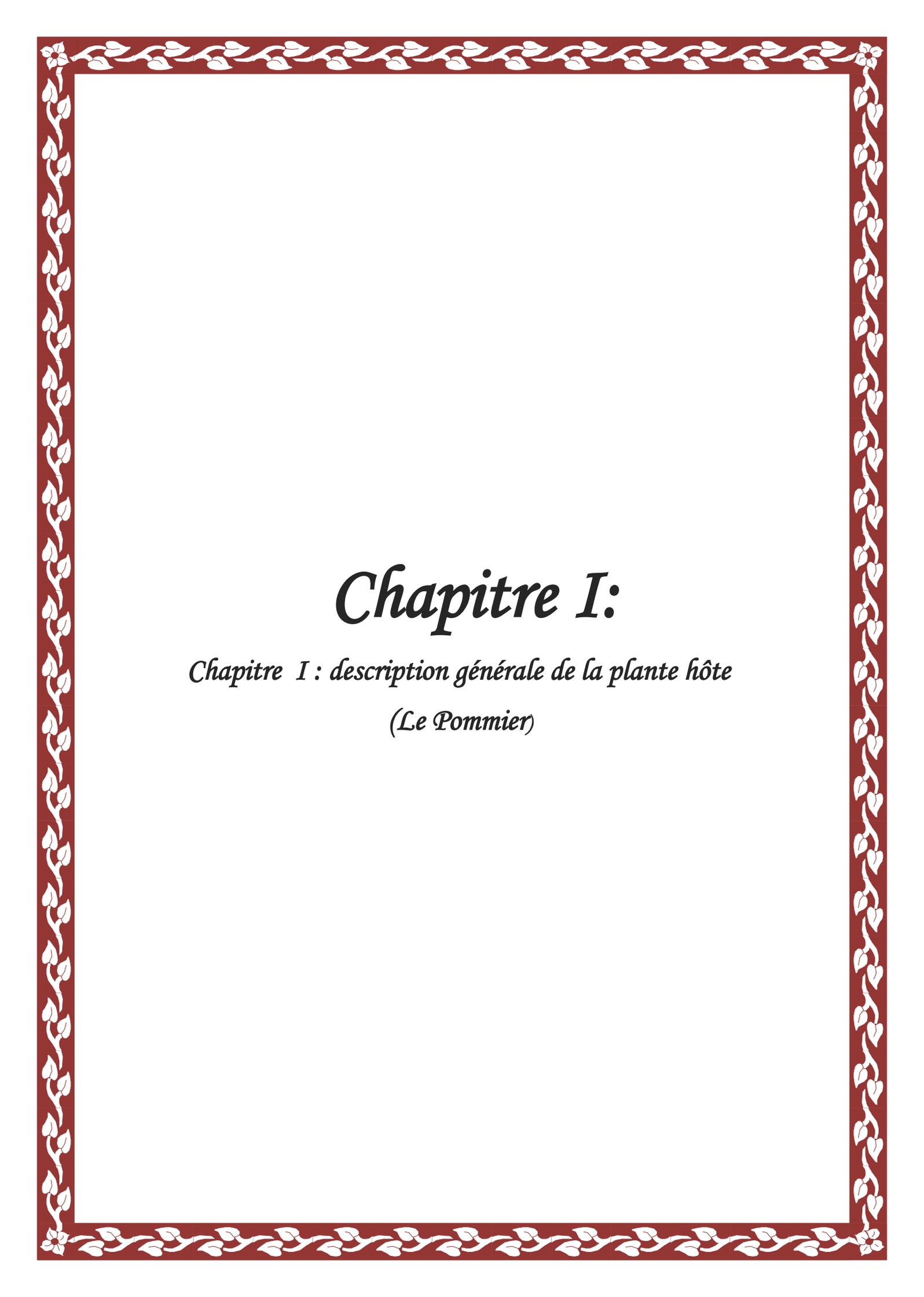
الكلمات المفتاحية شجرة التفاح حشرة المن الأخضر افيس بومي شجرة الكاليتوس اوكالبيتيس قلوبيليس نبتة إكليل الجبل رومارينيس اوفيسيناليس



Introduction



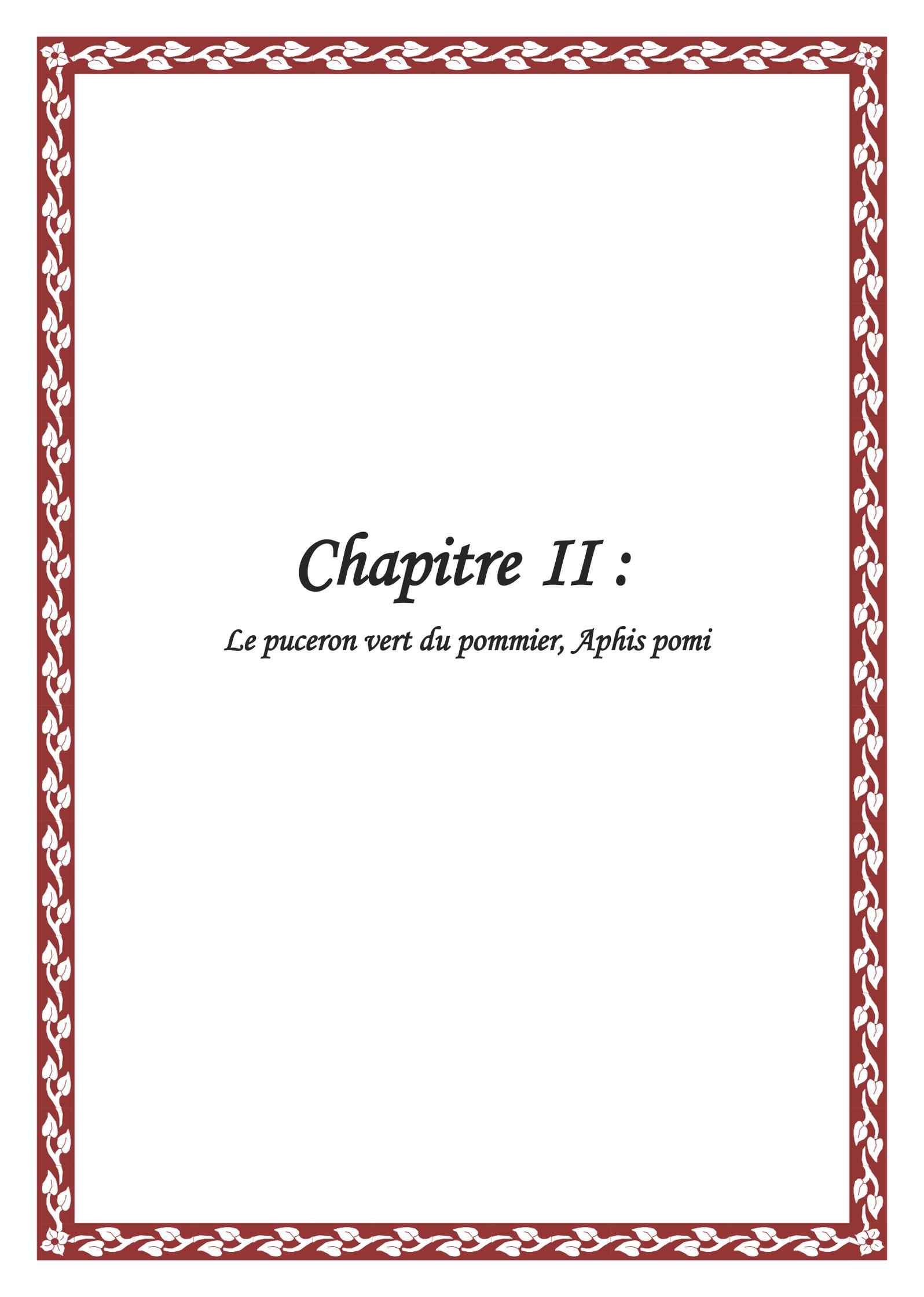
Partie
bibliographique



Chapitre I:

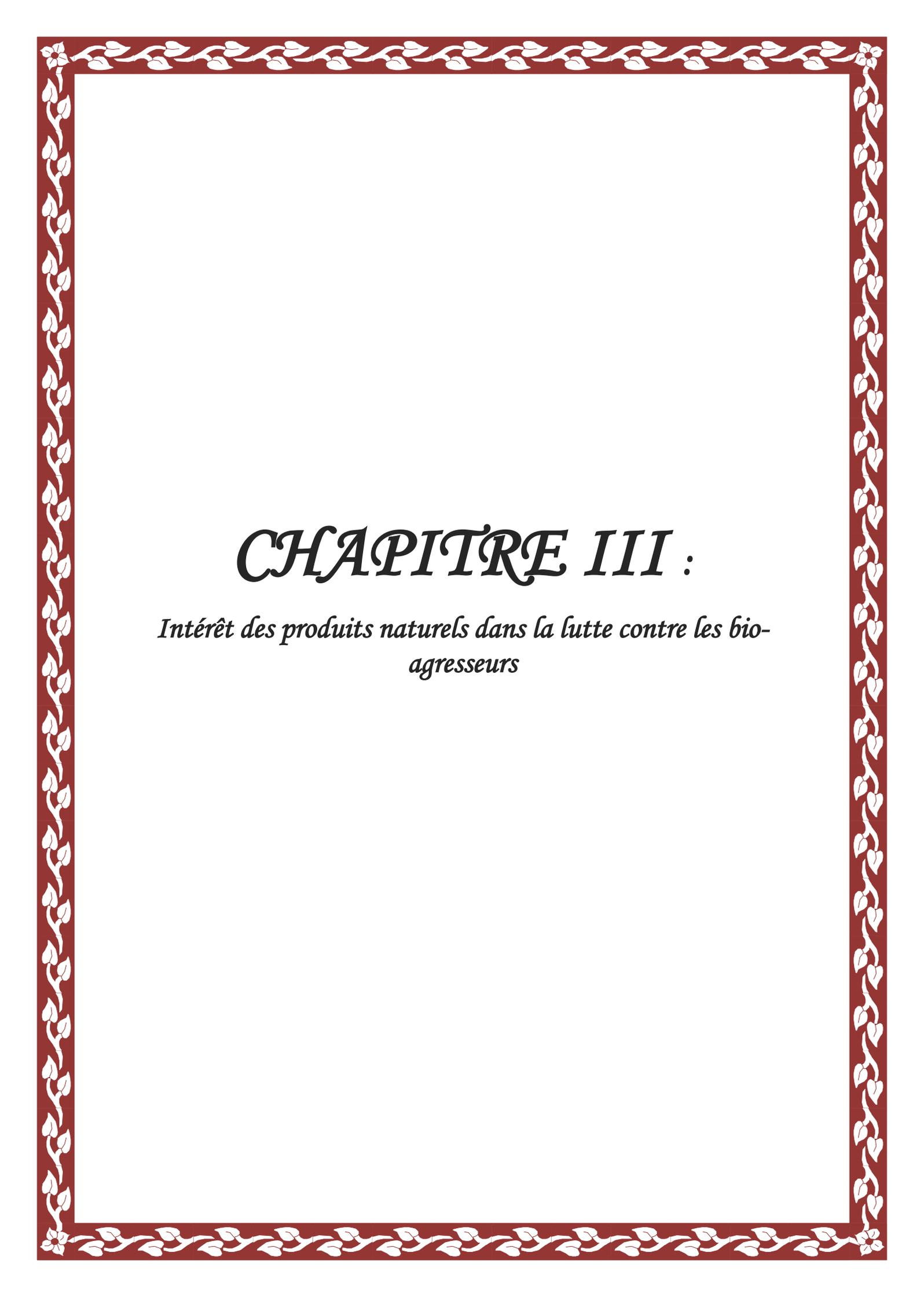
Chapitre I : description générale de la plante hôte

(Le Pommier)



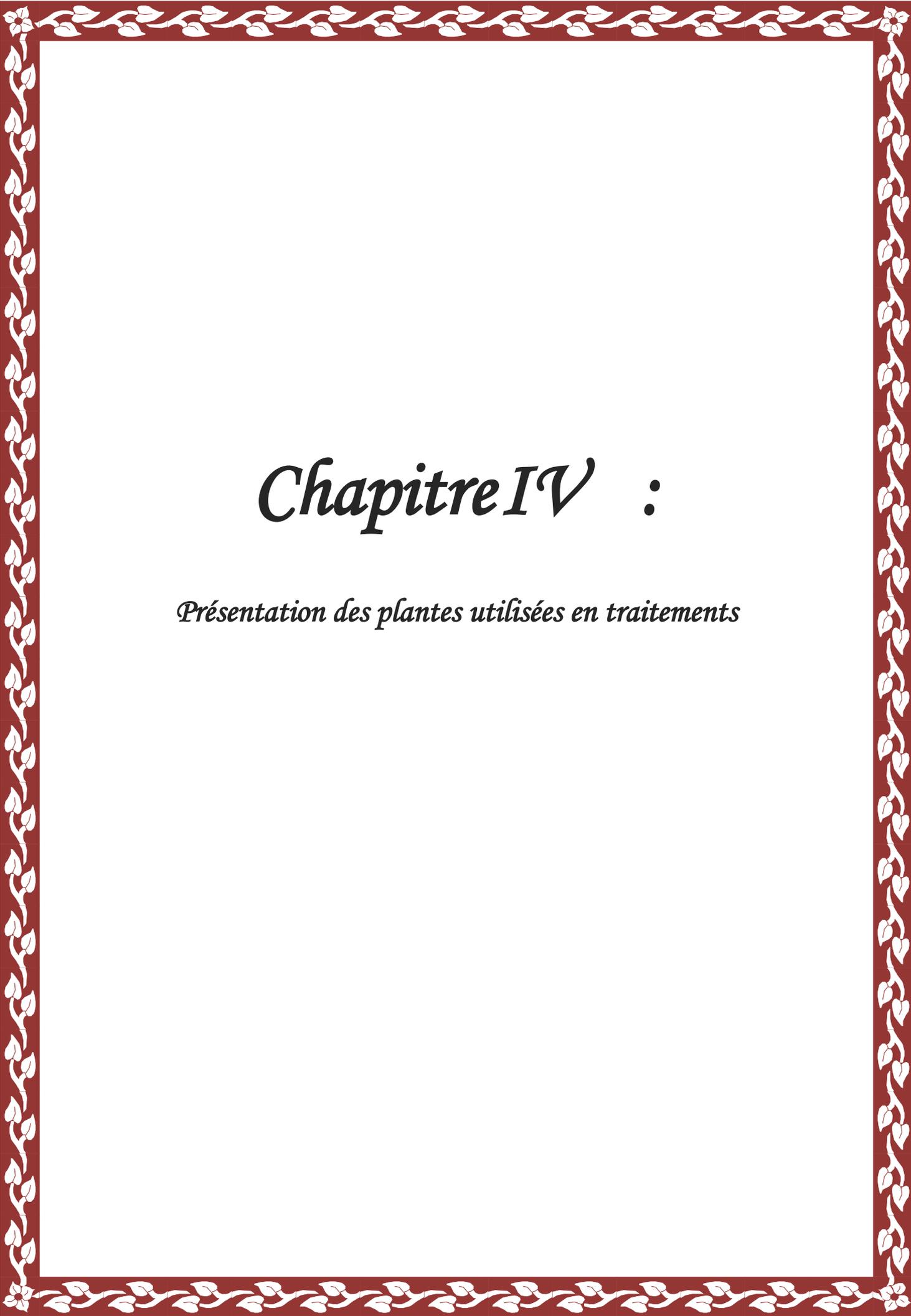
Chapitre II :

Le puceron vert du pommier, Aphis pomi



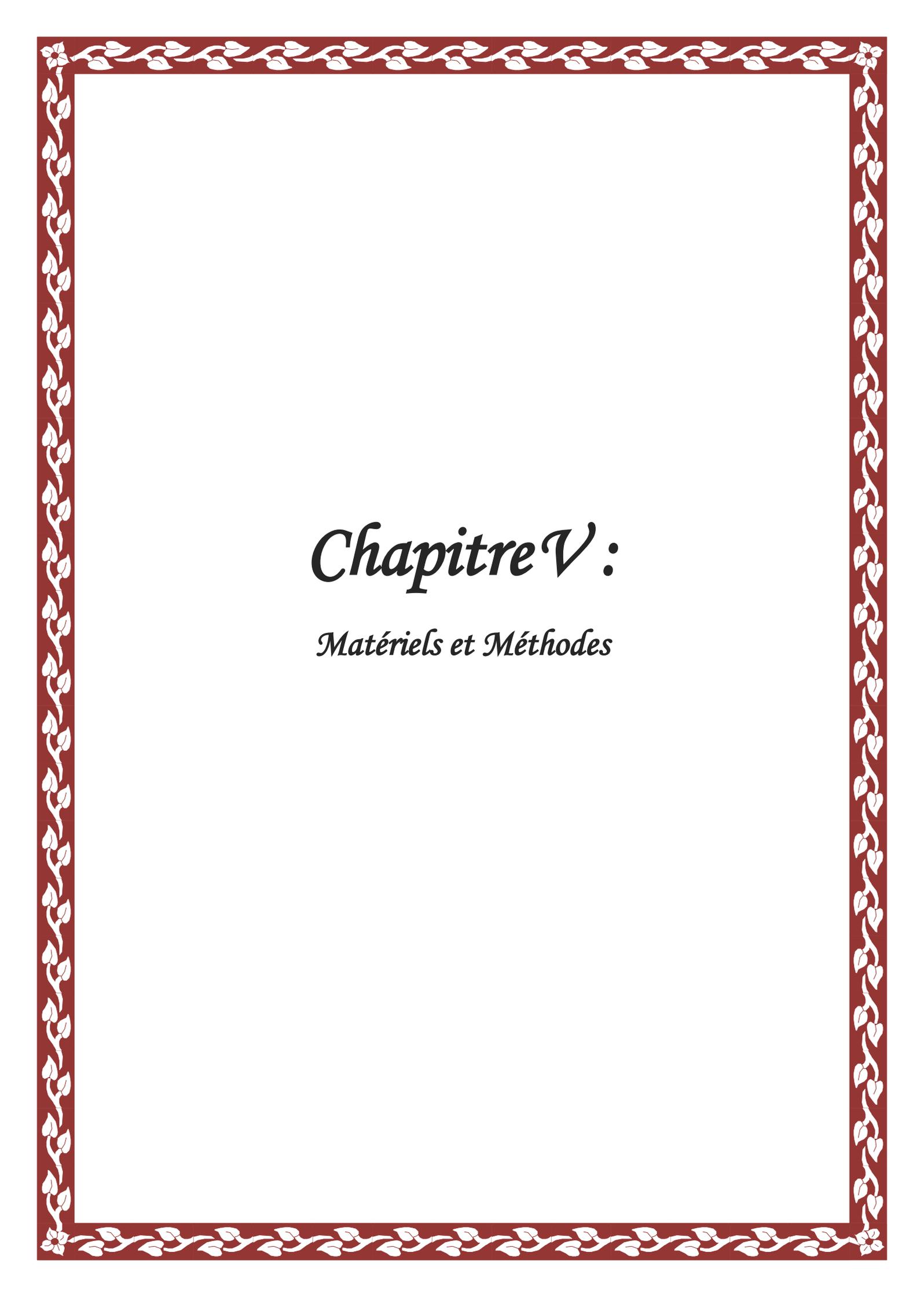
CHAPITRE III :

*Intérêt des produits naturels dans la lutte contre les bio-
agresseurs*



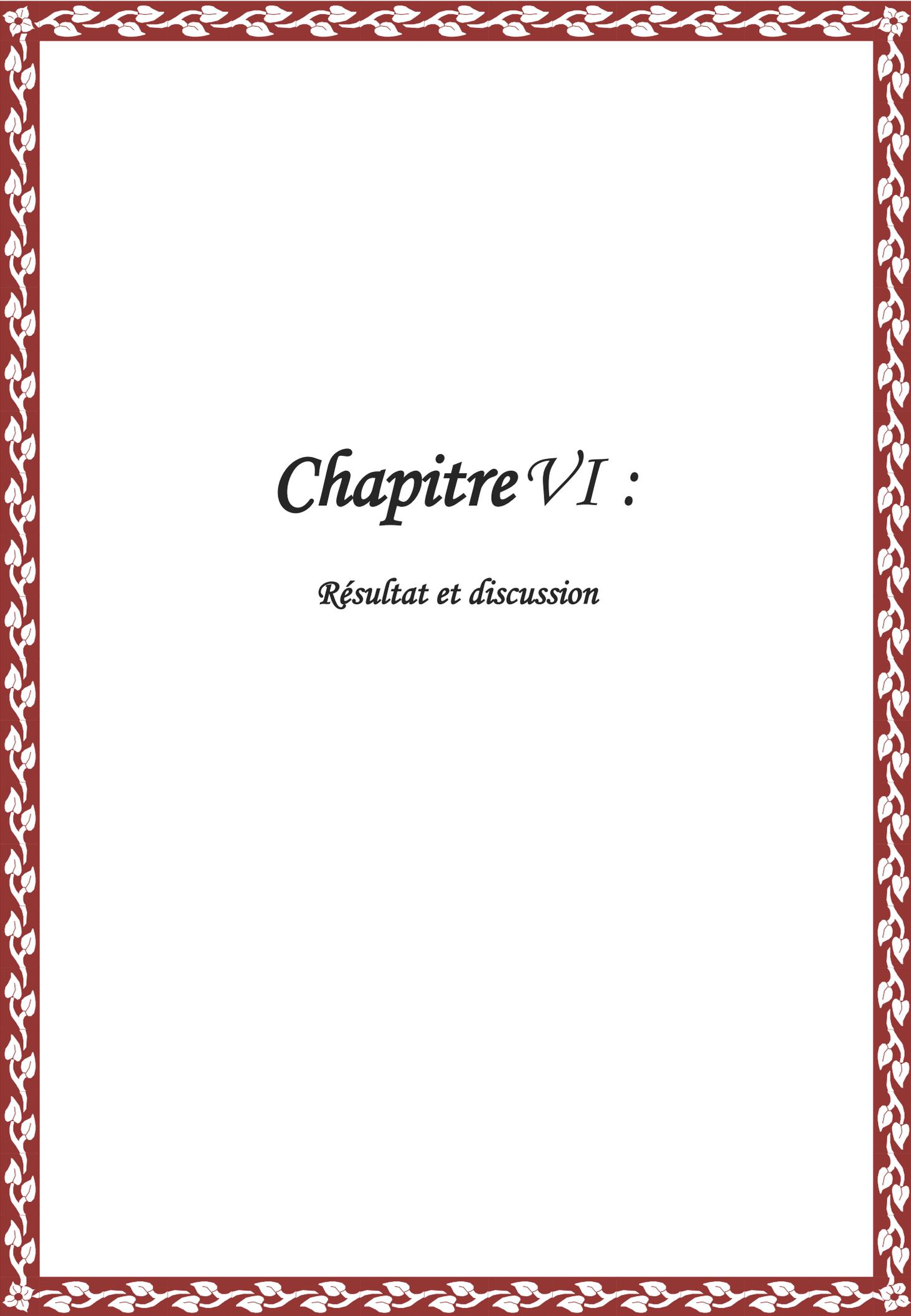
Chapitre IV :

Présentation des plantes utilisées en traitements



Chapitre V :

Matériels et Méthodes



Chapitre VI :

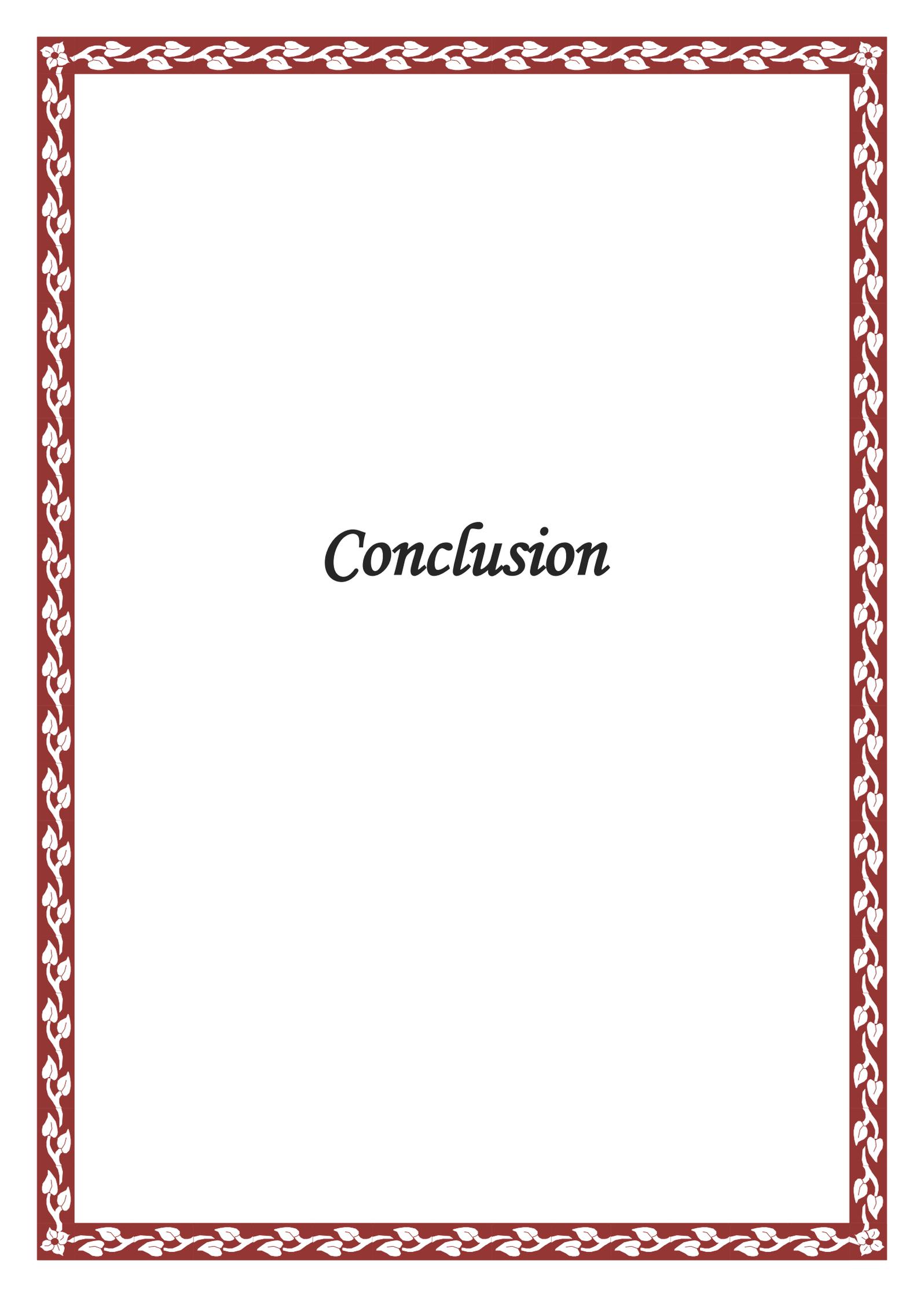
Résultat et discussion



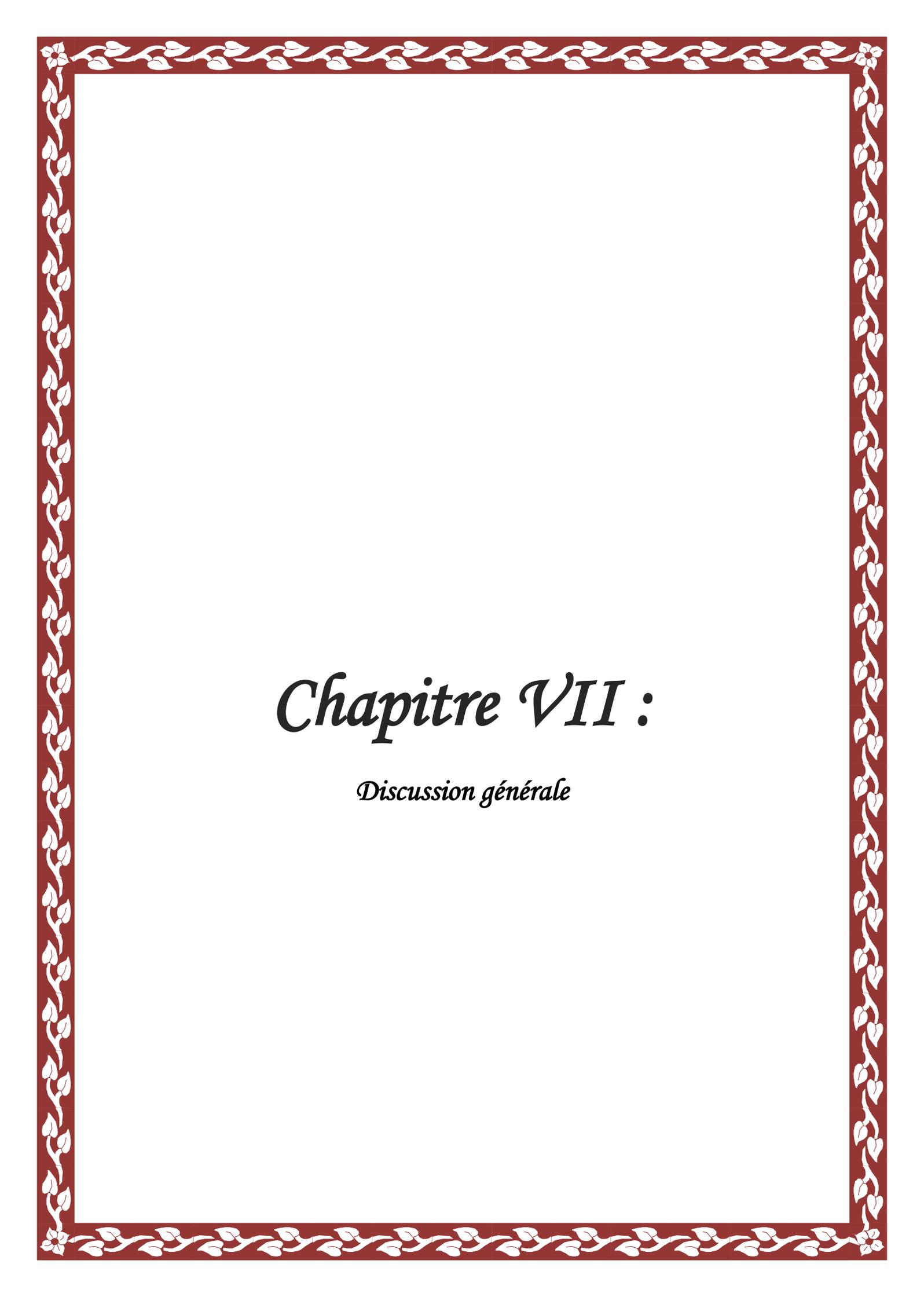
*Référence
bibliographique*



Résumé

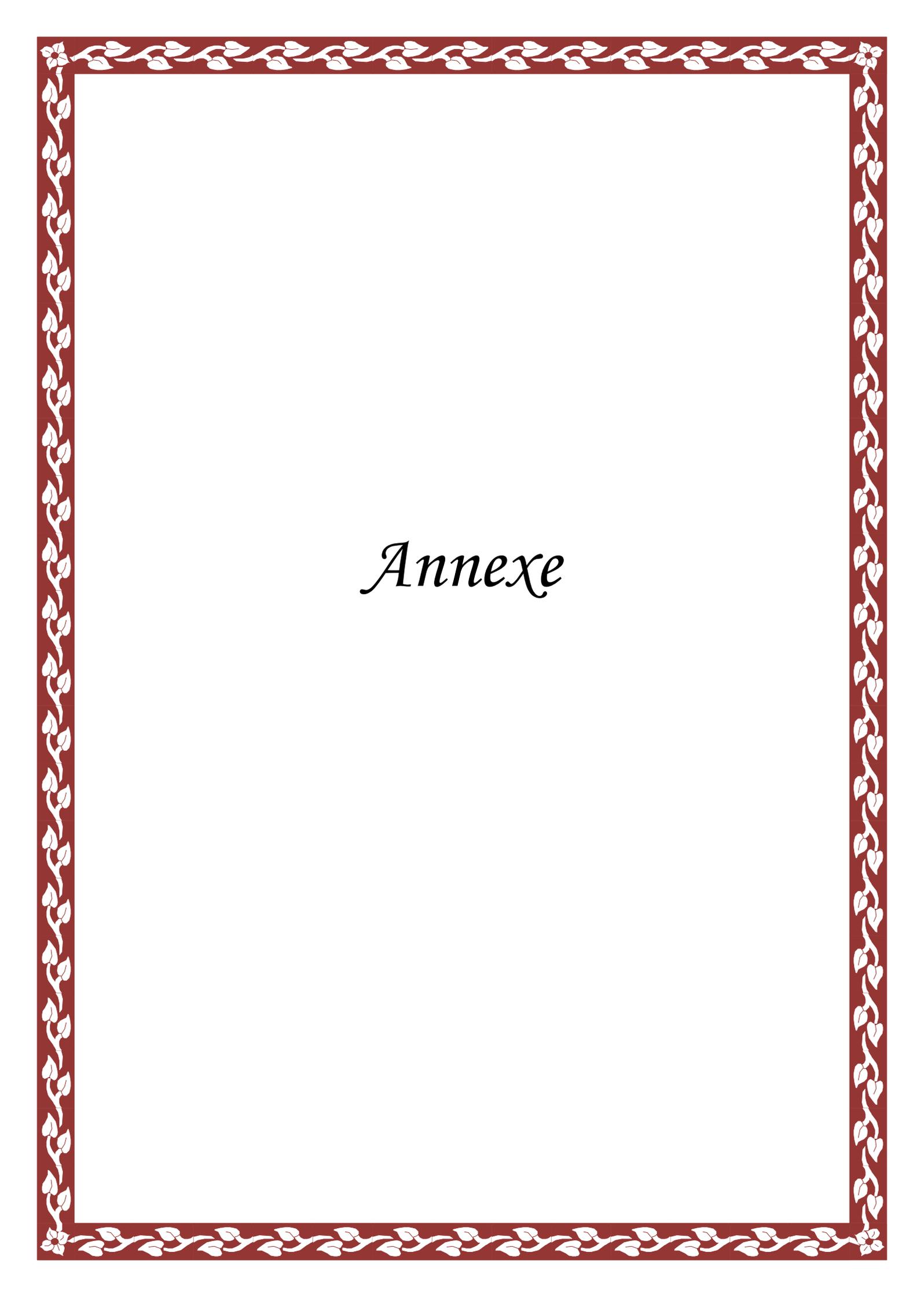


Conclusion



Chapitre VII :

Discussion générale



Annexe