

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté des Sciences de la Nature
et de la vie
DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE



جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
كلية علوم الطبيعية و الحياة
قسم الفلاحة

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

BENCHENDIKH Sara
BELAROUCI Nour El Houda

En vue de l'obtention du diplôme de
Master Académique en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des Végétaux

THEME

Evaluation de l'effet bioinsecticide des extraits des feuilles de *Pinus pinaster* et de *Rosa* sp sur le puceron vert du rosier (*Macrosiphum rosae*) et la punaise du tilleul (*Oxycarenus lavaterae* "Fabricius, 1787") .

Devant le JURY :

Présidente	Dr. SAIAH Farida	MCB	Université de Mostaganem
Examineur	Dr. MORTET Ahmed	MCB	Université de Mostaganem
Promotrice	Dr. OSMANE Badiaa	MCB	Université de Mostaganem

Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude au
Tout-Puissant, notre Seigneur.*

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent à notre promotrice
Dr. OSMANE Badiiaa, pour avoir accepté de superviser ce travail.*

*Nous lui sommes profondément reconnaissants pour sa disponibilité
constante, ses précieux conseils ainsi que son accompagnement tout
au long de l'élaboration de ce mémoire. Nous lui disons un grand
merci, du fond du cœur.*

*Nous exprimons également notre reconnaissance aux membres
honorables du jury :*

*Dr. Mortet Ahmed, pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire en tant
qu'examineur,*

Et Dr. SAIAH Farida, pour avoir bien voulu présider ce jury.

*Je tiens à remercier infiniment madame Sanaa « étudiante à
l'université de Mostaganem, Département HMC » et une très chère
collègue, pour son aide pour la collecte de l'insecte de la punaise des
tilleuls.*

*Je remercie profondément l'équipe du lab. biochimie 01 et 02,
université de Mostaganem, leur présence, aide et leur soutien.*

*Je remercie tous les membres de laboratoire de protection des
végétaux, Université de Mostaganem, pour leurs aides lors de
l'utilisation du rota vapeur.*

Dédicace

Avant toute chose, je rends grâce à Dieu le Tout-Puissant, source de sagesse, de force et de persévérance, qui m'a offert la patience et la clarté nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, en témoignage de mon amour profond, de ma reconnaissance éternelle et de mon admiration infinie pour les sacrifices qu'ils n'ont cessé de faire pour moi. Que Dieu vous comble de Ses bienfaits et vous protège toujours.

À ma sœur Nabila, pour son soutien moral indéfectible, son affection sincère et sa présence constante dans les moments décisifs.

À toute la famille Benchendikh, pour l'attachement familial, les prières, et les encouragements inestimables qui ont nourri ma motivation jour après jour.

À mes amies, véritables sources d'énergie, de réconfort et de bonne humeur — merci pour votre présence lumineuse, vos paroles inspirantes et votre amitié fidèle.

À ma chère collègue Sana, pour son aide généreuse, son écoute, sa bienveillance et sa présence précieuse tout au long de ce parcours.

Enfin, j'exprime ma profonde gratitude à Madame Badiia OSMANE, ma promotrice, pour sa disponibilité, ses conseils éclairés et son accompagnement rigoureux tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Sara

Dédicace

Louange à Dieu, le Très-Miséricordieux, qui m'a accordé la force, la patience et la lumière pour mener à bien ce travail.

Je dédie ce mémoire, avant tout,

À ma chère mère, pour son amour inconditionnel, ses prières silencieuses, ses sacrifices et sa tendresse infinie. Tu es mon pilier, ma source de courage et de douceur.

À mon époux bien-aimé, pour sa patience, son soutien constant, sa compréhension et sa présence rassurante. Merci d'avoir cru en moi même dans les moments de doute.

À ma précieuse amie Sarah, dont la générosité m'a profondément marquée. Quand j'ai donné naissance et que les responsabilités étaient lourdes, tu as pris le relais, tu as poursuivi mes études comme si c'étaient les tiennes. Ce mémoire t'appartient autant qu'à moi.

À toute ma famille, pour leur amour, leurs encouragements et leur foi en moi.

À la grande famille Belaroussi, que je porte dans mon cœur avec fierté.

À mes sœurs adorées : Amel, Rabia, Djahida, Marwa et Chahrazed, chacune de vous m'a inspirée à sa manière. Votre présence dans ma vie est un véritable trésor.

Que Dieu vous bénisse tous et vous récompense pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Nour

Table des matières

Liste des figures
 Liste des tableaux
 Liste des abréviations
 Résumé
 Abstract
 ملخص

INTRODUCTION 1

Chapitre 01 3

Présentation des Insectes 3

I. Généralités sur les insectes 4

*I.1. Punaise du tilleul *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787)*..... 4

I.1.1. Historique 4

I.1.2. Etymologie..... 5

*I.1.3. Position systématique de l'insecte *Oxycarenus lavaterae*.* 5

I.1.4. Description..... 5

I.1.5. Cycle biologique..... 9

*I.1.6. Dégâts provoqués par *Oxycarenus lavaterae** 12

*Figure 9: Ces punaises du tilleul s'attaquent à : A : un bourgeon floral de lavatère., B : aux graines (Site web quel est ce animal), C : Colonie de *Oxycarenus lavaterae* de nymphes d'insectes de graines de chaux un jour ensoleillé (Ortiz, 2020).*..... 13

I.1.7 Impact économique..... 14

I.2 Puceron 17

I.2.1. Généralité..... 17

I.2.2. Classification systématique du puceron : 17

I.2.3. Description..... 17

I.2.4 Cycle biologique du puceron..... 18

I.2.4.1Le cycle biologique annuel..... 19

I.2.5. Dégâts causés par les aphides 20

I.2.6.1 Caractères morphologiques 21

I.2.6.3 Plantes hôtes et ennemies naturels 23

II. Chapitre 02 : bioinsecticide..... 26

II.1. Histoire des biopesticides :..... 26

II. 2. Définition des biopesticides : 26

II. 3. Classification des biopesticides :..... 26

II.3.1. Biopesticides d'origine microbienne:..... 26

II.3.1.1.Bactéries : 26

II.3.1.2 Virus 27

Table des matières

II .3.1.3 Champignons	27
II .3.2. Biopesticides d'origine végétale	27
II .4. Les biopesticides d'origine végétale à caractère insecticides :	27
II .4.1 Sélectivité :	28
II .4.2 Spécificité :	28
II .4.3 Biodégradabilité :	28
II .4.4 Résistance	28
II .4.5 Biodisponibilité :	28
II .5. Les biopesticides d'origine animale :	28
II .6. Les insecticides :	29
II.6.1. Insecticides d'origine végétale :	29
II. 6.2. Première génération de substances insecticides d'origine végétale:	29
III.CHAPITR 03 Monographie des plantes	31
III.1 Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	31
III.1.1 Répartition géographique du pin maritime	31
III.1.2 Historique et origine	31
III.1. 3 Classification.....	33
III.4. Noms vernaculaires :	33
III.5.Morphologie de l'espèce <i>Pinus pinaster</i> :	34
III. 6. Caractères de pin maritime	36
III. 6.1Caractères biologiques	36
III. 6.2. Caractères climatiques :	36
III.6.3. Précipitations:	36
III. 7. Propriétés biologique et pharmacologique :	37
III. 8. Composition chimique :	37
III. 8.1.Les flavonoïdes :	37
III. 8. 2. Les tanins :	37
III. 8. 3. Les coumarines.....	38
III. 8. 4. Les saponines	38
III. 8. 5. Les terpènes.....	38
III. 8 .6. Les alcaloïdes	39
III. 8.7. Les stilbènes :	39
III. 9. Les maladies insectes ou champignons :	40
III. Rosacées.....	41
III.1. Rosales	41
III.2. Famille des Rosacées :	41
III.2.1. Généralité.....	41

Table des matières

III.2.2. Distribution géographique :	41
III.3. Caractéristiques des Rosaceae :	42
III.5. Classification :	43
III.6. Domaine d'utilisation :	44
III.7. Autres utilisations (Perrier, 2014) :	44
III.8. Métabolites des plantes de la famille des Rosaceae :	44
<i>Partie expérimentale</i>	47
<i>Matériel et méthodes</i>	47
<i>I. Matériel et méthode</i>	48
I.1. Objectif	48
I.2. Matériel végétal	48
I.2.1. Zone de récolte	48
I. 2. 2. Préparation de matériel végétal	50
I.2.3. Taux d'humidité	51
I.3. Extraction des extraits hydroethanologiques	51
I. 3.1. Principe de l'extraction par le Soxhlet	52
I. 3.1.1. Mode opératoire :	53
I. 3.2. Rota vapeur :	54
I. 3.3. Rendement d'extraction	56
I. 4. Tests de germination	56
I.5. Test phytochimique de criblage	57
I. 6. Dosage des pigments chlorophylliens dans les extraits de <i>Pinus pinaster</i> et <i>Rosa sp</i> :	59
I. 6. 2. Principe de dosage	59
La Teneur en différents pigments est exprimée en mg/g de MS.	59
I. 8. Matériel animal	60
I. 8. 2. Test par contact	61
I. 8. 2. 1. Etapes de préparation du test	61
I. 8. 2. 2. Préparation des doses des extraits	61
I.8. 2. 3. Application des traitements et observation :	62
I. 8. 3. Taux de mortalité corrigé	63
<i>Résultats et discussion</i>	64
II. Résultats et discussion:	65
II. 1 Taux d'humidité :	65
II. 2. Rendement d'extraction	66
II.3. Screening phytochimique :	67
II.5. Tests phytochimiques sur l'extrait de <i>Rosa sp</i>	69
II.6. Teneur en pigments chlorophylliens	69
II.5. Test de germination	71

Table des matières

II.8. Taux de mortalité des insectes :	72
8. 8.1. Effet des extraits de <i>Rosa</i> sp sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> :	72
I.8. 8.2. Effet des extraits de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> :	73
I.8. 3. Effet des extraits de <i>Rosasp</i> sur le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » ..	74
II.8.4.Effet des extraits de <i>Pinus pinaster</i> sur le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> »	75
I.8. 5. Effet de l'éthanol pure sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> »	76
I.8. 6. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Rosa</i> sp sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphumrosae</i> » après 1 h.	78
I.8.7. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Rosa</i> sp sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » après 24 h.	78
I. 8. 8. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Rosa</i> sp sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » après 48h.	79
I.8.9. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Rosa</i> sp sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » après 72 h.	80
I. 8. 10. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » après 1 h.	80
I. 8. 11. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » après 24 h.	81
I. 8. 12. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » après 48 h.	82
I. 8. 13. Comparaison entre l'effet des extraits de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosipum roseae</i> » après 72 h.	83
Conclusion	93
Références bibliographiques	97

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Oxycarenus lavaterae stade larvaire , Nymphe (a: Original, 2025 ; b:Wikipedia)	6
Figure 2 : a : Adulte : <i>Oxycarenus lavaterae</i> adulte (Original, 2025).	7
Figure 3:Description d'Oxycarenus lavaterae (Site web quel est ce animal)	8
Figure 4 : Oxycarenus lavaterae en groupe sur les troncs et les rameaux des arbres d'Eucalyptus sp » (Original, 2025).....	9
Figure 5 : Cycle biologique d'Oxycarenus lavaterae. (Goula et al., 1999 ; Ciampolini et al., 1986).	10
Figure 6: a : Des couples de la punaises du tilleul, b :une population sur les feuilles (Atlas forest pest) ...	11
Figure 7: Les individus d 'Oxycarenus lavaterae sur les rameaux(nymphe), tronc (adultes), feuilles (Atlas forest pest).....	11
Figure 8: Une population d Oxycarenus lavaterae sur le tronc d'un arbre (Solari, Nature).....	12
Figure 9: Ces punaises du tilleul s'attaquent à : A : un bourgeon floral de lavatère., B : aux graines (Site web quel est ce animal), C : Colonie de <i>Oxycarenus lavaterae</i> de nymphes d'insectes de graines de chaux un jour ensoleillé (Ortiz, 2020).....	13
Figure 10 : Morphologie d'un puceron aptère (A) et ailé (B) (TURPEAU et al., 2015)	18
Figure 11 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons (Fraval, 2006).	20
Figure 12 : Caractéristiques morphologiques de <i>Macrosiphum rosae</i>	22
Figure 13 : <i>Macrosiphum rosae</i> (INRA, 2023).	23
Figure 14: Puceron vert du rosier sur les différents organes de la plante (pédoncule, bourgeon floral, feuilles et tige (INRA, 2023).....	24
Figure 15 : Distribution de <i>Pinus pinaster</i> en Europe et en Afrique du Nord (Bettayeb, 2010 ; LARBI, 2015)	33
Figure 16: L'arbre de pin maritime (originale, 2025).....	34
Figure 17: Les feuilles de pin maritime (originale, 2025).	35
Figure 18: la floraison du pin maritime (Original, 2025)	35
Figure 19: Cônes femelles murs de pin maritime (Original, 2025).....	36
Figure 20 : Structure du noyau des flavonoïdes (hein et al.,2002).....	37
Figure 21 : structure des tannins condensés (kahlouche Riachi, 2014)	38
Figure 22 : Structure des coumarines (Safidine, 2015).....	38
Figure 23 : Formule chimique d'isoprène (Safidine, 2015).	39
Figure 24 : Structure des stilbénes (Safidine, 2015).....	40
Figure 25 : Fleur de <i>rosa sp</i> rosacées (original., 2025).	41
Figure 26 : Répartition géographique de la famille des Rosacées dans le monde. (Dupont & Guignard, 2007).	42
Figure 27 : Structure chimique de quelque composées de type alcaloïdes, pharmaceutique et chimique (Huang et al., 2012).	45
Figure 28: La structure chimique de quelque composé terpénoides.	45
Figure 29 : La structure chimique de quelque composé phénolique.	46
Figure 30 : plante de pin maritime (Original, 2025).	49
Figure 31 : Fleur de Rosacées, <i>Rosa sp</i> (original, 2025).....	49
Figure 32 : Zone de récolte pin maritime (Original, 2025).	49
Figure 33 : Les feuilles de pin maritime (Original, 2025).....	50
Figure 34: les feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i> (Original, 2025)	50
Figure 35 : Broyage des feuilles des deux especes de plantes (original,2025).	51
Figure 36 : Représentation schématique d'un extracteur de Soxlet (Gerhardet site)	52
Figure 37 : Extraction Soxhlet (original, 2025).	54
Figure 38 : Technique de séparation et d'analyse en chimie organique extraction (Fischer, 2010).....	55
Figure 39:Rotavapeur (original,2025).....	55
Figure 40:Effet des extraits hydroethnologiques de <i>Pinus pinaster</i> et <i>Rosa sp</i> sur le taux de germination de la tomate (Orginal, 2025).	57
Figure 41 : les extraits utilisés pour le criblage phytochimique (Original, 2025).....	59
Figure 42 : Dosage des pigments chlorophylliens dans les extraits de <i>Pinus pinaster</i> et <i>Rosa sp</i> (Orginal, 2025).	60
Figure 43: Les adultes des insectes de : A : l'Oxycarenus lavaterae, et B : <i>Macrosiphum rosae</i> (Orginal, 2025).	60
Figure 44 : Différentes doses des extraits hydroéthanoïques (Orginal, 2025).	61
Figure 45: Dispositif des insectes après le traitement par les différents extraits hydroethanoïques (Orginal,2025).....	62
Figure 46: Taux d'humidité des feuilles de <i>Pinus pinaster</i> et de <i>Rosa sp</i>	65
Figure 47 : Rendement d'extraction hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i> et <i>Rosa sp</i> . ..	66

Liste des figures

Figure 48 : Test chimique de <i>Pinus pinaster</i> (à gauche) et <i>Rosa sp</i> (à droite) (Orginal, 2025).....	68
Figure 49: Résultats de teneur en pigments chlorophylliens dans l'extrait de <i>Rosa sp</i> et de pin maritime.	70
Figure 50: Résultat du test de germination (original, 2025).....	71
Figure 51: Effet des extraits hydro éthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i> et <i>Rosa sp</i> sur le taux de germination des graines de la tomate.	71
Figure 52 : Evolution du taux de mortalité corrigée d' <i>Oxycarenus lavaterae</i> sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Rosa sp</i>	73
Figure 53 : Evolution du taux de mortalité corrigée d' <i>Oxycarenus lavaterae</i> sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i>	74
Figure 54: Evolution du taux de mortalité corrigée de <i>Macrosiphum rosae</i> sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Rosa sp</i>	75
Figure 55 : Evolution du taux de mortalité corrigée de <i>Macrosiphum rosae</i> sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i>	76
Figure 56 : Evolution du taux de mortalité corrigée de <i>Macrosiphum rosae</i> et <i>Oxycarenus lavaterae</i> sous l'effet de l'éthanol pure.	77
Figure 57 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Rosa sp</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> », après 1 h.....	78
Figure 58 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Rosa sp</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> », après 24 h.....	79
Figure 59: Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Rosa sp</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> », après 48 h.....	79
Figure 60 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Rosa sp</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> », après 72 h.....	80
Figure 61: Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> » après 1 h.	81
Figure 62 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> » après 24 h.	82
Figure 63 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> » après 48 h.	82
Figure 64: Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de <i>Pinus pinaster</i> sur <i>Oxycarenus lavaterae</i> et le puceron vert du rosier « <i>Macrosiphum rosae</i> » après 72 h.	83
Figure 65: Corrélation entre l'effet des doses de l'extrait hydroéthanoïques des feuilles de <i>Rosa sp</i> et le taux de mortalité corrigée d' <i>Oxycarenus lavaterae</i>	84
Figure 66: Corrélation entre l'effet des doses de l'extrait hydroéthanoïques des feuilles de <i>Pinus pinaster</i> et le taux de mortalité corrigée d' <i>Oxycarenus lavaterae</i>	85
Figure 67: Corrélation entre l'effet des doses de l'extrait hydroéthanoïques des feuilles de <i>Rosa sp</i> et le taux de mortalité corrigée de <i>Macrosiphum rosae</i>	86
Figure 68: Corrélation entre l'effet des doses de l'extrait hydroéthanoïques des feuilles de <i>Pinus pinaster</i> et le taux de mortalité corrigée <i>Macrosiphum rosae</i>	87

Liste des tableaux

Tableau 1: Position systématique suivante selon (Fabricius, 1787)..... 5
Tableau 2: *Plantes hotes d':Oxycareus lavaterae* (ArslanGundogdu, 2018)..... 15
Tableau 3 : Classification systématique du pin maritime (*Pinus pinaster*) d'après Cronquist (1981). 33
Tableau 4 : Noms vernaculaires de pin maritime selon EPPO (2024). 34
Tableau 5: Position systématique de la famille des Rosacées (Potter, 2007)..... 43
Tableau 6: Caractéristiques de la zone de récolte..... 48
Tableau 7 : Screening phytochimiques éthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* et *Rosa sp.*..... 68

LISTE D'ABRÉVIATIONS

°C : Degré Celsius

% : Pourcentage

mg : milligramme

EtOH : éthanol.

H₂O: Eau

HCl : acide chlorhydrique

ml : millilitre

min : Minutes

mm : millimètre

CHCl₃ : Chloroforme

FeCl₃ : Chlorure de fer

Fehling A: Réactif de Fehling A

Fehling B : Réactif de Fehling B

HCl conc. : Acide chlorhydrique concentré

HgCl₂ : Chlorure de mercure(II)

H₂ SO₄ : Acide sulfurique

KI : iodure de potassium

NaOH : hydroxyde de sodium.

h : heurs.

Ce travail de recherche s'inscrit dans une démarche de lutte biologique en testant l'effet bioinsecticide des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches des deux espèces végétales : *Pinus pinaster* (pin maritime) et *Rosa sp* (le rosier), visés par des ravageurs des cultures horticoles, notamment le puceron vert du rosier "*Macrosiphum rosae* et la punaise du tilleul (*Oxycarenus lavaterae*),

Les feuilles fraîches de *Rosa sp* et *Pinus pinaster* se caractérisent par un taux d'humidité de (64%) et (44%) et des rendements d'extraction de : 66.8 % et 65.6 %, respectivement.

L'extrait de *Rosa sp*, provoque une mortalité presque totale chez le *Macrosiphum rosae* et de 50% chez *Oxycarenus lavaterae*, cela à une dose de 100 % et après 1h d'exposition au traitement. Après 72h et pour les deux insectes, les doses de 20 % et 100 % ont provoqué une mortalité dépassant 80 % et 100%, respectivement. L'application de l'extrait de *Pinus pinaster* induit une mortalité totale de 100%, sous l'effet de la dose de 100% et après 1h d'exposition au traitement, chez les deux insectes testés. Alors que la dose de 20% présente une efficacité très élevée après 72h, où la mortalité totale (100%) a été enregistrée chez les deux insectes testés. Les valeurs de la DL50 confirment ces résultats.

L'effet bioinsecticide des deux extraits est due principalement à la richesse en composants phytochimiques déjà testés dans cette étude (alcaloïdes, flavonoïdes, tanins, quinones, saponines, terpénoïdes, composés réducteurs, mucilages).

Mots clé : Extrait hydroéthanoïque, *Pinus pinaster*, *Rosa sp*, *Oxycarenus lavaterae*, *Macrosiphum rosae*, bioinsecticide.

Abstract

This research is part of a biological control approach by testing the bioinsecticide effect of hydroethanolic extracts of dry leaves from two plant species: *Pinus pinaster* (maritime pine) and *Rosa* sp. (rose), targeting horticultural crop pests, notably the green rose aphid (*Macrosiphum rosae*) and the linden bug (*Oxycarenus lavataerae*).

Fresh leaves of *Rosa* sp. and *Pinus pinaster* are characterized by a moisture content of 64% and 44% and extraction yields of 66.8% and 65.6%, respectively.

The *Rosa* sp. extract causes almost total mortality in *Macrosiphum rosae* and 50% mortality in *Oxycarenus lavataerae*, at a 100% dose and after 1 hour of treatment exposure. After 72 hours, and for both insects, doses of 20% and 100% resulted in mortality exceeding 80% and 100%, respectively. Application of *Pinus pinaster* extract induced 100% total mortality, under the effect of the 100% dose and after 1 hour of treatment exposure, in both insects tested. While the 20% dose showed very high efficacy after 72 hours, where total mortality (100%) was recorded in both insects tested. The LD50 values confirm these results.

The bioinsecticide effect of both extracts is mainly due to the richness of phytochemical components already tested in this study (alkaloids, flavonoids, tannins, quinones, saponins, terpenoids, reducing compounds, mucilages).

Keywords: Hydroethanolic extract, *Pinus pinaster*, *Rosa* sp, *Oxycarenus lavataerae*, *Macrosiphum rosae*, bioinsecticide

يُعد هذا البحث جزءًا من نهج مكافحة البيولوجية، وذلك باختبار التأثير الحيوي للمستخلصات الهيدروإيثانولية لأوراق الجافة لنوعين نباتيين: الصنوبر البحري (*Pinus pinaster*) والورد (*Rosa sp.*)، مستهدفًا آفات المحاصيل البستانية، وأبرزها من الورد الأخضر (*Macrosiphum rosae*) وحشرة بق الزيزفون (*Oxycarenus lavaterae*).

تتميز الأوراق الطازجة من *Rosa sp.* والصنوبر الورد (*Pinus pinaster*) بنسبة رطوبة تبلغ 64% و44%، وعائدات استخلاص تبلغ 66.8% و65.6% على التوالي.

يُسبب مستخلص *Rosa sp.* نفوقًا شبه كامل في *Macrosiphum rosae*، ونفوقًا بنسبة 50% في *Oxycarenus lavaterae*، عند جرعة 100% وبعد ساعة واحدة من التعرض للعلاج. بعد 72 ساعة، وللحشرتين، أدت جرعات 20% و100% إلى نفوق تجاوز 80% و100% على التوالي. أدى استخدام مستخلص الصنوبر الورد إلى نفوق كلي بنسبة 100%، تحت تأثير الجرعة الكاملة وبعد ساعة واحدة من التعرض للعلاج، في كلتا الحشرتين المختبرتين. بينما أظهرت الجرعة 20% فعالية عالية جدًا بعد 72 ساعة، حيث سُجلت نفوق كلي بنسبة 100% في كلتا الحشرتين المختبرتين. وتؤكد قيم الجرعة القاتلة النصفية (*LD50*) هذه النتائج.

يعود التأثير الحيوي للمستخلصين بشكل رئيسي إلى غنى المكونات الكيميائية النباتية التي سبق اختبارها في هذه الدراسة (القلويدات، الفلافونويدات، العفص، الكينونات، الصابونينات، التربينويدات، المركبات المختزلة، المواد الصمغية).

الكلمات المفتاحية:

المستخلص الهيدروإيثانولي، *Pinus pinaster*، *Rosa sp.*، *Oxycarenus lavaterae*، *Macrosiphum rosae*، مبيد الحشرات الحيوي.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La protection des cultures agricoles repose de manière significative sur l'usage d'insecticides pour contrôler les ravageurs. Historiquement, les insecticides chimiques ont été privilégiés en raison de leur efficacité rapide et large spectre d'action. Toutefois, leur utilisation intensive suscite aujourd'hui de sérieuses inquiétudes en raison de leurs conséquences environnementales néfastes, telles que la contamination des sols, la pollution des eaux souterraines, la réduction de la biodiversité, ainsi que les risques potentiels pour la santé humaine (**Aktar et al., 2009**).

Dans un contexte marqué par une orientation croissante vers une agriculture durable, la recherche de solutions alternatives aux insecticides chimiques est devenue une priorité tant pour les chercheurs que pour les agriculteurs. Parmi ces alternatives, les plantes représentent l'une des sources naturelles les plus prometteuses pour le développement d'insecticides d'origine biologique. Elles renferment des composés chimiques actifs jouant un rôle défensif contre les insectes, pouvant agir comme insecticides, répulsifs ou inhibiteurs de croissance, sans laisser de résidus toxiques persistants dans l'environnement. Ces extraits se caractérisent par leur biodégradabilité et leur faible tendance à s'accumuler dans le sol ou à pénétrer la chaîne alimentaire, ce qui les rend relativement sûrs par rapport aux produits chimiques traditionnels (**Isman, 2006**).

L'utilisation des extraits végétaux dans la lutte contre les insectes ravageurs représente une voie prometteuse dans le cadre de la protection intégrée des cultures. Parmi les espèces végétales étudiées, *Pinus pinaster* (pin maritime) a attiré l'attention en raison de sa richesse en composés terpéniques et phénoliques aux propriétés insecticides et répulsives potentielles.

Les rosiers *Rosa* sp produisent des huiles essentielles et des extraits contenant des composés bioactifs aux propriétés insecticides. Ils sont utilisés dans des formulations biologiques contre certains ravageurs (**Kaul et al., 2013**).

Les pucerons sont de petits insectes qui se nourrissent de la sève des plantes, provoquant leur affaiblissement. Ils peuvent aussi transmettre des virus et produire du miellat qui favorise la fumagine (**Ali et al., 2023**). Le puceron vert du rosier *Macrosiphum rosae* est considéré parmi les ravageurs qui provoque de grands dégâts sur les espèces végétales du rosier en attaquant les bourgeons floraux. La punaise du tilleul (*Oxycarenus lavaterae*) ; cet insecte se regroupe en grand nombre sur les arbres, causant des déformations foliaires et affaiblissant les végétaux. Il représente aussi une nuisance visuelle en milieu urbain (**Matesco et al., 2010**). Ce ravageur attaque les plantes ornementales, principalement de la famille des malvacée et d'autre espèces de tiliacée.

Ce travail vise à tester l'effet bioinsecticide des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches des deux espèces végétales : *Pinus Pinaster* et *Rosa* sp vis à vis le puceron vert du rosier (*Macrosiphum rosae*) et la punaise du tilleul (*Oxycarenus lavatae*).

Dans ce contexte, cette étude est présentée en deux parties :

- **Partie théorique :**
 - Chapitre 01 : Des généralités sur les insectes étudiés.
 - Chapitre 02: Des généralités sur les deux espèces végétales étudiées
 - Chapitre 03: Biopesticide.
- **Partie expérimente :**
 - Chapitre 04 : Matériel et méthode.
 - Chapitre 05 : Résultat et discussion.
- **Conclusion**

Chapitre 01

Présentation des Insectes

I. Généralités sur les insectes

Les insectes sont les animaux qui ont le mieux réussi. Ils furent parmi les premiers êtres vivants à peupler la terre (bien avant les dinosaures ou les plantes à fleurs) et y vivent depuis lors probablement depuis 400 millions d'années. Très répandus pendant les périodes glaciaires aussi bien que pendant les périodes de réchauffement, ils se sont multiplié tellement plus des trois quarts des espèces animales connues. Plus de 900 000 espèces sont répertoriées et on en découvre chaque année de nouvelles nombre qui paraît encore plus remarquable si on le compare à celui des espèces d'oiseaux (8 600) ou même à celui de tous les vertébrés, les poissons à l'homme (60 000 espèces).

Ce groupe ne paraît pas menacé de disparition dans un avenir proche, car ses facultés de reproduction et son énorme diversité lui permettent de s'adapter aux modifications du milieu (**Remington, 1975**). La présente étude se focalise sur les deux espèces d'insectes : La punaise du tilleul et les pucerons verts du rosier qui sont détaillé dans ce chapitre

I.1. Punaise du tilleul *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787).

I.1.1. Historique

Jusqu'aux années 1980, *Oxycarenus lavaterae* n'était connu que dans la région ouest de la Méditerranée : Maroc, Algérie, Tunisie, îles Canaries, Portugal, Espagne (y compris les îles Baléares), sud de la France (y compris la Corse), Italie (y compris la Sicile, la Sardaigne et quelques petites îles) et Malte. L'espèce a atteint l'Europe centrale dans le canton le plus méridional de la Suisse, le Tessin, ainsi que dans l'est de la Slovénie (Nova Gorica) et sur la côte dalmate de la Croatie (**Péricart 1999, 2001 ; Kment et al., 2006**). Les mentions de *O. lavaterae* en Afrique tropicale et dans la péninsule Arabique, souvent répétées dans la littérature (par ex. Péricart 1999, 2001), sont probablement dues à des erreurs d'identification avec des espèces similaires (**Kment et al., 2006**).

Cette espèce est très facile à observer en raison des regroupements caractéristiques qu'elle forme sur les troncs de tilleuls (*Tilia* sp.) et d'autres espèces d'arbres. Ces regroupements se forment en automne, constituant ainsi le mode d'hivernation de la punaise du tilleul (**Marczak, 2024**).

La punaise des graines (seed bug), *Oxycarenus lavaterae* Fabricius (Lygaeidae, Heteroptera), est une espèce exotique et envahissante en Europe, est une espèce invasive. Sa première observation remonte à 1985 au Monténégro (**Velimirović et al., 1992**). Elle a ensuite été signalée dans de nombreux pays européens au cours des années suivantes. L'expansion de son aire de répartition est due à plusieurs facteurs. S'agissant d'une espèce méditerranéenne, le changement climatique, caractérisé par le réchauffement climatique, et sa facilité d'acclimatation ont facilité sa propagation des régions méridionales de l'Europe vers les régions centrales (**Bărbuceanu et Bărbuceanu, 2015 ; Hebda et Olbrycht, 2016**).

En Europe, la Punaise de la lavatère, *Oxycarenus lavaterae* se répand assez rapidement de la Méditerranée vers le Nord, profitant du réchauffement climatique (**EDEP entomologie**).

I.1.2. Etymologie

Le nom de genre *Oxycarenus* signifie « pourvu d'une carène aiguë », faisant référence à une structure saillante située au niveau du méso sternum. Le nom d'espèce *lavaterae* fait allusion à l'une des plantes-hôtes de l'insecte, le lavatère. Toutefois, le nom vernaculaire met En avant le tilleul, arbre sur lequel on observe fréquemment d'importantes concentrations de ces punaises à l'automne.

I.1.3. Position systématique de l'insecte *Oxycarenus lavaterae*.

La classification de l'insecte est bien illustrée dans le tableau 01

Tableau 1: Position systématique suivante selon (**Fabricius, 1787**).

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Hemiptera
Sous-Ordre	Homoptera
Infra –ordre	Pentatomorpha
Super –famille	Lygaeoidea
Famille	Lygaeidae
Sous famille	Oxycareninae
Genre	<i>Oxycarenus</i>
Espèce	<i>Oxycarenus lavaterae</i>

I.1.4. Description

L'espèce *Oxycarenus lavaterae*, communément nommée punaise du tilleul, se distingue par une morphologie particulière, propre aux espèces proches de la famille des Lygaéidés. Elle présente un corps modérément aplati sur la face dorsale et plus bombé ventralement, ainsi que des antennes segmentées en quatre articles. Ses ailes antérieures, partiellement sclérifiées, se terminent par une zone membraneuse transparente parcourue de fines nervures bien visibles.

Chez l'adulte, la taille oscille entre 5 et 6 mm. L'individu arbore une coloration sombre dominante, avec une tête et un thorax noirs qui tranchent fortement avec la base de l'abdomen rouge vif. Les élytres, qui dépassent l'extrémité abdominale, sont argentés et translucides à leur terminaison, ce qui les rend facilement repérables à distance (figure 01 t 02).

Les formes juvéniles (nymphes), quant à elles, présentent une teinte rouge carmin avec une zone antérieure noire bien définie. Leurs antennes sont courtes, noires et légèrement épaissies à leur extrémité, ce qui permet également de les distinguer aisément sur le terrain. (**Rochat & Vaucher, 2017**).



(a)



(b)

Figure 1 : *Oxycarenus lavaterae* stade larvaire , Nymphes (a: Original, 2025 ; b:Wikipedia)



(a)



(b)



(c)

Figure 2 : a : Adulte :*Oxycarenus lavaterae* adulte (Original, 2025).

Adulte :*Oxycarenus lavaterae* Fabricius : **b.dorsal, c.ventral** (Iuliu *et al.*, 2023)



Figure 3: Discription d'*Oxycarenus lavaterae* ([Site web quel est ce animal](#))

Néanmoins, le caractère le plus distinctif de cette espèce réside dans son comportement hyper grégaire : en automne, *Oxycarenus lavaterae* forme de vastes agrégats composés de centaines, voire de milliers d'individus, entassés les uns sur les autres et étroitement regroupés, le plus souvent sur les troncs de tilleuls (**Rochat & Vaucher, 2017**). La présence de vaste agrégats de cet insecte sur les rameaux et les troncs des arbres d'*Eucalyptus* sp de la région de Ain Tadeless, est bien illustré sur la figure 04.





Figure 4 : *Oxycarenus lavaterae* en groupe sur les troncs et les rameaux des arbres *d'Eucalyptus* sp » (Original, 2025).

I.1.5. Cycle biologique

Le cycle biologique classique, tel qu'il est notamment présenté par les chercheurs espagnols (Goula *et al.*, 1999) et italiens (Ciampolini *et al.*, 1986). Selon ces derniers, la punaise se réfugie sur un hôte ligneux pour passer l'hiver (octobre à mars environ). A cette occasion, d'énormes pullulations peuvent être notées.

L'arbre refuge est la plupart du temps le tilleul (*Filia americana*, *T. cordata*, *T. parviflora*, *T. pla-typhyllos*), ou plus rarement une autre espèce ligneuse (*Populus sp.*, *Platanus sp.*, *Aesculus hippocastanum*...). Aucune nutrition ou reproduction n'est observée durant cette période. Au début du printemps, les adultes et larves âgées se dispersent vers des plantes herbacées appartenant à la famille des Malvaceae.

Les premiers signes de reproduction ont lieu en avril. Les œufs sont déposés dans les capsules à graines de la plante hôte. Les premières larves apparaissent autour du 15 mai. Le cycle comprend 5 stades larvaires. Nous ne possédons pas d'information sur sa durée. Mais chez l'espèce proche *Oxycarenus hyalipennis*, le développement au laboratoire de l'œuf à l'adulte, à la température de 25 °C, demande de 15 à 30 jours.

Les punaises se tiennent préférentiellement dans l'entonnoir formé par les jeunes feuilles récemment sorties. Elles se nourrissent par ponction alimentaire sur les graines, les épines des tibias antérieurs servant à la préhension et au maintien durant la succion.

À l'issue de cette première génération, il existe ensuite une certaine confusion sur le devenir des populations. Alors que les auteurs espagnols ne mentionnent pas de deuxième génération, celle-ci est clairement indiquée par les Italiens. Elle se déroulerait de mi-août à septembre (Goula *et al.*, 1999 ; Ciampolini *et al.*, 1986) (figure 05, 06 et 07).

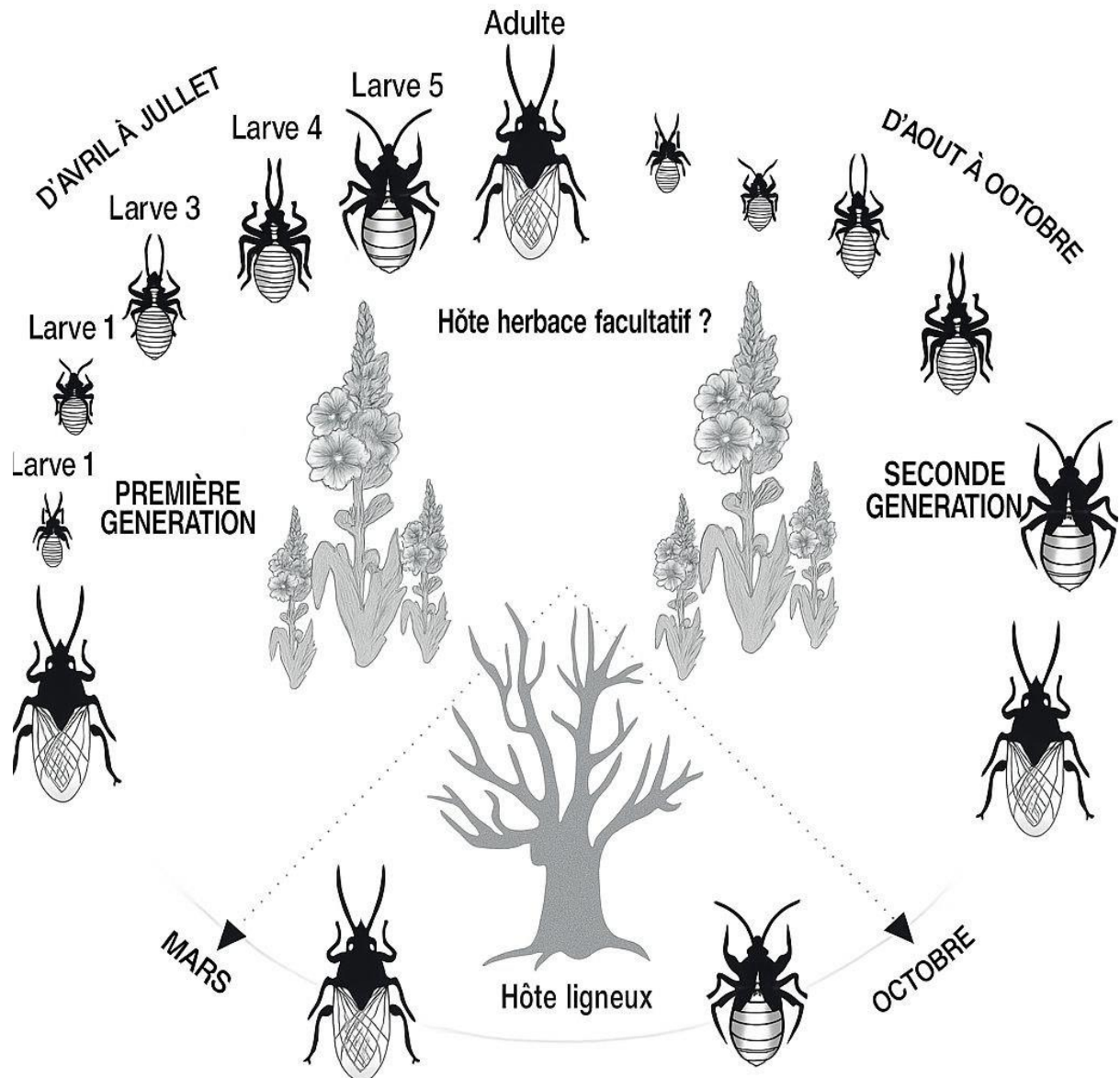


Figure 5 : Cycle biologique d'*Oxycarenus lavaterae*. (Goula *et al.*, 1999 ; Ciampolini *et al.*, 1986).

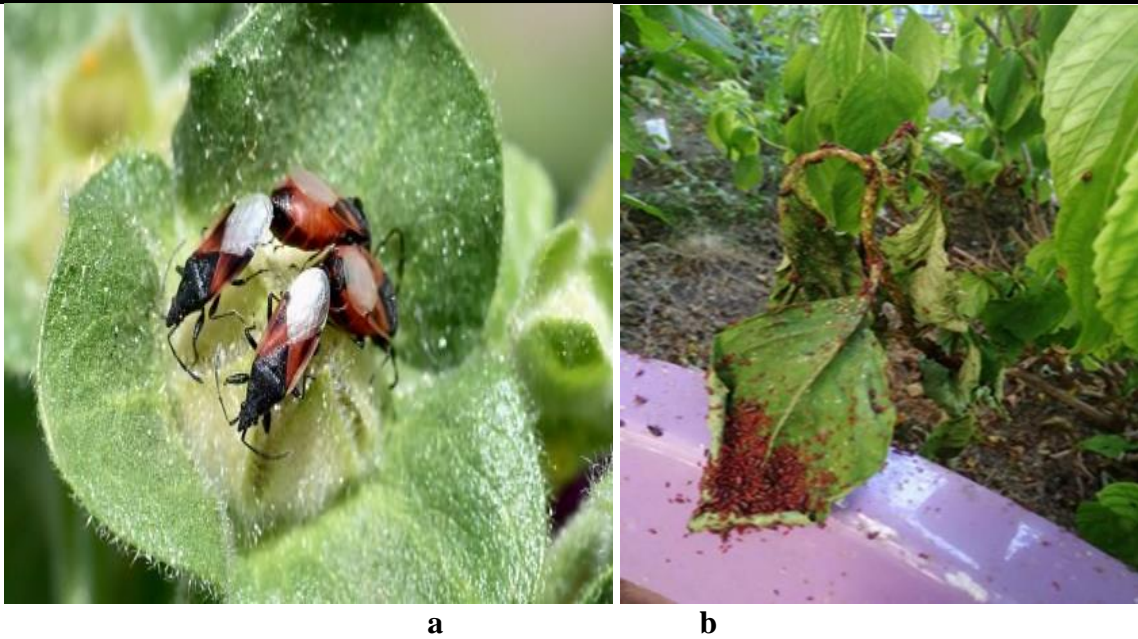


Figure 6: *a* : Des couples de la punaises du tilleul, *b* :une population sur les feuilles (**Atlas forest pest**)



Figure 7: Les individus d '*Oxycarenus lavaterae* sur les rameaux(nymphe), tronc (adultes), feuilles (**Atlas forest pest**)



Figure 8: Une population d *Oxycarenus lavaterae* sur le tronc d'un arbre (Solari, Nature)

I .1.6. Dégâts provoqués par *Oxycarenus lavaterae*

Dans le bassin méditerranéen, des dégâts importants ont été observés sur les tiges, les feuilles et les fleurs de diverses plantes ornementales appartenant à la famille des Malvacées, telles que le chèvrefeuille, la mauve sauvage et la guimauve, à la suite de l'alimentation par Les insectes. Ces dommages se traduisent par des nécroses, un rabougrissement des pousses ainsi que par la pourriture des fleurs et des fruits (figure 09).

Par ailleurs, chez les tilleuls, une alimentation intensive des jeunes feuilles en développement par les insectes a provoqué leur déformation, pouvant aller jusqu'à un affaiblissement important des arbres, se manifestant par un jaunissement puis une chute prématurée du feuillage. (Velimirović et al., 1992).

Une étude de **Velmirovic et al. (1992)**, fréquemment citée dans la littérature scientifique, rapporte que la copulation a lieu au printemps, dans l'ex-Yougoslavie, suivie de la ponte des œufs dans les fissures de l'écorce des troncs et des branches. Les insectes adultes, tout comme les larves, s'alimentent en groupes compacts de 10 à 25 cm de long, en aspirant directement la sève des troncs et des branches. Durant l'été, ils migrent vers les parties supérieures de la couronne, bien qu'ils ne consomment pas les feuilles. Toutefois, sur les arbres fortement infestés, un flétrissement puis une chute prématurée des feuilles a été constatés. En Slovénie, la présence de larves se nourrissant de jeunes feuilles a été signalée, accompagnée de déformations sévères de ces dernières.

Oxycarenus lavaterae Cet insecte se regroupe en grand nombre sur les arbres, causant des déformations foliaires et affaiblissant les végétaux. Il représente aussi une nuisance visuelle en milieu urbain. (**Matesco et al., 2010**).



A

B



C

Figure 9: Ces punaises du tilleul s'attaquent à : **A** : un bourgeon floral de lavatère., **B** : aux graines (*Site web quel est ce animal*), **C** : Colonie de *Oxycarenus lavaterae* de nymphes d'insectes de graines de chaux un jour ensoleillé (**Ortiz, 2020**).

I .1.7 Impact économique

Certaines espèces s'en prennent aux cultures de coton (elles sont d'ailleurs parfois appelées « *cotton bugs* » en anglais, c'est-à-dire « punaises du coton ») et d'autres cultures de *Malvaceae*, avec parfois un impact économique important. Elles réduisent le poids des graines, leur quantité d'huile, ainsi que leur pouvoir germinatif. Elles peuvent également tacher le coton, amoindrissant sa qualité. Les cultures d'okra (ou gombo) et d'hibiscus peuvent aussi être affectées-(**CABI Compendium, 2022**). Certaines espèces sont d'ailleurs devenues résistantes aux pesticides-(**Shruthi, 2021**). Une espèce de protistes pathogènes des plantes, *Phytomonas oxycareni*, a été identifiée comme provenant de la salive d'*Oxycarenus lavaterae*-(**Emily, 2017**).

En particulier, sur les arbres affaiblis, ces punaises peuvent se regrouper en groupes massifs et provoquer leur mort. Les quatre arbres infestés sont morts et ont été retirés du parc afin d'éradiquer les insectes. Bien qu'*O. lavaterae* ne soit pas très nuisible (**Reynaud, 2000 ; Ribes et al., 2004 ; Simov et al., 2012**), elles ont le potentiel de se propager dans de nombreuses régions de Turquie, car les tilleuls sont couramment plantés dans les parcs et les zones de loisirs en Turquie. Les espèces associées appartiennent aux familles de plantes *Malvaceae* et *Tiliaceae*. *Oxycarenus lavaterae* suce les parties vertes des plantes (par exemple, les feuilles et les pousses libres). Dans les zones infestées, la plupart des signalements proviennent de *Tilia cordata* plantés dans des habitats suburbains et urbains (**Rabitsch, 2008**). Lorsqu'ils apparaissent en abondance, ces insectes peuvent causer des dégâts dans les tilleuls affaiblis, c'est pourquoi ils sont considérés comme des insectes d'importance économique (**Velimirovic et al., 1992 ; Wachmann et al., 2007**).

Plantes hotes d' *Oxycarenus*

Les Oxycarenidae sont une famille d'insectes hétéroptères (punaises), de la super-famille des Lygaeoidea (infra-ordre des Pentatomomorpha). Ces punaises sucent principalement les graines de plantes, surtout de *Malvaceae*, mais également de *Sterculiaceae*, *Tiliaceae*, *Anacardiaceae*, *Asteraceae* (pour les genres *Metopoplax*, *Microplax*), *Boraginaceae*, *Cistaceae* (genre *Macroplax*), *Lamiaceae*, *Rosaceae*, *Rutaceae* (genre *Brachyplax*) et *Solanaceae* (**Randall , 2020 ; Péricart, 1998**). Elles semblent polyphages. Selon Péricart, elles sont de tendance xéro-thermophile, c'est-à-dire aimant les milieux secs et chauds (**Péricart, 1998**) (Tableau 02).

Tableau 2: *Plantes hotes d'Oxycarenus lavaterae* (ArslanGundogdu, 2018).

Plants		References
Scientific name	Common name	
<i>Alcea</i> sp., <i>Alcea rosea</i>	Hollyhock	Stichel, 1958; Péricart, 1998; Wermelinger et al., 2005; Kment et al., 2006; Rabitsch, 2008
<i>Althaea</i> sp.		Velimirovic et al., 1992; Wachmann et al., 2007
<i>Althaea officinalis</i>	Marsh mallow	Callot, 2016
<i>Citrus</i> sp.		Wermelinger et al., 2005
<i>Citrus sinensis</i> var. <i>clememules</i>	Sweet orange	Ribes et al., 2004
<i>Corylus</i> sp.		Kalushkov, 2000; Rabitsch and Adlbauer, 2001
<i>Corylus avellana</i>	Corkscrew hazel	Frey-Gessner, 1863, 1865; Péricart, 1998; Wermelinger et al., 2005; Kment et al., 2006; Rabitsch, 2008
<i>Cynara scolymus</i>	Globe artichoke	Stichel, 1958; Rabitsch and Adlbauer, 2001
<i>Geranium</i> sp.		Stichel, 1958; Rabitsch and Adlbauer, 2001
<i>Geranium sanguineum</i>	Bloody cranesbill	Otto, 1996
<i>Geranium sylvaticum</i>	Wood cranesbill	Otto, 1996
<i>Gossypium</i> sp.		Ciampolini and Tremtera, 1987; Ferrer, 1996; Alvarado et al., 1998; Wermelinger et al., 2005
<i>Helianthus annuus</i>	Sunflower	Kalushkov and Nedvĕd, 2010
<i>Hibiscus</i> sp.		Stichel, 1958; Velimirovic et al., 1992; Wachmann et al., 2007; Callot, 2016
<i>Hibiscus syriacus</i>	Rose of Sharon	Kalushkov and Nedvĕd, 2010
<i>Lagunaria patersonii</i>	Primrose tree	Péricart, 1998; Wermelinger et al., 2005; Kment et al., 2006; Rabitsch, 2008; Borges et al., 2013
<i>Lavatera</i> sp.		Velimirovic et al., 1992; Kalushkov, 2000; Rabitsch and Adlbauer, 2001; Wachmann et al., 2007
<i>Lavatera cretica</i>	Cornish mallow	Cuesta Segura et al., 2010
<i>Lavatera olbia</i>	Tree mallow	Péricart, 1998; Wermelinger et al., 2005; Kment et al., 2006; Rabitsch, 2008
<i>Malva</i> sp., <i>Malva sylvestris</i>	Common mallow	Ciampolini and Tremtera, 1987; Ferrer, 1996; Alvarado et al., 1998
<i>Platanus acerifolia</i>	London plane	Hebda and Olbrycht, 2016
<i>Populus</i> sp.		Goula et al., 1999; Rabitsch and Adlbauer, 2001
<i>Prunus</i> sp.		Ciampolini and Tremtera, 1987; Ferrer, 1996; Alvarado et al., 1998; Wermelinger et al., 2005
<i>Sterculia</i> sp.		Ciampolini and Trematerra, 1986
<i>Tilia</i> sp.		Velimirovic et al., 1992; Kalushkov, 2000; Rabitsch and Adlbauer, 2001; Wachmann et al., 2007
<i>Tilia cordata</i>	Little-leaf linden	Velimirovic et al., 1992; Kalushkov et al., 2007a/b; Kalushkov and Nedvĕd, 2010; Seward et al., 2017; Simov et al., 2012
<i>Tilia platyphyllos</i>	Broad-leaved linden	Schneider and Dorow, 2016; Seward et al., 2017
<i>Tilia parvifolia</i>	Small-leaved linden	Kalushkov et al., 2007a/b
<i>Tilia rubra</i>	Large-leaved linden	Kalushkov et al., 2007a/b
<i>Tilia tomentosa</i> (= <i>Tilia argentea</i>)	Silver linden	Kalushkov et al., 2007a/b; Kalushkov and Nedvĕd, 2010; Simov et al., 2012
<i>Triticum vulgare</i>	Wheat	Kalushkov and Nedvĕd, 2010
<i>Vitis</i> sp.		Ciampolini and Tremtera, 1987; Ferrer, 1996; Alvarado et al., 1998; Wermelinger et al., 2005

I.1.8 Risques parasitologiques pathogènes issus de l'attaque d'*Oxycarenum lavatera*

Les *Phytomonas* spp. (phytomonades) constituent un groupe diversifié et mondialement répandu d'eucaryotes unicellulaires qui parasitent une grande variété de plantes et sont transmis par des insectes hôtes. *Phytomonas oxycareni* n. sp. a été obtenu à partir des glandes salivaires de l'espèce invasive de punaise *Oxycarenum lavatera* (Hétéroptère). Cette nouvelle espèce de *Phytomonas* présente une morphologie promastigote allongée et fine et peut être trouvée à la fois dans la lumière des glandes salivaires de l'insecte hôte et dans les cellules de ces glandes. L'échantillonnage de plusieurs individus de la même population après l'hibernation, pendant deux années consécutives, a révélé que l'infection persistait dans le temps (**Seward *et al.*, 2017**).

I.2 Puceron

I.2.1. Généralité

Les pucerons constituent un groupe d'insectes très important. Il existe plus de 4700 espèces dans le monde (Fraval, 2006). Les pucerons, aussi appelés aphides, sont des insectes qui se nourrissent exclusivement de plantes. Ils font partie de l'ordre des homoptères, plus précisément du sous-ordre des sténorrhynches, lequel comprend près de 4 700 espèces connues dans le monde (Turpeau et al., 2011). Ces insectes sont présents sur tous les continents et leur évolution est étroitement liée à celle des plantes à fleurs (angiospermes), dont la grande majorité peut leur servir d'hôte (Ronzon, 2006).

I.2.2. Classification systématique du puceron :

Les aphides, ou pucerons, sont des insectes classés dans le super-ordre des Hémiptéroïdes. Ils relèvent du sous-ordre des Homoptères, de la sous-famille des Aphidinea et de la superfamille des Aphidoidea (Fraval, 2006).

I.2.3. Description

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2 à 4 mm en général), avec le corps ovale et un peu aplati. Leurs pièces buccales ressemblent à un rostre, inséré en arrière des hanches antérieures (ce sont des Sténorrhynques) et mandibules et maxilles sont profondément modifiées en deux paires de stylets. Les antennes, de longueur très variable, de 3 à 6 articles, sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminents. Elles portent des organes sensoriels particuliers appelés rhinaria⁵ ; leur partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminalis. À l'arrière de l'œil composé (souvent elles des cicadelles et des cochenilles) : la tête, le thorax, l'abdomen (Fraval, 2006).

I.2.3.1. La tête

Chez les formes ailées, la tête est généralement bien distincte du thorax, tandis qu'elle l'est beaucoup moins, voire pas du tout, chez les formes aptères. Elle porte deux antennes dont la longueur varie considérablement, comportant de trois à six articles. Celles-ci sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminents. Certains articles antennaires sont pourvus d'organes sensoriels appelés *sensoria*. La partie distale affinée de l'antenne, située en arrière de l'œil composé, est désignée sous le nom de *fouet* ou *processus terminalis* (Tanya, 2002 ; Fraval, 2006).

I.2.3.2. Le thorax

Le thorax est constitué de trois segments et porte les trois paires de pattes, chacune se terminant par un tarse composé de deux articles, dont le dernier est muni d'une paire de griffes. Chez les individus ailés, le thorax supporte également deux paires d'ailes membraneuses, repliées

verticalement au repos. Chez certaines espèces, la nervation alaire peut présenter des caractéristiques spécifiques permettant leur identification (Hullé *et al.*, 1999).

I.2.3.3. L'abdomen

Les pucerons présentent un abdomen de forme arrondie, composé de neuf segments dont la différenciation est souvent difficile. Le cinquième segment porte les cornicules (Figure. O6), structures tubulaires par lesquelles le puceron excrète des gouttelettes contenant des substances chimiques, notamment des phéromones d'alarme servant à alerter les congénères en cas de menace, ou des hormones impliquées dans la communication sexuelle. Le dernier segment abdominal est quant à lui muni d'une structure appelée *cauda*. La forme et la pigmentation des cornicules et de la cauda, ainsi que la présence éventuelle de stries, de bandes, de plaques ou de sclérites sur l'abdomen, constituent des critères morphologiques importants pour la détermination spécifique (Hullé *et al.*, 1999).

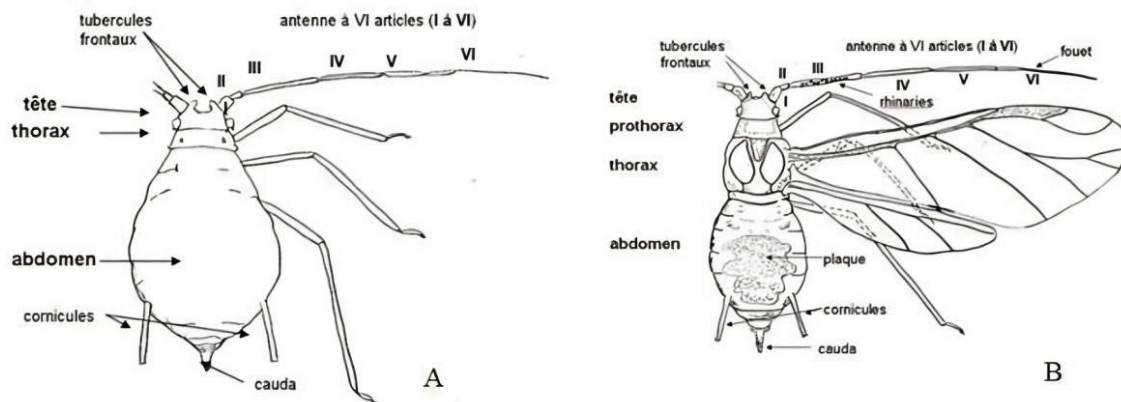


Figure 10 : Morphologie d'un puceron aptère (A) et ailé (B) (TURPEAU *et al.*, 2015)

I.2.4 Cycle biologique du puceron

Les pucerons sont tous capables de se reproduire par parthénogenèse, c'est-à-dire par développement d'un gamète femelle (ovule) sans fécondation par un gamète mâle. À ce titre, les pucerons ont leur place dans l'histoire de la biologie, car c'est chez eux que la parthénogenèse naturelle a été découverte, en 1740, par C. BONNET. Ayant isolé une larve nouveau-née de puceron sur une plante, BONNET eut la surprise de la voir, 10 jours plus tard, donner naissance à des larves, jusqu'à "nonante-cinq petits, tous bien vivants". La découverte fut annoncée par REAUMUR à l'Académie des sciences de Paris et fit sensation. Le puceron devint "un être important enphysique (Rostand, 1950 ; THÉODORIDES, 1971).

I.2.4.1 Le cycle biologique annuel

Chez les pucerons, le cycle biologique est marqué par une parthénogenèse cyclique, généralement associée à une alternance entre viviparité et oviparité. Durant la belle saison, la reproduction s'effectue par parthénogenèse : des femelles vivipares donnent naissance à d'autres femelles, dans un processus appelé parthénogenèse thélytoque, qui peut se poursuivre sur plusieurs générations.

À l'automne, apparaissent des femelles parthénogénétiques spécialisées, appelées *sexuparae*, qui donnent naissance à la génération sexuée composée de mâles et de femelles ovipares, ces dernières étant capables d'être fécondées. Après l'accouplement (Fig. 2), la femelle ovipare pond de 1 à 8 œufs (**Bonnesmaison, 1951**), lesquels passeront l'hiver et donneront naissance, au printemps, à des femelles vivipares parthénogénétiques appelées fondatrices.

Holocycle et anholocycle

Deux types de cycles biologiques peuvent être distingués chez les pucerons, selon la présence ou l'absence de la génération sexuée. Le cycle complet, ou holocycle, inclut une phase sexuée et une hibernation sous forme d'œuf, cette dernière constituant un stade de résistance face aux conditions climatiques rigoureuses.

À l'inverse, dans le cycle incomplet, ou anholocycle, la phase sexuée est supprimée et les formes parthénogénétiques persistent tout au long de l'année, y compris pendant l'hiver.

L'holocycle est généralement observé dans les régions où l'hiver est rigoureux, car les œufs constituent une forme efficace de survie face au froid. En revanche, dans les zones à climat hivernal plus doux, l'anholocycle est fréquemment rencontré. Des travaux menés à l'INRA de Rennes (**Robert, 1980 ; Dedryver, 1987**) ont montré qu'en Bretagne, où les hivers sont modérés, de nombreuses espèces de pucerons, telles que *Aphis fabae* Scopoli et *Rhopalosiphum padi* (L.), qui sont holocycliques dans des régions plus froides comme l'Alsace (**Bouchery, 1978**), présentent une anholocyclie facultative, voire une anholocyclie stricte dans les zones dépourvues d'hôte hivernal. Certaines espèces, comme *Rhopalosiphum maidis*, sont quant à elles systématiquement anholocycliques (figure 11).

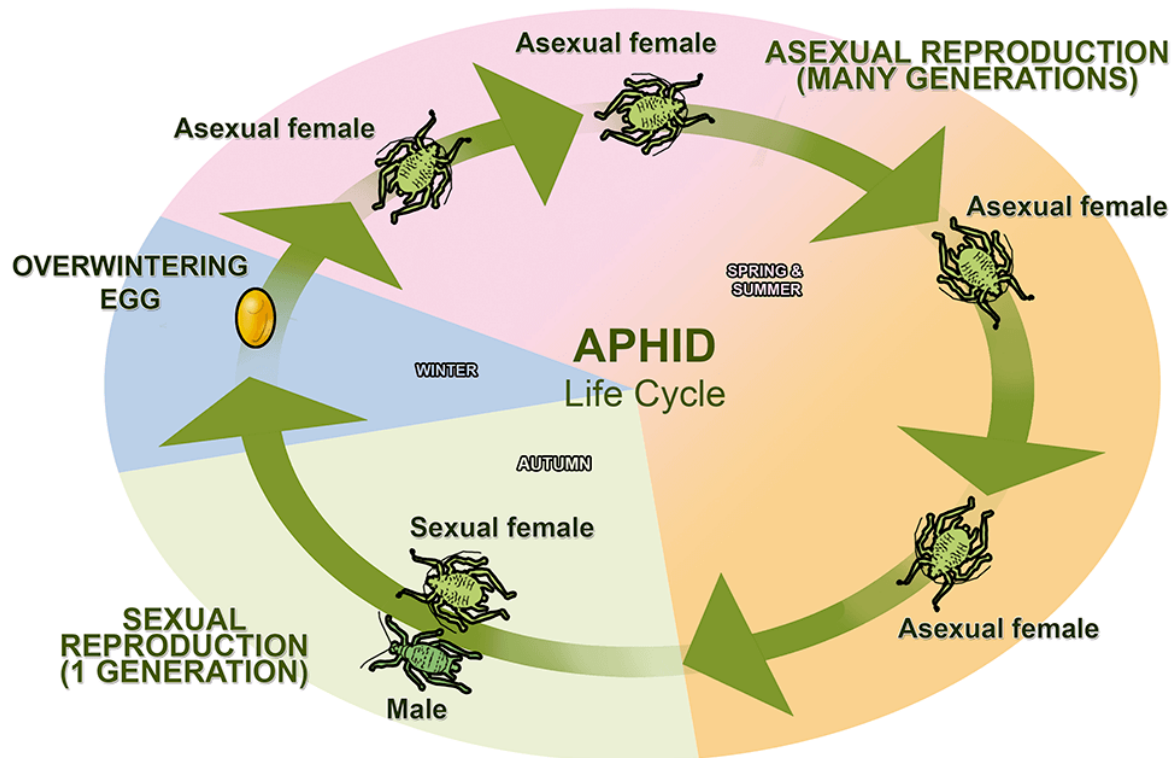


Figure 11 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons (Fraval, 2006).

I .2.5. Dégâts causés par les aphides

Depuis les années 2000, *Aphis spiraecola*, communément appelé puceron vert des agrumes, est identifié comme le principal ravageur affectant les cultures d'agrumes. Ce ravageur s'avère particulièrement problématique en conditions de culture sous abri, où sa prolifération est généralement plus importante qu'en plein champ.

Les dommages causés par ce puceron sont significatifs. Il colonise préférentiellement les jeunes tissus végétaux, tels que les pousses tendres, les boutons floraux, les zones de greffe et les jeunes plants, dont la croissance se trouve alors sévèrement inhibée (**Francois et Georget, 2006**). Lors d'infestations massives, il provoque des enroutements marqués des feuilles, tandis que les pousses cessent de se développer (**Anonymes, 1999**). La chute prématurée des fleurs durant la floraison est également fréquente.

Outre ces dégâts directs, *Aphis spiraecola* excrète une grande quantité de miellat, substance sucrée qui attire les fourmis et favorise l'installation de champignons saprophytes, notamment la fumagine, laquelle altère la photosynthèse et l'aspect esthétique des plantes (**Hugues et Philipe,**

1987 ; Franco Bois et Georget, 2006). De plus, les piqûres répétées de ce puceron détériorent les tissus végétaux, facilitant ainsi l'invasion par des bactéries, des champignons pathogènes et d'autres ravageurs opportunistes (**Byenda et Nymangyoku, 2015**). Enfin, *Aphis spiraecola* est également considéré comme un vecteur potentiel de virus phytopathogènes majeurs, tels que le virus de la sharka et celui de la tristezza des agrumes (**Franco Bois et Georget, 2006**).

Les pucerons sont de petits insectes qui se nourrissent de la sève des plantes, provoquant leur affaiblissement. Ils peuvent aussi transmettre des virus et produire du miellat qui favorise la fumagine (**Ali et al., 2023**).

I.2.6 *Macrosiphum rosae* ou *Aphis rosae* Linnaeus, 1758

Macrosiphum rosae ou *Aphis rosae* est un puceron appartenant à la famille des Aphididae. Il est largement répandu sur les rosiers où il s'attaque principalement aux jeunes pousses. Ce ravageur phytophage se nourrit de la sève des tissus tendres, provoquant un affaiblissement général de la plante (**Blackman & Eastop, 2000**).

I.2.6.1 Caractères morphologiques

- **Aptère** de taille moyenne à grande, vert ou rose à brun rouge avec un tégument brillant
Antennes longues, noires (1) avec des soies et de nombreuses rhinaries sur l'article III
- Front creux à bords divergents (2)
- Cornicules longues, droites, noires (3), réticulées à l'extrémité et légèrement arquées vers l'extérieur.
- Cauda longue et claire (4).
- Articulations des pattes noires (5).
- **Ailé** : vert ou rose avec des sclérites marginaux sombres à noirs
Antennes longues, noires (6) avec des soies, de nombreuses rhinaries sur l'article III, un fouet long.
- Front creux à bords divergents (2).
- Abdomen avec de grands sclérites marginaux (7), présence d'un sclérite noir en forme de croissant au-dessus de la cornicule (8) et un à contour irrégulier en-dessous (9).
- Cornicules longues, droites, noires (10), réticulées à l'extrémité
Cauda longue et claire (11).
- Articulations des pattes noires (12). (**INRA, 2023**) (figure 12).

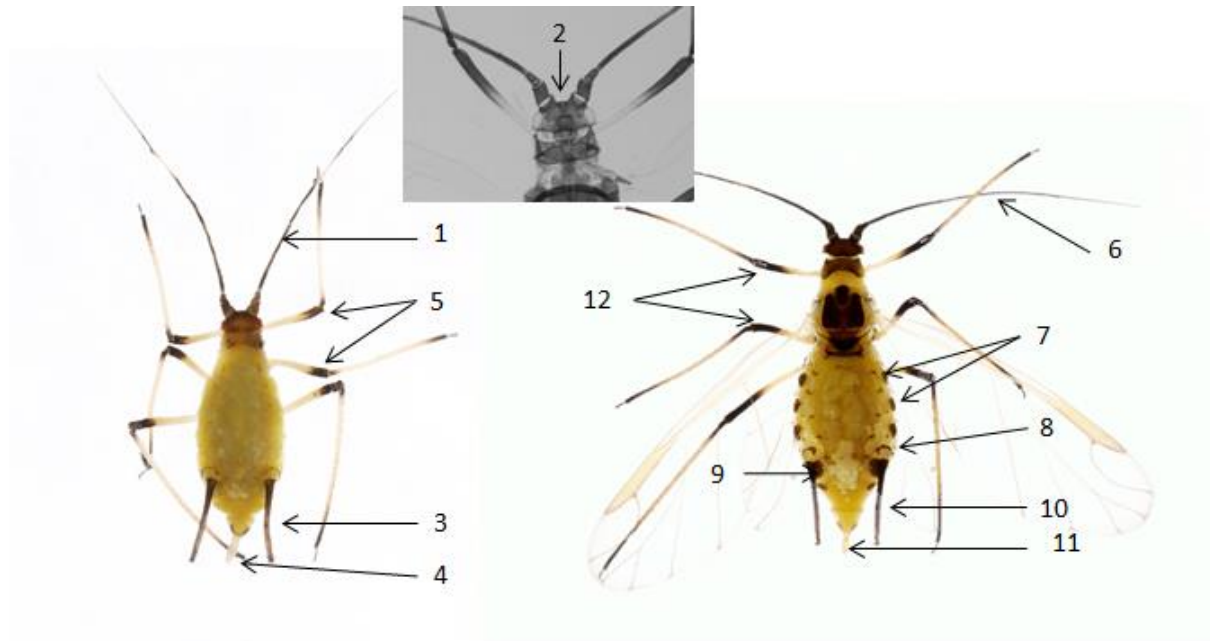


Figure 12 : Caractéristiques morphologiques de *Macrosiphum rosae*

I.2.6.2 Classification (Blackman & Eastop, 2000)

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Hemiptera
- Sous-ordre : Sternorrhyncha
- Famille : Aphididae
- Genre : *Macrosiphum*
- Espèce : *Macrosiphum rosae* (Linnaeus, 1758) (figure 13).

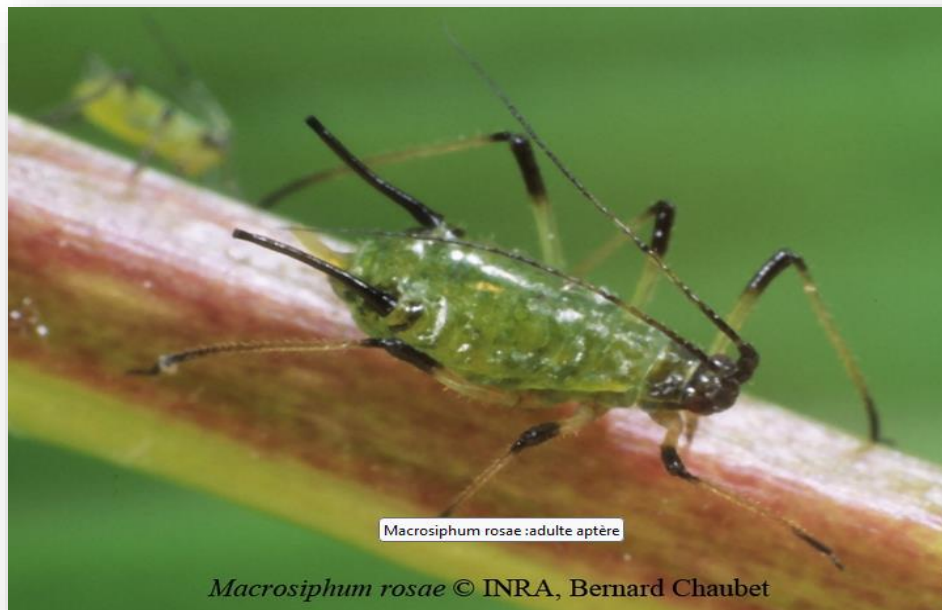


Figure 13 : *Macrosiphum rosae* (INRA, 2023).

I.2.6.3 Plantes hôtes et ennemies naturels

- **Hôte primaire :** *Rosa* (rosiers).
- **Hôtes secondaires :** Dipsacaceae, occasionnellement d'autres Rosaceae (*Fragaria*, *Pyrus*, *Malus*, *Rubus*) et Valerianacea (INRA, 2023).

Les ennemies naturels: parasitoïdes : *Aphidius rosae* (INRA, 2023).

I.2.6.4 Cycle biologique :

Le cycle de vie de *Macrosiphum rosae* comporte une alternance de phases sexuées et asexuées. Il présente un cycle de vie holocyclique dans les zones tempérées, combinant une phase sexuée et une phase asexuée. Durant le printemps et l'été, la reproduction se fait par parthénogenèse thélytoque, permettant une prolifération rapide de femelles clones. En automne, sous l'effet de la photopériode décroissante et de la baisse de température, des formes sexuées apparaissent (mâles et femelles ovipares), assurant la ponte d'œufs d'hiver résistants sur *Rosa* sp., leur hôte primaire (Dixon, 1998 ; Lamb & MacKay, 2007).

Ce cycle peut varier en fonction des conditions climatiques. Dans les serres ou les régions à hiver doux, certaines populations peuvent devenir anholocycliques, maintenant une reproduction strictement asexuée tout au long de l'année (Blackman & Eastop, 2023).

Le nombre de générations par an est très élevé, avec un temps de génération moyen de 6 à 9 jours à 20 –25 °C, et une capacité de reproduction dépassant les 40 nymphes par femelle sous conditions optimales (Leather et al., 1993).

I.2.6.5 Dégâts observés :(Hullé *et al.*, 2006)

Les attaques de ce puceron peuvent entraîner :

- Un ralentissement de la croissance des rosiers.
- La déformation des feuilles et des boutons floraux.
- L'émission de miellat, qui favorise l'installation de la fumagine (champignon noir).
- La transmission de virus phytopathogènes (figure 14).
-



Figure 14: Puceron vert du rosier sur les différents organes de la plante (pédoncule, bourgeon floral, feuilles et tige (INRA, 2023).

Chapitre 02

Bioinsecticide

II. Chapitre 02 : bioinsecticide

II.1. Histoire des biopesticides :

Depuis l'Antiquité, l'homme utilise des produits phytosanitaires pour protéger les cultures. Avant les insecticides chimiques du XX^e siècle, les pesticides étaient surtout d'origine naturelle, comme le soufre, le cuivre ou l'arsenic. Les Sumériens utilisaient déjà le soufre contre les insectes, et les premiers écrits sur les pesticides végétaux viennent d'Inde. **(Ignacimuthu, 2012).**

Le premier pesticide biologique en Europe, un rodenticide à base de *Salmonella enterica* (Ratin), a été utilisé dès 1904. L'idée d'utiliser des microbes contre les insectes vient de la découverte d'Agostino Bassi (1835), et a été soutenue par Louis Pasteur. En Russie, dans les années 1890, des champignons ont été testés contre un hanneton. En 1938, la France a commercialisé un biopesticide à base de *Bacillus thuringiensis*. **(Nollet et Singh ,Rathore, 2015).**

L'intérêt pour les biopesticides augmente face aux limites des méthodes chimiques. De nombreux pesticides synthétiques ont été retirés du marché, et peu de nouveaux produits sont développés **(Nollet et Singh ,Rathore, 2015).**

II. 2. Définition des biopesticides :

Les biopesticides sont, en général, des produits de protection des plantes d'origine non chimique. **(Regnault-Roger, 2005).**

Les biopesticides sont des produits issus d'organismes naturels ou de substances dérivées (animaux, plantes, bactéries, minéraux) utilisés pour lutter spécifiquement contre les ravageurs, contrairement aux pesticides chimiques aux effets secondaires indésirables **(Sporleder et Lacey, 2013).**

Les biopesticides ont des modes d'action spécifiques mais sensibles aux conditions biologiques et environnementales. Leur effet est souvent de courte durée, nécessitant des applications répétées pour une bonne efficacité. D'après **(Charles ,2008).**

II. 3. Classification des biopesticides :

Les biopesticides se divisent en trois types principaux selon leur origine : microbiens, végétaux et animaux. **(Chandler et al., 2011).**

II.3.1. Biopesticides d'origine microbienne:

II.3.1.1.Bactéries :

Les biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis* sont les plus utilisés. Cette bactérie Gram+ produit des protéines cristallines toxiques pour les lépidoptères, diptères et larves de coléoptères, après ingestion **(Rosas-Garcia, 2009).**D'autres espèces du genre *Bacillus*, comme *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens* et *B. subtilis*, protègent aussi les plantes. *B.*

amyloliquefaciens et *B. subtilis* colonisent les racines et produisent des lipopeptides qui stimulent les défenses des plantes ou agissent directement contre les bactéries et champignons. (Pérez-Garcia et al., 2011).

II.3.1.2 Virus

Les Baculoviridae sont des virus à ADN double brin circulaire (100–180 kb), entourés d'une enveloppe protéique (Chen et al., 2002). Les Baculoviridae infectent les insectes et leurs larves, sans danger connu pour les vertébrés ou les plantes. Leur capacité à tuer l'hôte en quelques jours en fait de bons candidats comme bio-insecticides. (Washburn et al., 2003). Les virus sont classés selon la forme de leur corps d'inclusion : les Granulovirus (ex. *Cydia pomonella*) ont des granules ovoïdes, tandis que les nucleopolyhedrovirus (ex. *Helicoverpa zea*, *Spodoptera exigua*) sont inclus dans des structures polyédriques : rondes, cubiques ou hexagonales. (Chen et al., 2002).

II.3.1.3 Champignons

Les biopesticides fongiques sont utilisés contre les maladies des plantes, certains insectes et les mauvaises herbes. Les champignons, présents dans divers environnements, peuvent parasiter plantes et insectes. Leurs modes d'action varient : exclusion compétitive, mycoparasitisme, production de métabolites, stimulant ainsi les défenses et la croissance des plantes (Wood, 1951). Des souches de *Trichoderma* spp. sont utilisées en bioprotection des plantes, grâce à leur activité antifongique contre divers pathogènes du sol et des feuilles. (Dodd et al., 2003) *Trichoderma atroviride* est notamment employée pour la protection biologique de la vigne (Longa et al., 2009).

II.3.2. Biopesticides d'origine végétale

Les plantes produisent des métabolites secondaires aux propriétés insecticides, antiseptiques ou régulatrices, servant à leur défense naturelle (Jovana et al., 2014)

Certaines plantes comme le pyrèthre (*Tanacetum cinerariaefolium*) produisent des insecticides naturels, les pyréthrinés, efficaces mais peu stables à la lumière. Des alternatives Synthétiques, plus stables, existent. La quassine, issue de *Quassia amara*, est aussi un insecticide naturel à faible toxicité. (Deravel et al., 2013).

Les PIPs sont des plantes génétiquement modifiées produisant des pesticides naturels, comme la protéine Cry de *B. thuringiensis*, pour se protéger. Cultivées dès 1995 aux États-Unis, leur surface mondiale a fortement augmenté. Leur usage reste controversé en Europe, où seuls quelques pays les autorisent. (De- Ravel et al., 2013).

II.4. Les biopesticides d'origine végétale à caractère insecticides :

II.4.1 Sélectivité :

Les plantes et les insectes ont coévolué de façon interdépendante : les insectes pollinisent les plantes, tandis que les phytophages dépendent de celles-ci pour se nourrir, avec parfois des adaptations nutritionnelles (**Streblor, 1989**). Des médiateurs chimiques comme les phéromones et les allélochemicals assurent la communication entre les organismes. (**Whittaker, 1970**). Les composés sémiocinémiques interviennent dans des relations entre émetteur et récepteur.

II.4.2 Spécificité :

La sensibilité des espèces à une même huile essentielle varie fortement selon les études de spécificité. (**Shaaya et al., 1991**) ou à un même composé (**Regnault Roger, 1999**). La même molécule peut agir différemment selon le stade reproductif de l'insecte, car sa sensibilité varie avec sa physiologie (**Regnault Roger, 2005a**). La spécificité des molécules végétales leur permet d'agir au bon moment sur les espèces ciblées

II.4.3 Biodégradabilité :

Les allélochemicals végétaux, issus du métabolisme secondaire, se dégradent rapidement et ont une demi-vie de quelques heures à quelques jours. (**Isman, 2005 ; Kleeberg, 2006**). A ce jour, aucun phénomène de bioamplification n'a été décrit en relation avec celui-ci.

II.4.4 Résistance

Les molécules allélochimiques végétales permettent de diversifier les cibles chez les insectes. Toutefois, leur usage excessif peut entraîner une résistance. Il est donc conseillé d'alterner les formulations et d'adopter une lutte intégrée combinant plusieurs méthodes. (**Regnault-Roger, 2008**).

II.4.5 Biodisponibilité :

La production des molécules allélochimiques végétales dépend de divers facteurs, mais leur présence généralisée dans le règne végétal compense cela. Toutefois, le développement des biopesticides doit respecter la biodiversité. L'ajout de molécules de synthèse identiques aux naturelles est envisagé pour pallier une éventuelle pénurie (**Hintz, 2001 ; Descoins et al., 2003**).

II.5. Les biopesticides d'origine animale :

Les ennemis naturels utilisés dans la lutte biologique incluent principalement les prédateurs, les parasites, ainsi que certaines molécules d'origine animale, souvent issues

d'invertébrés, comme les venins d'araignées, d'abeilles ou de scorpions, mais aussi des hormones d'insectes et des phéromones.

Parmi les agents les plus employés dans les agroécosystèmes, on retrouve les acariens, les coccinelles, les nématodes entomopathogènes, les parasitoïdes, les hétéroptères, les coléoptères et les carabidés, reconnus pour leur efficacité dans la lutte contre les ravageurs (**Leng et al., 2011 ; Deravel et al., 2014 ; Sahayaraj, 2014 ; Lengai et Muthomi, 2018**).

II.6. Les insecticides :

Les insecticides sont des substances actives utilisées pour éliminer les insectes, leurs œufs ou leurs larves. Ils appartiennent à la famille des pesticides, elle-même incluse dans celle des biocides, et sont soumis à une réglementation européenne spécifique. Le terme peut également englober les produits visant certains arthropodes non insectes, comme les acariens, ainsi que des répulsifs. (**Rgnault-Roger et al., 2008**).

II.6.1. Insecticides d'origine végétale :

Les biopesticides désignent, sur le plan étymologique, des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire dérivés d'organismes vivants ou de composés naturels produits par ces organismes (**Regnault-Roger et al., 2005**).

II. 6.2. Première génération de substances insecticides d'origine végétale:

La première génération de pesticides naturels repose principalement sur l'emploi de substances facilement accessibles, telles que les composés à base d'arsenic, certaines huiles d'origine animale, ainsi que des extraits de plantes traditionnellement utilisés pour leurs propriétés insecticides. (**Rgnault-Roger et al., 2008**).

L'utilisation des extraits végétaux dans la lutte contre les insectes ravageurs représente une voie prometteuse dans le cadre de la protection intégrée des cultures. Parmi les espèces végétales étudiées, *Pinus pinaster* (pin maritime) a attiré l'attention en raison de sa richesse en composés terpéniques et phénoliques aux propriétés insecticides et répulsives potentielles.

Pin maritime *Pinus pinaster* Cette espèce de pin joue un rôle essentiel dans la stabilisation des sols et la protection des zones côtières. Certains de ses extraits sont utilisés comme répulsifs ou insecticides naturels (**Abdelgaleil et al., 2020**).

Contrairement aux insecticides de synthèse, les bioinsecticides ne s'accumulent pas dans le sol et préservent les espèces non ciblées, jouant ainsi un rôle important dans la préservation de l'équilibre écologique (**Damalas & Eleftherohorinos, 2011**).

Chapitre 03

Monographie des plantes

III. CHAPITRE 03 Monographie des plantes

III.1 Pin maritime (*Pinus pinaster*)

III.1.1 Répartition géographique du pin maritime

Le pin maritime est originaire du sud-ouest de l'Europe, entre 31° et 46° de latitude nord et 9° de longitude ouest et 13° d'est, c'est-à-dire du sud-ouest du Maroc jusqu'à l'embouchure de la Gironde en France, et de la côte ouest du Portugal (au nord de Lisbonne) jusqu'à la côte ouest de l'Italie, un peu au sud de Rome. En France, en Algérie, en Tunisie et en Italie, la répartition est principalement côtière, mais au Portugal et en Espagne, au Maroc et en Corse, l'arbre pousse depuis la côte jusqu'à l'intérieur des terres et jusqu'en haute montagne (jusqu'à 2100 m au Maroc), avec des différences raciales marquées de port et de taux de croissance entre les formes côtières et intérieures, qui diffèrent également beaucoup entre elles (**Scott, 1962**).

III.1.2 Historique et origine

Pinus pinaster Aiton de la famille des Pinacées est un arbre monoïque. La forme et la taille de l'arbre adulte varient considérablement selon la race et le site. Être distingués – Certains détails de cette variation sont donnés Trois principaux types de forme et de taille peuvent

A. Le type côtier atlantique, de plus grande taille et à croissance rapide, du sud-ouest de la France, de la côte nord de l'Espagne et de la côte ouest du Portugal, qui constitue les principaux peuplements commerciaux en Europe. Une hauteur de 18 à 24 mètres ou plus est courante et un diamètre de 0,9 mètre ou plus peut être atteint. Les branches montent généralement à un angle aigu plutôt qu'à angle droit par rapport au tronc. Le tronc est souvent sujet à une certaine courbure à la base et à des courbures légères ou marquées plus haut ; mais surtout au Portugal (Leiria) et dans certaines parties des Landes de France, les fûts magnifiquement droits sont assez courants. Les arbres restent sains jusqu'à l'âge de 130 ans dans des sites favorables, mais ont tendance à se détériorer à partir de 70 ou 80 ans environ (**Scott, 1962**).

B. Type plus petit et à croissance plus lente que l'on trouve dans trois régions différentes, avec des différences de forme considérables d'une région à l'autre, mais qui est toujours de taille inférieure à (A).

C. Sur les plateaux intérieurs de l'Espagne, comme la Vieille Castille, où la hauteur moyenne de l'arbre est considérée comme faible, environ 40 ou 50 pieds, la forme

trapue et souvent déformée, et la productivité de résine élevée, mais ne donnant qu'un faible rendement de bois sur une longue rotation de 100 à 125 ans.

a. Sur la côte nord-africaine Maroc, Algérie et Tunis, où l'arbre ne dépasserait pas 15 mètres de haut.

b. Sur la côte méditerranéenne française ou les chaînes côtières, entre Toulon et Cannes (les Maures et l'Esterel, dans le département du Var), et sur la côte nord-ouest de l'Italie (Ligurie et Toscane) et les collines adjacentes (Lucques). Ici, l'arbre a typiquement un fût cylindrique droit et peut atteindre 21 m de hauteur dans les meilleurs sites du Var et de Toscane (Viareggio), mais il est généralement plus court et moins de 46 cm de diamètre. Les branches poussent plus horizontalement que dans (A). (Scott, 1962)

D. Type montagnard que l'on trouve en Corse, à environ 600 m d'altitude, et en Afrique du Nord, notamment dans le Moyen Atlas, jusqu'à 2100 m. On atteint une hauteur de 20 à 30 m ou plus et un diamètre bien supérieur à 45 cm. Le tronc est droit et l'arbre vit longtemps. En Corse, les branches sont nettement horizontales. (Scott, 1962).

En Algérie

Il se trouve sur le littoral constantinois, le tell oriental et dans le littoral kabyle. Les plus beaux peuplements se rencontrent à Collo et à Jijel (Amitouche et Rakem, 2017).

Selon Farjon (2001), l'espèce *Pinus pinaster* est subdivisée en trois sous-espèces :

- Escarena (syn. hamiltonii, syn. mesogeensis), présent sur les côtes méditerranéennes du sud-ouest de l'Europe.
- Pinaster (syn. atlantica, syn. maritima) présent sur les côtes atlantiques du sud-ouest de l'Europe. Renouii (syn. maghrebiana) présent au nord de l'Afrique.

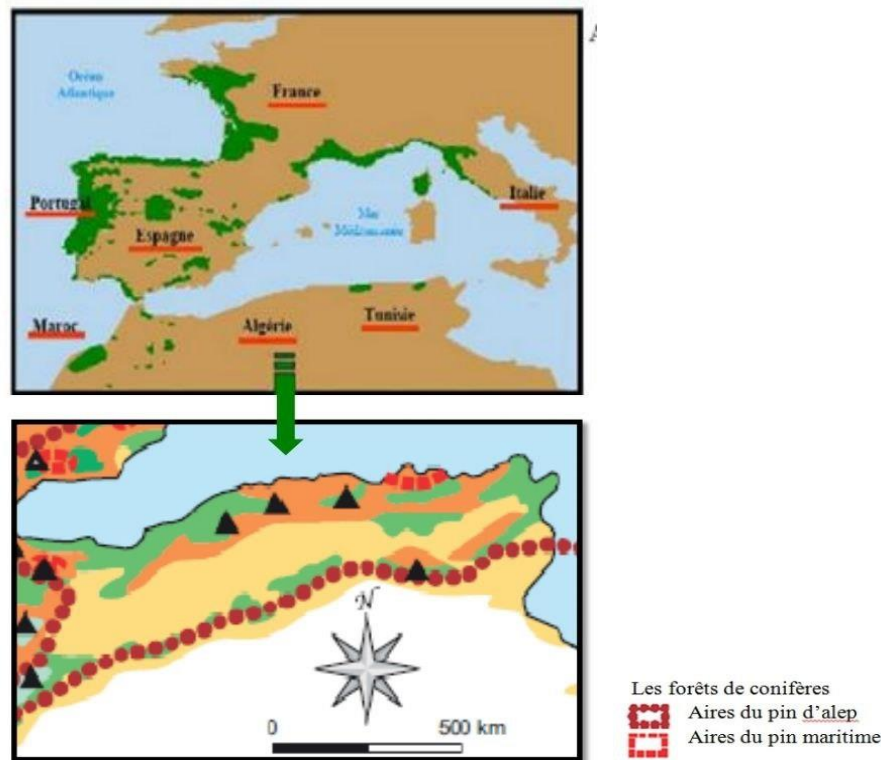


Figure 15 : Distribution de *Pinus pinaster* en Europe et en Afrique du Nord (Bettayeb, 2010 ; LARBI, 2015)

III.1. 3 Classification

La classification de l'espèce *Pinus pinaster* est bien illustrée sur le tableau 03 :

Tableau 3 : Classification systématique du pin maritime (*Pinus pinaster*) d'après Cronquist (1981).

Règne	Plante
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Coniferophyta
Classe	pinopsida
Embranchement	Pinophyta ou conifère
Sous embranchement	Gymnospermes
Ordre	Pinales
Famille	Pinacées
Genre	Pinus
Espèce	<i>Pinus Pinaster</i>

III.4. Noms vernaculaires :

Les noms vernaculaires sont des appellations populaires attribuées aux espèces vivantes dans une langue locale, souvent transmises oralement. Ils révèlent non seulement les connaissances empiriques des communautés, mais aussi leurs valeurs culturelles, leurs usages médicaux ou symboliques, et leur manière de percevoir la nature. Leur étude permet de

préservé une mémoire ethnolinguistique précieuse, en complément des classifications scientifiques formelles (Pruvost-Beaurain, 2009).

Tableau 4 : Noms vernaculaires de pin maritime selon EPPO (2024).

Nom	Nom scientifique	Français	Anglais	Arabe
	<i>Pinus pinaster</i> <i>Aiton</i>	<i>Pin maritime</i>	<i>Maritime pine</i>	الصنوبر البحري <i>Sanawbar bahei</i>

Maritime signifie: très adapté à un climat doux et humide (allissar, 2006).

III.5. Morphologie de l'espèce *Pinus pinaster* :

Le pin maritime à une croissance rapide et sa longévité est de 200 ans environ. C'est une espèce monoïque, c'est-à-dire que les fleurs mâles et femelles sont distinctes mais présentes sur le même arbre. Les organes reproducteurs sont des cônes soit mâles, soit femelles. Il est pointu, brillant et allongé se présente en général par groupe de deux ou trois, de grande dimension (5 à 8 cm de large), souvent courbées à la base et presque toujours symétriques. Après maturation, les cônes peuvent rester sur les branches plusieurs années (Amitouche et Rakem, 2017).



Figure 16: L'arbre de pin maritime (originale, 2025).

- ❑ **Les feuilles :** Jusqu'à 20-27 cm de long, rigides, peu dense, irrégulières, regroupées en fascicules de deux aiguilles (Allen, 2004).
- ❑ **Les aiguilles** de couleur vert-gris, sont rigides, pointues et légèrement piquantes. Elles apparaissent par paires, saillantes vers l'avant sur les rameaux.



Figure 17: Les feuilles de pin maritime (**originale, 2025**).

- ❑ **Le tronc :** flexueux, présente des courbures en différents sens.
- ❑ **L'écorce :** Chez les sujets jeunes, elle est d'un gris pâle, puis prend une teinte rougeâtre avant de devenir rougeâtre-noir avec l'âge. Épaisse, elle se fissure au fil des années, formant des rhytidomes qui se détachent en grandes écailles. (*Dominique, 2007*).
- ❑ **Les fleurs :**
Males en chatons ovoïdes allongés, jaunes, en masse compacte,
Femelles en petit chatons rougeâtres, groupées par deux ou trois
- ❑ **La floraison:** du pin maritime a lieu en avril mai (*Jean, Marie polese, 2006*)



Figure 18: la floraison du pin maritime (**Original, 2025**)

- ❑ **Les fruits :** les fruits sont des cônes.
- ❑ **Les Cônes :** Brun luisant, sont de forme allongée lorsqu'ils sont fermés, conique, portent de fines écailles pointues (10 à 18 cm de long).

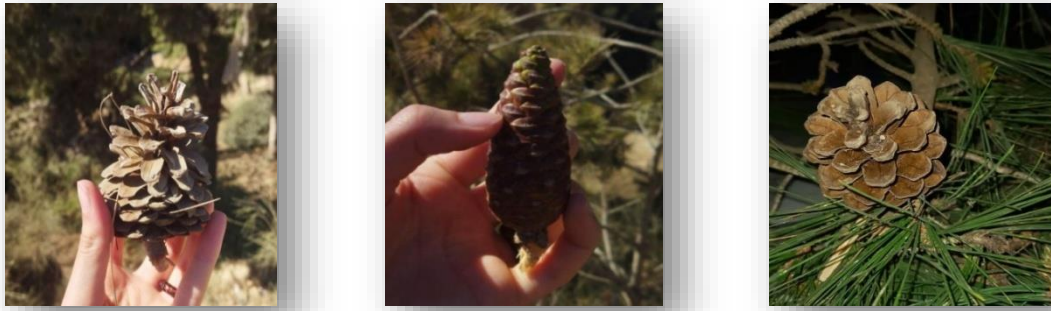


Figure 19: Cônes femelles murs de pin maritime (Original, 2025)

III. 6. Caractères de pin maritime

III. 6.1 Caractères biologiques

Le pin maritime présent :

- ✓ Une croissance relativement forte durant sa jeunesse,
- ✓ Une longévité assez faible (au maximum 150 à 200 ans),
- ✓ Une production de graines à partir de 10 ans environ,
- ✓ Une dissémination assurée surtout par le vent, mais sur des distances assez courtes.
- ✓ La possibilité de retarder la déhiscence de cônes mûrs (stock de graines sur l'arbre) (Aubret, 2005).

III. 6.2. Caractères climatiques :

Température moyenne annuelle

D'après sa répartition selon l'altitude et l'exposition, le pin maritime est surtout fréquent dans les étages altitudinaux dits « thermo méditerranéen, méso méditerranéen, c'est-à-dire dans les territoires où la température moyenne annuelle est comprise entre 10 et 16°.

Température maximale Il s'accommode de températures proches de 40° C.

Température minimale Il a résisté à des températures de l'ordre de -27° c. (guy aubret, 2005).

III.6.3. Précipitations:

1. **Sous forme liquide** : plus exigeant en eau que le pin d'Alep, il est absent ou très rare dans les territoires les moins arrosés de la région méditerranéenne.
2. **Sous forme solide** :
 - **Grêle** : résistant à l'impact de petits grêlons, mais assez fragile s'il est confronté à de gros grêlons.

- **Neige** : il a été peu traumatisé par les abondantes chutes de neige lourdes et collantes (Aubert, 2005).

Le pin maritime présente une grande variation génétique dans les traits adaptatifs, tels que la tolérance à la sécheresse et au gel, et la résistance aux insectes et aux nématodes, qui ont été observées entre les provenances (Aubert, 2005).

III. 7. Propriétés biologique et pharmacologique :

Les extraits d'écorces de pin maritime, contiennent de fortes teneurs en flavonoïdes et en proanthocyanidines. Ces extraits jouent un rôle d'antioxydant (Celhay, 2013).

Des laboratoires pharmaceutiques ont utilisé l'extrait d'écorce de pin comme produit cosmétique contenant des poly phénols aux propriétés antioxydants et anti-inflammatoire, pour la lutte contre la production de radicaux libres néfastes à la santé et à la beauté de la peau. (Edeas, 2007).

L'extrait peut également accroître l'activité des antioxydants synthétiques de la vitamine C et du Trolox dans un système modèle de peroxydation lipidique, l'effet étant dépendant de la dose et de la durée du traitement (Sivonova et al., 2006).

III. 8. Composition chimique :

Métabolites de la plante

Chimiquement, la famille des Pinaceae, dont les pins font partie, est surtout caractérisée par la présence de résines, de tanins, de terpènes, de lignans et de quelques stilbènes (LaFever et al., 1994).

III. 8.1. Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes et autres végétaux phénoliques, tels que les acides phénoliques, les stilbènes et les tanins sont importants dans les plantes pour le développement normal de la croissance et la défense contre l'infection et les blessures. (Jerez et al., 2007).

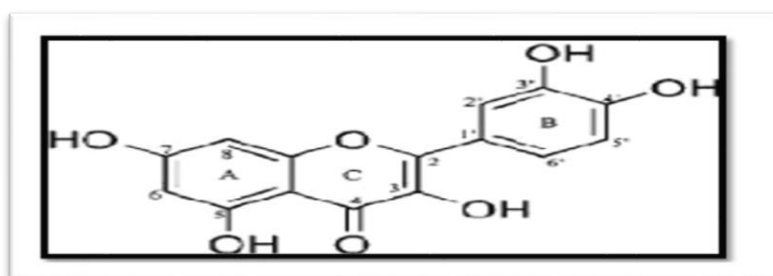


Figure 20 : Structure du noyau des flavonoïdes (hein et al.,2002).

III. 8. 2. Les tanins :

Les tanins sont des oligomères constitués de deux à sept unités de flavanol (Simard, 2007). Ils se distinguent des autres composés phénoliques naturels par leur aptitude à précipiter les protéines. Selon leur structure, ils sont classés en deux catégories : les proanthocyanidines

(ou tanins condensés) et les tanins hydrolysables.

On les retrouve dans diverses parties des plantes, telles que les racines, le bois, les feuilles, l'écorce et les fruits. Ils sont notamment reconnus pour leurs propriétés antimicrobiennes (Scalbert, 1991).

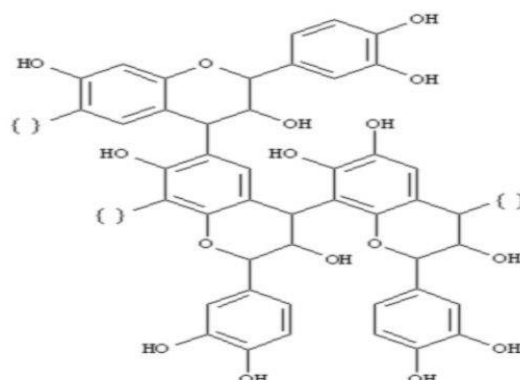


Figure 21 : structure des tannins condensés (kahlouche Riachi, 2014)

III. 8. 3. Les coumarines

Les coumarines sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo 2-pyrone. Elles sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles. (Kahlouche-Riachi, 2014).

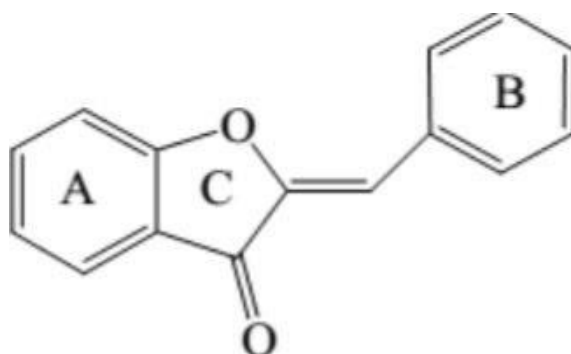


Figure 22 : Structure des coumarines (Safidine, 2015)

III. 8. 4. Les saponines

Le terme « saponine » provient du latin *sapo*, signifiant « savon », en référence à la capacité de ces composés à produire de la mousse lorsqu'ils sont agités dans l'eau. Les saponines sont constituées d'un aglycone non polaire (de nature stéroïdique ou triterpénique) auquel sont attachés un ou plusieurs résidus glucidiques. Cette structure amphiphile, combinant des éléments polaires et non polaires, est à l'origine de leurs propriétés tensioactives et de leur aptitude à mousser en solution aqueuse. Ainsi, une saponine peut être définie comme un glycoside de stéroïde ou de triterpène (Sparge et van staden, 2004).

III. 8. 5. Les terpènes

Les terpènes sont des dérivés de l'isoprène ($C_5 H_8$) et constituent une classe importante d'hydrocarbures naturellement produits par les conifères. Ils représentent les principaux composants de la résine et sont reconnus pour leurs propriétés antifongiques et antibactériennes (Safidine, 2015)..

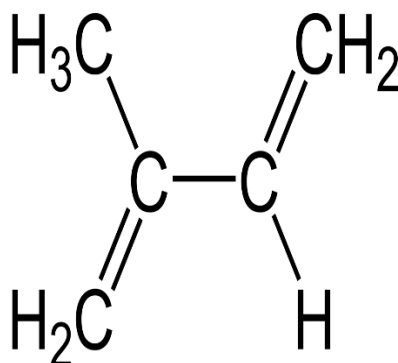


Figure 23 : Formule chimique d'isoprène (Safidine, 2015).

III. 8 .6. Les alcaloïdes

Les composés azotés se répartissent en deux grandes catégories : les acides aminés et les alcaloïdes.

Les alcaloïdes sont des substances organiques naturelles d'origine végétale, de structure hétérocyclique, contenant au moins un atome d'azote.

Bien que nombre d'entre eux soient toxiques — comme la strychnine ou l'aconitine — certains présentent des propriétés pharmacologiques intéressantes. Ils sont ainsi utilisés en médecine pour leurs effets analgésiques (morphine, codéine) ou dans le cadre de protocoles de sédation et d'anesthésie (atropine).

La morphine fut le premier alcaloïde isolé à partir de l'opium, vers 1805, suivie par la découverte de la strychnine en 1818 (Kahlouche-Riachi, 2014).

III. 8.7. Les stilbènes :

Ce sont des composés présents en très faibles quantités dans notre alimentation. Le plus connu d'entre eux est le resvératrol, largement étudié pour ses propriétés anticancéreuses.

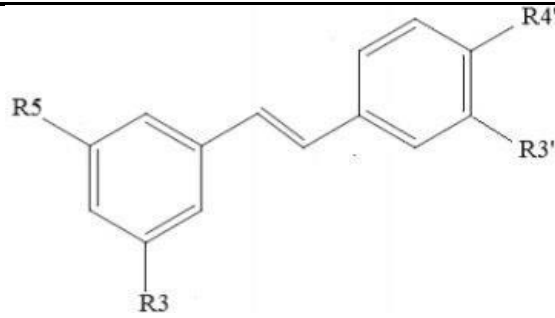


Figure 24 : Structure des stilbénes (Safidine, 2015).

III. 9. Les maladies insectes ou champignons :

Des travaux considérables ont été réalisés en France sur les insectes et les champignons qui attaquent *P. pinaster*, ainsi qu'au Portugal, mais les données sur l'Espagne manquent ; en Afrique du Sud, en Australie et en Nouvelle-Zélande, l'arbre reste très indemne de parasites s'il est planté dans des climats appropriés. Les insectes et les champignons particulièrement importants pour les producteurs de ce pin en Gascogne sont les suivants.

III. 9. 1 Insectes :

Thaumetopoea pityocampa, *Hylobius abietis*, *Retinia* (*Evetria*, *Rhyacionia*) *buoliana*, *Dioryctria splendidella* et *Hylesinus*.

III.9.1 Champignons

Armillaria mellea, *Fomes annosus* et *Rhizina inflata* (constituant ensemble la maladie du Rond), *Cronartium asclepiadium*, *Melampsora pinitorqua*, *Coleosporium senecionis*. (Scott, 1962).

III. Rosacées

III.1. Rosales

L'ordre des Rosales renferme 09 familles et environ 7725 espèces. Les familles sont les *Rosaceae*, Les *Rhamnaceae*, Les *Moraceae*, Les *Cannabaceae*, Les *Urticaceae* et Les *Ulmaceae*, Les *Elaeagnaceae*, Les *Dirachmaceae*, Les *Barbeyaceae* (Birgitta Bremer et al., 2009).



Figure 25 : Fleur de *rosa sp* rosacées (original., 2025).

III.2. Famille des Rosacées :

III.2.1. Généralité

Rosacées sont une famille botanique de l'ordre des Rosales qui comprend environ 3000 à 4000 Espèces, et une centaine de genre. La famille doit son nom au Rosier, et les pétales de certaines espèces sont utilisés pour préparer l'essence de rose. De nombreux genres ont des fruits comestibles : les prunes, les pêches, les cerises et les abricots (Aujardin, 2024)

La famille des Rosacées est une famille hétérogène qui comprend des herbes (Fraisier : *Fragaria vesca*) des arbustes (Rosier : *Rosa canina*) ou des arbres (cerisier : *Prunus vulgaris*) (Meyer et al., 2008).

III.2.2. Distribution géographique :

La distribution géographique des Rosacées s'étend sur presque toute la surface du globe, mais De façon prépondérante dans les régions tempérées de l'hémisphère nord (Dupont & Guignard, 2007).

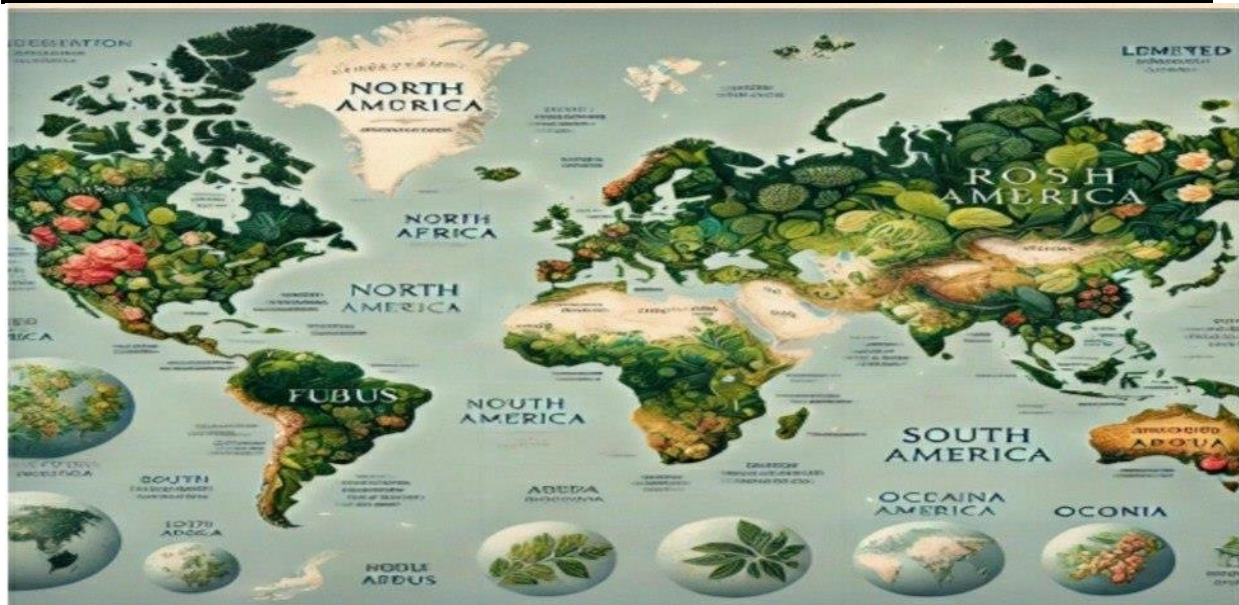


Figure 26 : Répartition géographique de la famille des Rosacées dans le monde. (Dupont & Guignard, 2007).

Les genres les plus importants sont *Potentilla*, *Cotoneaster*, *Rubus* et *Alchemilla*, *prunus*, *Sorbus*, *Crataegus*, *Rosa* (Michel, 2010) et d'autres genres comme les fraisiers, les pommiers, les poiriers, etc., sont aussi ceux que l'on rencontre partout. Il y a cependant des genres qui sont propres à certaines régions : il y a ceux que l'on rencontre qu'en Chine ou au Japon ; D'autres, en Amérique du Sud (Andes, etc.). Les arbres fruitiers cultivés, qui presque tous appartiennent à cette famille végétale, sont originaires de l'Iran et ont été transplantés un peu partout. Seul l'icaquier est originaire de l'Amérique équatoriale et a été trouvé aussi à l'état spontané dans l'Afrique centrale (Aujardin, 2024)

III.3. Caractéristiques des Rosaceae :

Les Rosaceae, famille de plantes dicotylédones, peuvent avoir un feuillage persistant ou caduc et par la présence d'épines chez de nombreuses espèces ligneuses. Ces épines peuvent être de deux types :

- Des épines épidermiques, comme chez le rosier ou la ronce.
- Des rameaux latéraux courts qui se dessèchent et deviennent rigides et piquants, comme chez le prunier.

Les espèces du genre Rosaceae se distinguent par plusieurs caractéristiques communes :

III.4. Description botanique des différentes parties des Rosaceae

Les feuilles:

Les feuilles sont alternes, composées, rarement simples, souvent munies de stipules et portent des glandes à nectar.

La composition des feuilles peut varier en nombre de folioles, allant de plusieurs folioles à une seule foliole. Certaines plantes ont évolué pour avoir une seule foliole fusionnée.

Organisation florale:

Les fleurs sont généralement de forme régulière et actinomorphe, solitaires ou regroupées en diverses dispositions.

- Ils ont un calice de 5 sépales, parfois avec une épicalice, et 5 pétales libres ou plus.
- La structure florale comprend un hypandium, qui est une structure en forme de plateau ou disque, typique des Rosaceae, porte plusieurs cercles de 5 étamines et un ou plusieurs carpelles libres.

Fruits:

- Le type de fruit dépend de la structure du réceptacle floral. Il peut s'agir d'un akène sec ou d'une drupe charnue.
- Les graines sans albumen et parfois ailées (**Boutique Végétale**).

Reproduction :

La plupart des fleurs sont hermaphrodites (L'autofécondation est rare).

- Les espèces de Rosaceae dépendent des insectes pollinisateurs pour la fertilisation croisée, tandis que certaines peuvent se reproduire de manière végétative, par stolons (fraisiers), rejets (framboisier) ou marcottage naturel (ronce).

Les graines sont dispersées par zoochorie des animaux qui mangent ou déplacent les fruits et dispersent ainsi les graines. (**Boutique Végétale**).

III.5. Classification :

Dans la classification actuelle, les *Rosaceae* forment une famille de l'ordre des Rosales.

Cette famille est divisée en quatre sous-familles homogènes : *Amygdaloïdeae* (famille du pêcher), *Maloïdeae* (famille du pommier), *Rosoïdeae* (famille du rosier) et *Spiracoïdeae* (famille de la spirée) (**Benabderrahmane, 2019**)

Tableau 5: Position systématique de la famille des Rosacées (**Potter, 2007**)

Règne	Plantae
Division	Angiospermae
Classe	magnolipsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Rosaceae
genre	<i>Rosa L</i>
Espèce	<i>Rosa sp</i>

III.6. Domaine d'utilisation :

Plantes médicinales peuvent être utilisées de différentes manières, notamment en infusion, en décoction (après ébullition) ou par macération (trempage prolongé).

Ces plantes présentent de nombreux avantages dans divers domaines alimentaires, cosmétique et pharmaceutique.

Les pharmacies utilisent encore une forte proportion de plantes médicinales, La recherche a permis de découvrir de nouvelles molécules actives et matières premières dans les plantes pour la synthèse de médicaments. Ces produits sont utilisés en médecine conventionnelle pour diverses affections : en urologie, dermatologie, toux, ulcères d'estomac, désordres nerveux et pour les systèmes cardiovasculaires. Quant aux maladies du stress, des activités antioxydantes ont été prouvées avec le thé noir, le thé vert le cacao qui sont riches en composés phénolique (**Beghadid, 2021**).

III.7. Autres utilisations (Perrier, 2014) :

La plante *Rose sp* est largement utilisée dans divers domaines. Elle entre dans le processus de distillation pour l'extraction d'essences naturelles. Elle constitue également une source abondante de vitamine C. Son huile, notamment l'huile d'amande, est prisée dans les produits de beauté. Son bois est exploité en menuiserie intérieure et extérieure, notamment dans l'industrie du meuble et de l'ébénisterie. De plus, il représente une bonne source de bois de chauffage et de charbon.

III.8. Métabolites des plantes de la famille des Rosaceae :

En biologie végétale, on distingue deux grands types de composés produits par les plantes :

- Les métabolites primaires, nécessaires à la croissance, au développement et à la reproduction de la plante.
- Les métabolites secondaires, qui ne participent pas directement aux fonctions vitales, mais jouent un rôle important dans la défense, l'attraction des pollinisateurs, ou l'adaptation à l'environnement.

Les plantes de la famille des Rosaceae (comme les roses, les pommes ou les fraises) produisent une grande diversité de métabolites secondaires. Ces composés sont généralement classés en trois grandes catégories :

a- Les alcaloïdes

b- Les terpénoïdes

c- Les polyphénols (aussi appelés composés phénoliques)

Ces substances sont d'un grand intérêt pour la médecine, l'agriculture et l'industrie. (Boubertakh, 2020)

a- Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des substances naturelles, le plus souvent extraites des plantes. Ce sont des composés organiques contenant de l'azote et ayant un caractère basique. Ils se distinguent par leurs effets pharmacologiques puissants, même à très faibles doses. À l'état naturel, ils se trouvent généralement sous forme de sels avec des acides organiques (comme l'acide tartrique ou malique), ou associés à des tanins (Bruneton, 2009).

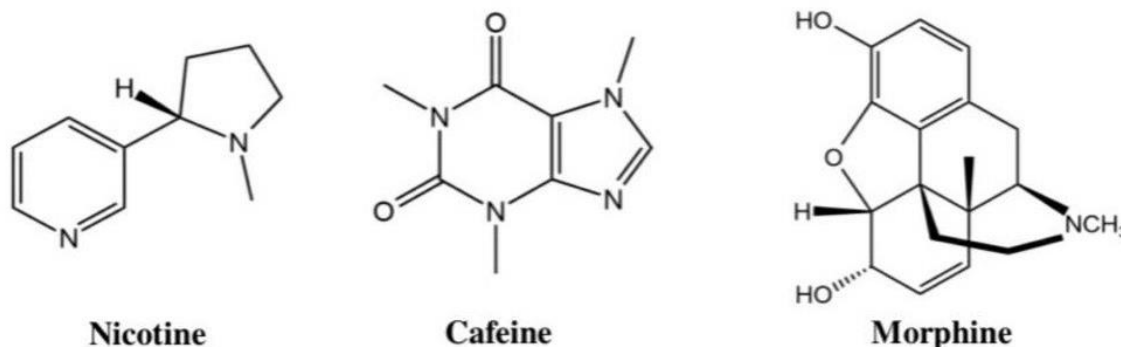


Figure 27 : Structure chimique de quelques composés de type alcaloïdes, pharmaceutique et chimique (Huang et al., 2012).

b- Les Terpénoïdes :

Les terpénoïdes, également appelés terpènes, constituent l'un des groupes les plus diversifiés. Ils sont synthétisés à partir de seulement deux précurseurs à cinq carbones : l'isopentényl diphosphate et le diméthylallyl diphosphate. Selon les structures, les terpénoïdes se divisent en différentes sous-classes, telles que les monoterpénoïdes (C10), les sesquiterpénoïdes (C15), les diterpénoïdes (C20). Ayant des applications dans les industries pharmaceutique et chimique. (Huang et al., 2012)

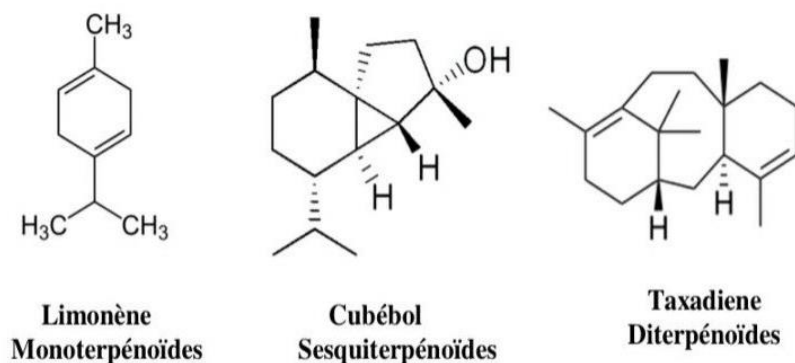


Figure 28: La structure chimique de quelques composés terpénoïdes.

c- Composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont les composants phytochimiques les plus importants des plantes, caractérisées par la présence d'un noyau benzoïque auquel un ou plusieurs groupes hydroxyles sont directement liés. Ils sont issus du métabolisme secondaire des végétaux et possèdent de nombreuses propriétés, notamment antioxydantes.

Les composés phénoliques les plus représentés sont les acides phénoliques, les phénols simples et les flavonoïdes. (Labrani, 2022).



Figure 29 : La structure chimique de quelque composé phénolique.

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

I. Matériel et méthode

I.1. Objectif

La présente étude vise à évaluer l'efficacité de l'effet bio insecticide des deux extraits hydroéthanoliques issues des feuilles sèches des deux espèces végétales de la familles des Pinceae et Rosaceae: *Pinus pinaster* et *Rosa sp*, respectivement, cela vise à vis deux espèces d'insectes: le puceron vert du rosier "*Macrosiphum rosea*" et la punaise du tilleul "*Oxycarenus lavaretea*"; ces deux espèces sont considéré des ravageurs des cultures horticole, plantes ornementale.

- Une comparaison entre l'effet des deux extraits été essentielles.
- Une caractérisation phytochimique est essentielle pour expliquer l'effet.

Les expérimentations ont été menées au laboratoire de Biochimie 01, département d'Agronomie de la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université d'Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

I.2. Matériel végétal

I.2.1. Zone de récolte

Les deux espèces destiné pour cette l'étude sont situées à wilaya de Mostaganem, région méditerranéenne, dans deux zones différentes. Les échantillons des feuilles de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* ont été récoltés le 15 et 20 février 2025. **Tableau 06.**

Les caractéristiques de la zone de récolte sont bien illustrées dans le tableau ci-dessous **Tableau 6:** Caractéristiques de la zone de récolte.

Plante	<i>Pinus pinster</i>	<i>Rosa sp</i>
Date	15/02/2025	20 /02 /2025
Région	Foret Kharouba, Mostaganem	Kharoba, Mostaganem
Température/climat	26 °C	24 °C



Figure 30 : plante de pin maritime (Original, 2025).



Figure 31 : Fleur de Rosacées, *Rosa sp* (original, 2025).



Figure 32 : Zone de récolte pin maritime (Original, 2025).

I. 2. 2. Préparation de matériel végétal

L'analyse morphologique des deux échantillons révèle que :

Les feuilles présentent une teinte verdâtre, une odeur apaisante, avec une forme d'aiguille.

- les feuilles simples, avec absence d'odeur.



Figure 33 : Les feuilles de pin maritime (Original, 2025).

Avant de procéder à l'extraction, il est nécessaire de préparer l'échantillon végétal préalablement collecté.

➤ Séchage

Une fois la récolte est terminée, les échantillons de plantes ont été destinés au laboratoire. Les feuilles sont séparées des rameaux. Les feuilles sont soigneusement nettoyées à l'eau distillée pour éliminer les débris, puis mises à sécher à l'ombre, à l'abri de l'humidité et à une température ambiante. La durée du séchage des feuilles varie entre 1-2 mois selon l'espèce : le *Pinus pinaster* et *Rosa sp*, respectivement (figure 24).



Figure 34: les feuilles sèches de *Pinus pinaster* (Original, 2025)

➤ Broyage et conservation

Les feuilles des deux plantes séchées sont réduites en poudre à l'aide d'un broyeur électrique afin d'obtenir une texture fine.

La poudre est ensuite conservée à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante, en étant soigneusement enveloppée dans du papier aluminium jusqu'à son utilisation.



Figure 35 : Broyage des feuilles des deux espèces de plantes (original,2025).

I.2.3. Taux d'humidité

Pour calculer le taux d'humidité, une quantité de 10 g de feuilles fraîches de chaque espèce est portée au séchage dans une étuve réglée à une température de 55 °C jusqu'à ce que le poids devienne stable.

Après 7 jours de séchage, le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H (\%) = (P_0 - P_1) / P_0 \cdot 100$$

P₀ : Poids initial de la prise d'essai (g).

P₁ : Poids final de la prise d'essai après étuvage (g).

H (%) : Taux d'humidité

I.3. Extraction des extraits hydroethanologiques.

La méthode d'extraction adoptée dans cette étude est la méthode d'extraction par l'appareil du Soxhlet (macération successive) par un solvant

I. 3.1.Principe de l'extraction par le Soxhlet.

L'extracteur de Soxhlet est une pièce de verrerie permettant d'effectuer une extraction solide-liquide avec une grande efficacité.

L'extraction par Soxhlet est une méthode d'extraction continue à chaud, comparable à une macération dynamique. Elle permet une extraction quasi complète des principes actifs présents dans la matière végétale. Cela se manifeste notamment par le changement progressif de la couleur de la plante, passant du vert foncé à une teinte plus claire au fil des cycles. Cette décoloration graduelle traduit l'épuisement des composés actifs. À chaque cycle, la solution devient plus claire, indiquant que les principes actifs sont transférés efficacement dans le solvant. Lorsque ce dernier conserve une teinte jaune stable, cela suggère que l'extraction est achevée (Luque de Castro & García-Ayuso, 1998)..

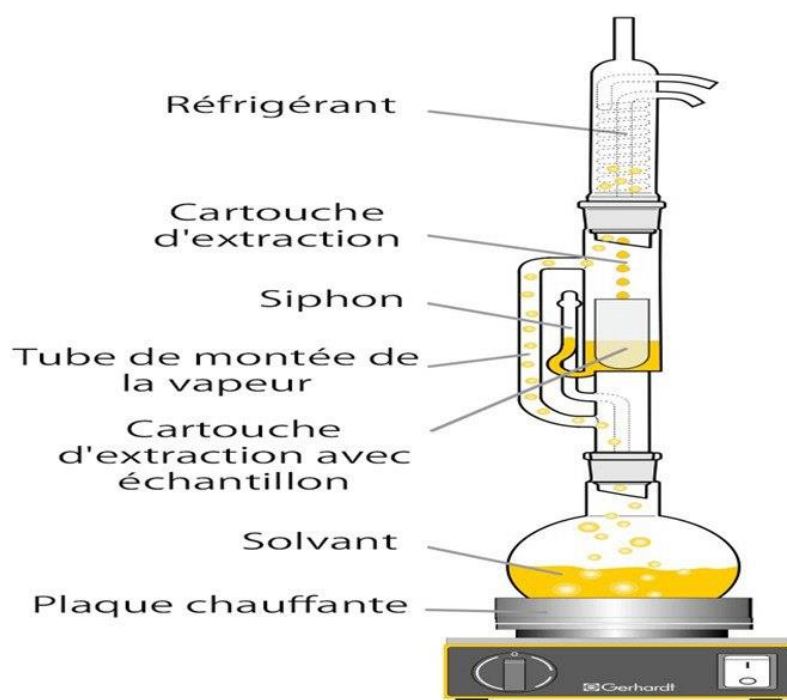


Figure 36 : Représentation schématique d'un extracteur de Soxlet (Gerhardt site)

Les avantages du Soxhlet sont les suivants :

- L'échantillon entre rapidement en contact avec une portion fraîche de solvant, ce qui aide à déplacer l'équilibre de transfert vers le solvant.

- Cette méthode ne nécessite pas de filtration après extraction. Le Soxhlet est indépendant de la matrice végétale.

Et les inconvénients de cette méthode sont :

- L'extraction à chaud peut déranger certaines substances chimiques, telles que les vitamines sensibles à la chaleur.
- La taille de la cartouche est limitée à environ 100 millilitres, ce qui prend beaucoup de temps pour réaliser une quantité importante d'extrait, par exemple pour une étude clinique (**Luque de Castro & García-Ayuso, 1998**).

I. 3.1.1. Mode opératoire :

La méthode d'extraction adoptée dans cette étude est la méthode d'extraction par Soxhlet (macération successive) par un solvant hydroalcoolique (v/v); à raison de 80 % d'éthanol.

L'extrait éthanolique a été obtenu en préparant 20 g de feuilles sèches broyées de (pin maritime et de la rose) et en les introduisant dans une cartouche d'extraction. Un mélange de 200 ml d'éthanol et 50 ml d'eau distillée a été porté dans le ballon, puis la température a été maintenue à 200 °C à l'aide d'un appareil Soxhlet. L'extraction a été poursuivie pendant 8 cycles. Une fois le processus terminé et les ballons complètement refroidis, l'extrait a été

recupéré et transféré dans des flacons en verre teinté, hermétiquement fermés et conservés au réfrigérateur à 4 °C. Chaque flacon porte des étiquettes précisant l'espèce végétale et l'organe utilisé, feuilles dans cette étude, le type d'extraction ainsi que la date de préparation.



Figure 37 : Extraction Soxhlet (original, 2025).

I. 3.2. Rota vapeur :

Le Rota vapeur, ou évaporateur rotatif, est un dispositif de laboratoire conçu pour l'évaporation douce et efficace des solvants sous pression réduite. Il permet de diminuer le point d'ébullition des solvants en combinant la rotation du ballon, le chauffage à température contrôlée et l'application d'un vide partiel. Cet appareil est couramment utilisé pour concentrer des extraits ou récupérer des solvants de manière sécurisée et rapide (Pavia *et al.*, 2015).

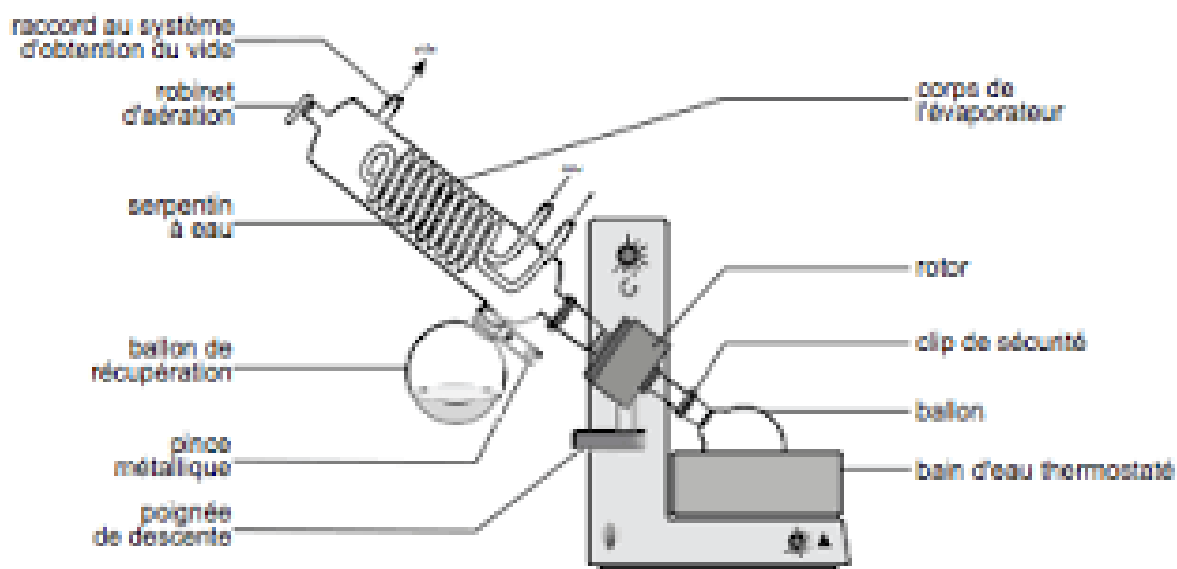


Figure 38 : Technique de séparation et d'analyse en chimie organique extraction (Fischer, 2010)

Le protocole d'évaporation s'effectue comme suit :

On commence par placer la solution de l'extrait végétal dans un ballon d'évaporation. L'évaporation est réalisée jusqu'à disparition complète du solvant, on utilise une température de 40 °C. Une fois l'évaporation terminée, on retire le ballon du rotavaporateur et on le laisse refroidir. Ensuite, on procède à la pesée du ballon afin de déterminer le rendement d'extraction. L'extrait est ensuite récupéré à l'aide d'un pinceau pour décoller les composés qui sont restés fixés aux parois du ballon d'évaporation. Les extraits ont été conservés à l'obscurité et à une température de 4 °C.



Figure 39: Rotavapeur (original, 2025).

I. 3.3. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction correspond à la quantité d'extrait sec obtenue à partir d'une quantité donnée de matière végétale sèche. Il est exprimé en pourcentage et permet d'estimer l'efficacité du procédé d'extraction utilisé. Un rendement élevé indique une bonne récupération des composés bioactifs présents dans la plante. (Azwanida, 2015).

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du ballon vide avant évaporation (Mohammedi, 2006)

Dans cette étude, le rendement en extrait sec a été déterminé à partir de 10 g de matière végétale (feuilles sèches).

Le rendement de l'extraction est déterminé par la formule suivante (Folo, 2014) :

$$RD = (P1 - P2) / M * 100$$

RD (%) : Rendement d'extraction.

P1 : Poids du ballon plein en g.

P2 : Poids du ballon vide en g.

M : Masse du matériel végétal utilisée pour l'extraction g.

I. 4. Tests de germination

Ce test a été effectué afin d'évaluer l'effet des extraits de *Pinus pinaster* et *Rosa* sp sur la germination d'une culture maraichère à intérêt économique, afin de valoriser ces extraits. La variété utilisée est : Tomate HEUNZ1350 AMELIOREE.

Les semences de la tomate ont été désinfectées par une solution de l'eau de javel diluée, puis elles sont rincées par l'eau distillé. Cette opération est répétée plusieurs fois pour assurer la disparition totale de tout résidu. La durée de chaque traitement est 10 min.

Déposez les semences sur un papier filtre laissez à séchées à l'air libre avant la mise en germination.

-Déposer 20 semences dans une boitepétrie contenant du papier filtre. Chaque boite est traitée par les extraits à raison de **(figure 36)** :

- 1^{re}boîte :dépose 20 graines + d'eau distillée
 - 2^e boîte :dépose 20 graines + extrait de *Pinus pinaster*
 - 3^eboîte :dépose 20 graines + extrait de *Rosa* sp
- Placez les boîtes dans une étuve réglée à 25 °C.
- Nombre des graines germées est calculé après



Figure 40: Effet des extraits hydroethnoliques de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* sur le taux de germination de la tomate (Orginal, 2025).

Le taux de la germination $T(\%)$ est calculé par la formule suivante :

$$T (\%) = \frac{\text{Nombre de semences germées}}{\text{Nombre de semence testées}} \times 100$$

I.5. Test phytochimique de criblage

Le screening phytochimique est une analyse qualitative qui sert à détecter les différents métabolites contenus dans une plante. Les résultats se manifestent sous forme de précipitations ou de colorations, obtenues grâce à l'utilisation de réactifs spécifiques, révélant ainsi la présence ou l'absence des composés appartenant à chaque famille (Maheshwaran *et al.*, 2024).

Ce test est essentiel pour mettre en évidence la présence des différents composants chimiques contenant dans les deux extraits et qui peuvent participer principalement à l'effet insecticide engendré dans cette étude (figure 37).

I. 5.1. Les alcaloïdes

Dans un tube à essai, introduire 1 ml de l'extrait à analyser et ajouter 1 ml de l'acide chlorhydrique (HCl) à 1% pour acidifier l'extrait. Trois gouttes de réactif de Mayer sont ajoutées dans le premier tube Réactif de Mayer : 5 g de KI et 1.35g de HgCl₂ sont solubilisés dans 100 ml d'eau distillée.

La présence des alcaloïdes est confirmée par l'apparition d'un précipité blanc ou brun, respectivement (Paaris *et al.*, 1969)..

I. 5. 2. Les tanins

Dans des tubes à essai introduire un volume de 1 ml des extraits bruts à analyser et ajouter 0,50 ml d'une solution aqueuse de chlorure de fer (FeCl₃) à 1%. Incuber le mélange pendant 15 minutes à la température ambiante.

La présence des tanins est confirmée par l'apparition d'une couleur verdâtre ou bleu noirâtre dans les tubes (Trease et Evans, 1987)..

I. 5. 3. Les flavonoïdes

Dans un tube à hémolyse, un volume de 1 ml des extraits à analyser est additionné par un volume de 1 ml de l'acide chlorhydrique concentré et quelques copeaux de magnésium.

La présence des flavonoïdes est indiquée par l'apparition d'une coloration rose ou rouge ou jaun (Cavé, 1993).e.

I. 5. 4. Les quinones libres

Dans un tube à hémolyse, un volume de 1 ml des extraits bruts à analyser est additionné par un volume de 0,1 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 1%.

La présence des quinones libres est indiquée par l'apparition d'une couleur jaune, rouge ou violette.

I. 5. 5. Les saponines

Introduisez 1 ml de l'extrait dans un tube à essai contenant 1 ml d'eau distillée. Agiter pendant 2 min.

La formation d'une mousse persistante après 15 mn de repos confirme la présence des saponosides (Dohou *et al.*, 2003).

I. 5. 6. Les trapézoïdes (test de Slakowski)

Dans un tube à hémolyse, un volume de 1 ml des extraits à analyser est additionné par un volume de 0,4 ml de chloroforme et un volume de 0,6 ml d'acide sulfurique concentré.

L'apparition de deux phases et une interphase de couleur marron confirme la présence des terpénoïdes (Harbone 1998 ; Bruneton, 1999)..

I. 5. 7. Les composés réducteurs

Dans un tube à hémolyse, additionner un volume de 1 ml de liqueur de Fehling (0,5 ml de liqueur de Fehling A et 0,5 ml de liqueur de Fehling B) à 1 ml des extraits bruts à analyser.

Les deux solutions sont incubées pendant 08 minutes dans un bain marie bouillant.

La présence des composés réducteurs est indiquée par l'apparition d'un précipité rouge brique (Trease et Evans, 1987).

I. 5. 8. Mucilages

À 1 ml de la solution à analyser, on ajoute 5 ml d'alcool absolu (éthanol à 95%). L'apparition de précipités floconneux montre la présence de mucilage.

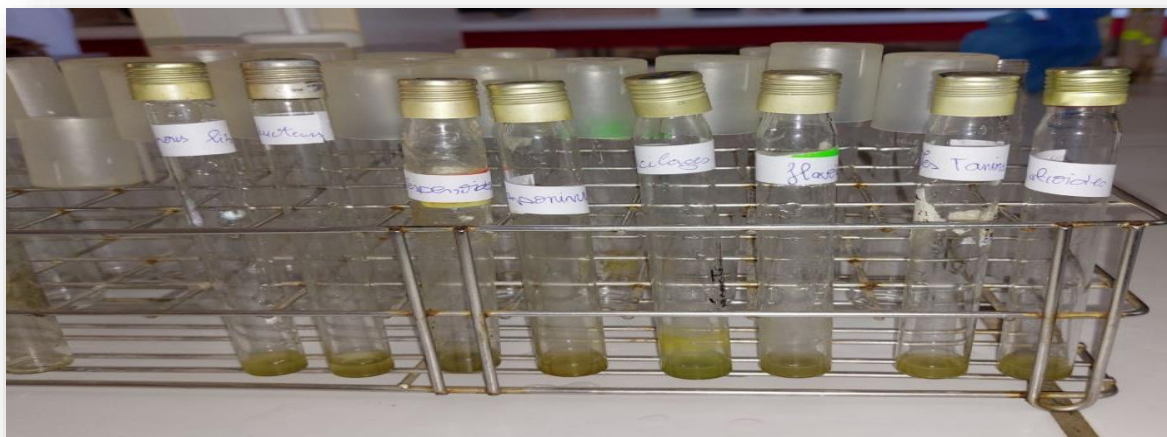


Figure 41 : les extraits utilisés pour le criblage phytochimique (Original, 2025).

I. 6. Dosage des pigments chlorophylliens dans les extraits de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* :

Le principal photorécepteur dans les chloroplastes des plantes vertes est la chlorophylle a. Cette molécule est un tétrapyrrole substitué, ce qui signifie qu'elle est composée de quatre anneaux de pyrrole. Les quatre atomes d'azote de ces pyrroles sont liés par coordination à un atome de magnésium.

La chlorophylle b se distingue de la chlorophylle a par la présence d'un groupe aldéhyde en remplacement d'un groupe méthyle sur l'un de ses anneaux pyrroles (Bouzaida et Debbakh, 2006).

I. 6. 2. Principe de dosage

Le dosage des pigments chlorophylliens (chlorophylle a, b et totale, caroténoïdes) dans les deux extraits hydro éthanoliques est effectué par la méthode de spectrophotométrie décrite par Arnon (1949) :

La teneur en pigment chlorophylliens est déterminé par la formule suivante Arnon (1949):

$$\begin{aligned} \text{Chl a} &= 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645} \\ \text{Chl b} &= 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663} \\ \text{Chl total} &= 20,0 \times A_{663} + 8,02 \times A_{645} \\ \text{Car} &= (A_{470} - (1,114 \times A_{663}) - (0,638 \times A_{645})) / 112,5 \end{aligned}$$

La Teneur en différents pigments est exprimée en mg/g de MS.



Figure 42 : Dosage des pigments chlorophylliens dans les extraits de *Pinus pinaster* et *Rosa* sp (Original, 2025).

I. 8. Matériel animal

Dans le cadre d'évaluer l'effet bio insecticide des extraits de plantes, deux espèces d'insectes de familles différentes ont été utilisés dans cette étude ;

La punaise du tilleul (*Oxycarenus lavaterae*) et le puceron vert du rosier (*Macrosiphum rosae*) (figure 32). Ces espèces sont reconnues comme étant les plus abondantes et fréquentes notamment dans la région de Mostaganem, où ils attaquent les plantes ornementales : le rosier par *Macrosiphum rosae*, et *Oxycarenus lavaterae* sur les plantes ornementales principalement sur de la famille des malvacées et sur les troncs des arbres comme Eucalyptus et les agrumes. L'identification des insectes a été réalisée au laboratoire sous binoculaire.

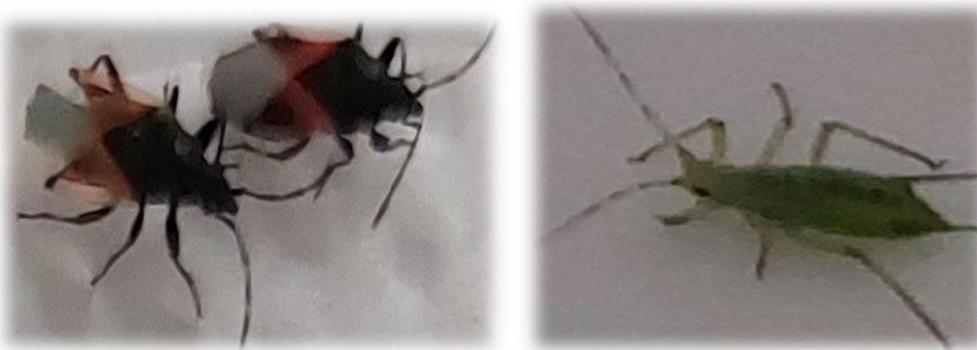


Figure 43: Les adultes des insectes de : A : l'*Oxycarenus lavaterae*, et B : *Macrosiphum rosae* (Original, 2025).

1.8.1 Site de collecte des insectes

Les individus des insectes des deux espèces d'*Oxycarenus lavaterae* et *Macrosiphum rosae* ont été collectés le mois de Mai 2025, dans la région de Mostaganem, sous un climat pluvieux, et de température de ...

Oxycarenus lavaterae sur le tronc des agrumes, comme il a été rencontré aussi sur le tronc des Eucalyptus, avec une très grande population, site Masera

Macrosiphum rosae sur le rosier, une attaque énorme sur les bourgeons floraux, comme on a constaté aussi la présence des pucerons rouge, site kharouba (plante ornementale).

I. 8. 2. Test par contact

Le test consiste à étudier l'effet bioinsecticide par un simple contact à travers une pulvérisation de l'extrait hydroéthanolique de *Pinus pinaster* et de la *Rosa sp* sur les individus d'*Oxycarenus lavatera* et *Macrosiphum rosae*. Chaque traitement des deux extraits a été réalisé séparément.

I. 8. 2. 1. Etapes de préparation du test

1. Collecte des insectes : un nombre suffisant des individus de l'espèce *Oxycarenus lavatera* ont été collectés, en veillant à sélectionner des individus de taille homogène afin de garantir la cohérence des résultats.

2. Préparation des boîtes de pétri :

* Les couvercles ont été perforés au centre par un trou d'environ 4 centimètres de diamètre, et les espaces vides où on met une tulle sont soigneusement scellés avec de la colle pour éviter toute fuite d'insecte.

* Un papier filtre est placé dans chaque boîte, et trois insectes sont introduits dans chacune d'elles.

I. 8. 2. 2. Préparation des doses des extraits

Les deux extraits hydroéthanoliques des plantes de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* ont été préparés à raison des doses suivantes : extraits pure (100%), extrait dilué : 20 %, 40 % et 60 %, absence de l'extrait : eau distillé (0%).



Figure 44 : Différentes doses des extraits hydroéthanoliques (Orginal, 2025).

I.8. 2. 3. Application des traitements et observation :

Chaque dose de chaque extrait a été appliquée en trois répétitions, cela pour garantir la fiabilité des résultats. La répartition des lots a été effectuée de la façon suivante :

- Lot 01 : Effet de l'extrait hydroéthanolique de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae*.
- Lot 02 : Effet de l'extrait hydroéthanolique de *Rosa* sp sur *Oxycarenus lavaterae*.
- Lot 03 : Effet de l'extrait hydroéthanolique de *Pinus pinaster* sur *Macrosiphum rosae*.
- Lot 04 : Effet de l'extrait hydroéthanolique de *Rosa* sp sur *Macrosiphum rosae*.

1. Pour le test de contact, les individus d'insectes ont été exposés aux traitements : Les groupes traités sont exposés aux différentes doses, tandis que trois répétitions de groupes témoin sont maintenues sans traitement, d'eau distillée seulement.

2. Durée d'exposition : les observations ont été effectuées à des intervalles précis : 1 heure, 24 heures, 48 heures, 72 heures et 96 heures.

3. Enregistrement des données : Après chaque période d'exposition, le nombre d'insectes morts est compté à l'aide d'une loupe à main. Les changements de comportement éventuels sont également notés.

4. Analyse des résultats :

* Les données collectées sont comparées entre les groupes traités et le groupe témoin.

* L'efficacité de chaque dose est évaluée en fonction du taux de mortalité et des effets observés sur le comportement des insectes.

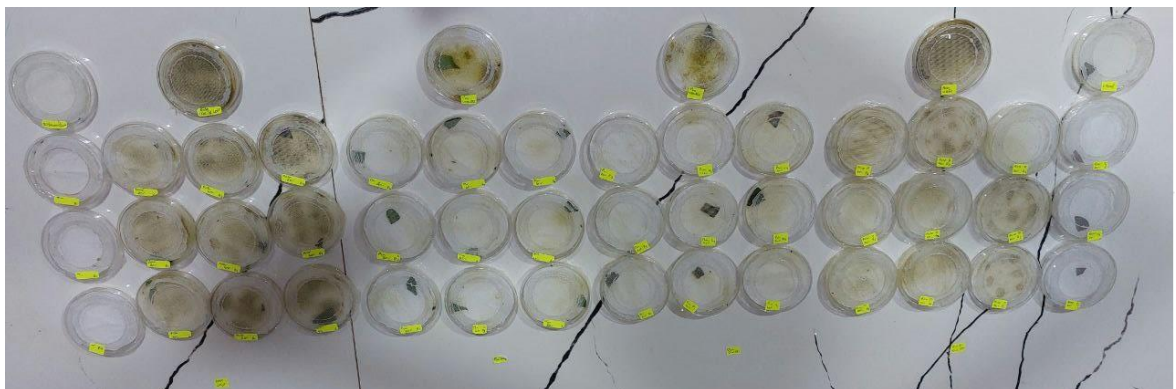


Figure 45: Dispositif des insectes après le traitement par les différents extraits hydroethanoliques (Original,2025).

a. Taux de mortalité

Le taux de mortalité TM des insectes est calculé selon la formule suivante (Benazzeddine, 2010):

$$TM \% : \text{nombre d'individus morts/nombre des individus total} \times 100$$

I. 8. 3. Taux de mortalité corrigé

L'efficacité d'un produit est généralement évaluée par le taux de mortalité observé dans une population traitée. Cependant, le nombre d'individus morts dans une population exposée à un toxique ne correspond pas toujours au nombre réel d'individus tués par ce dernier. En effet, toute population traitée présente une mortalité naturelle qui s'ajoute à celle provoquée par le toxique. Pour obtenir des taux de mortalité corrigés et plus précis, il est nécessaire d'utiliser la formule d'Abbott, qui permet de tenir compte de cette mortalité naturelle et d'ajuster les résultats en conséquence (Benazzeddine , 2010).

$$MC\% = (M - Mt * 100) / (100 - Mt)$$

MC (%): Mortalité corrigée.

M : Pourcentage de morts dans la population traitée.

Mt : pourcentage de mort dans la population témoin.

Calcul de la DL50

DL 50 est la dose létale qui provoque la mortalité de 50% de la population d'insectes testés, elle est obtenue sous l'effet de l'application des différentes doses d'extrait. Afin d'estimer la valeur de cette dose, des droites de régressions ont été établi en dressant le taux de mortalité corrigée en fonction des doses appliquée (Finney, 1991). Dans cette étude, la DL50 est calculée après une durée d'**une heure (1h)** d'exposition au traitement.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques de la variance (ANOVA) ont été obtenu en utilisant le logiciel STAT BOX version 6.4, la comparaison des moyennes est réalisé par le test de NEWMAN – KEULS à 5%. Ces analyses ont été effectuées pour déterminer la signification des résultats de l'effet des doses des extraits testés et le temps d'exposition aux traitement sur la mortalité corrigée des insectes.

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion:

II. 1 Taux d'humidité :

Le résultat du taux d'humidité des feuilles des deux espèces végétales (*Pinus pinaster* et *Rosa sp*) utilisées dans ce travail est bien illustré sur l'histogramme suivant (**figure 36**) :

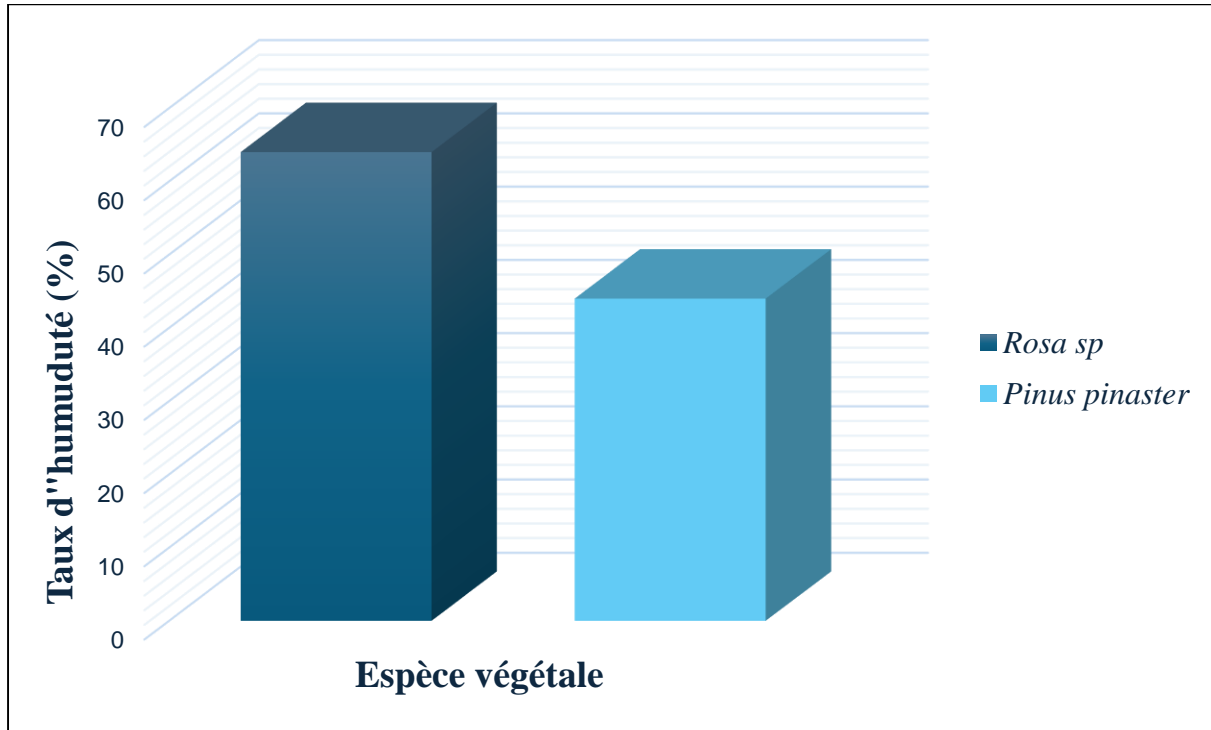


Figure 46: Taux d'humidité des feuilles de *Pinus pinaster* et de *Rosa sp*.

Le résultat obtenu indique que les feuilles de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* possède une teneur en eau d'ordre de 44 % et 64 %, respectivement.

En comparaison des deux espèces, le taux d'humidité des feuilles de *Rosa sp* est plus élevé de celui des feuilles de *Pinus pinaster*.

Ces résultats sont en accords avec ceux obtenu par **Vázquez (1995)** qui a indiqué que la teneur en eau est de 3.08 des feuilles de *Pinus pinaster*. Alors que les résultats d'humidité de l'analyse physique révèlent que la sciure de bois de *Pinus sylvestris* est de 2,1%, 1,5 % de matière minérale (**Benyoucef, 2014**).

Ces résultats mettent en évidence une différence significative dans la capacité de rétention d'eau entre les deux types de feuilles. Cela est expliqué que les feuilles de l'espèce végétale *Rosa sp* est plus larges, fines et souples, conservent une plus grande quantité d'eau, ce qui reflète leur adaptation à des environnements tempérés et plus humides.

En revanche, les aiguilles du pin maritime, plus rigides et dotées d'une cuticule épaisse, présentent une humidité moindre, traduisant une adaptation morpho-physiologique aux milieux secs et xériques. Cette différence confirme la relation entre la structure foliaire et la stratégie écologique de chaque espèce. Selon l'étude menée par **Miki *et al* (2003)**, a proposé que *Pinus densiflora* poussant sous un stress hydrique à long terme a rapidement fermé ses stomates en réponse au dessèchement du sol et a évité de perdre de l'eau, et pourrait également absorber rapidement de l'eau en réduisant la perte d'eau en raison de la diminution du potentiel de pression foliaire dérivée des valeurs élevées.

II. 2. Rendement d'extraction

Les résultats du rendement d'extraction hydroéthanoïque des feuilles de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* obtenus dans cette étude sont bien illustrés sur l'histogramme suivant (**figure 38**).

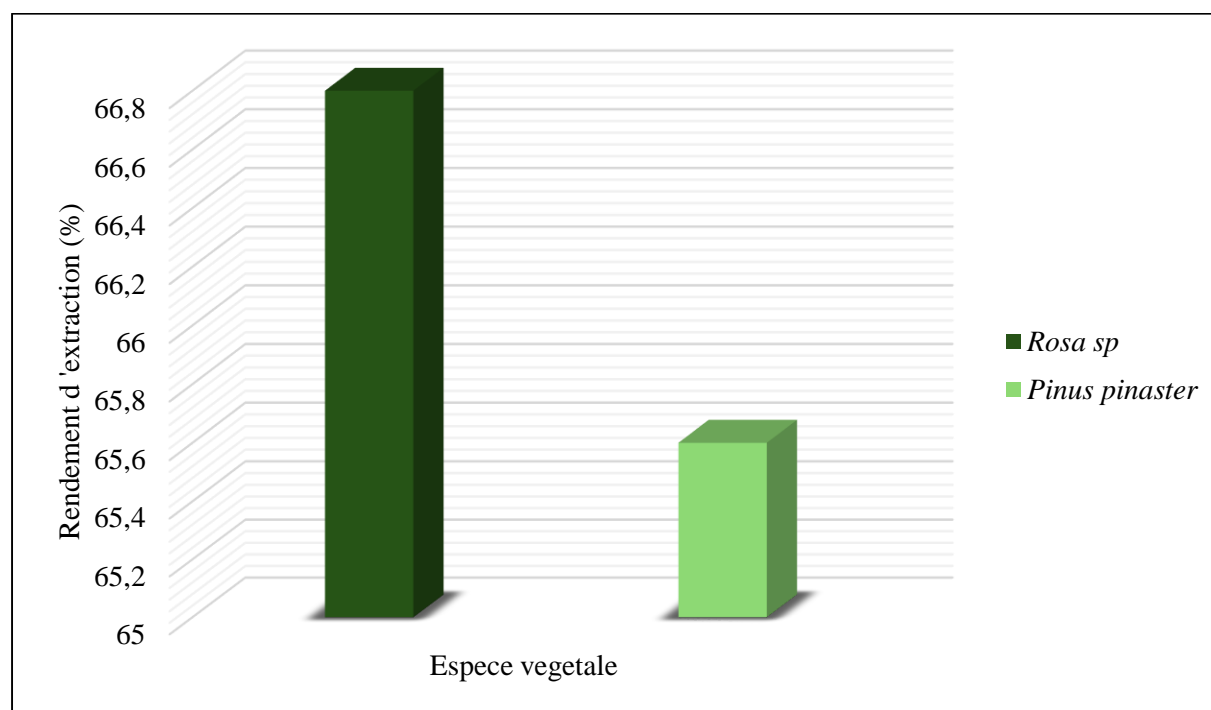


Figure 47 : Rendement d'extraction hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* et *Rosa sp*.

L'analyse du résultat de rendement d'extraction hydroéthanoïque des feuilles sèches de *Rosa sp* présente une teneur en extrait légèrement supérieure (66,8 %) à celle du *Pinus pinaster* (65,6 %). Cette différence peut être liée à la composition biochimique des tissus

végétaux ; les pétales de *Rosa* sp sont particulièrement riches en composés phénoliques et flavonoïdes hydrosolubles, ce qui facilite leur extraction (Kaul *et al.*, 2013). À l'inverse, les aiguilles de *Pinus pinaster* contiennent davantage de résines et de tanins condensés, qui peuvent limiter l'efficacité d'extraction selon le solvant utilisé (Fkiri *et al.*, 2018).

Les travaux menés par Aspé et Fernández (2011) ont montré que la teneur en phénol total et les tanins des feuilles de *Pinus radiata* bark, est plus élevée par l'extraction du Soxhlet que celle par la macération, où cette dernière résulte d'une simple rupture des pores de la paroi, ce qui explique son faible rendement d'extraction. Alors que la durée maximum de l'extraction pour les deux techniques est de 180min (Soxhlet : $12 \pm 0.4\%$ et macération : $8.7 \pm 0.3\%$, NaOH : 27.3%), ces résultats sont très faibles par rapport ceux obtenu dans ce travail par Soxhlet à 200 °C (665.6%). Le rendement élevé obtenu par la technique du Soxhlet est expliqué par la haute température utilisée (82 °C), cela pour une meilleure extraction des composants phytochimiques (Aspé et Fernández, 2011).

Les résultats de rendement d'extraction des feuilles sèches de *Rosa* sp obtenu dans cette étude (66,8 %) sont en accord avec les travaux du Um *et al.* (2018) sur *Rosa rugosa* Thunb, qui ont montré que le rendement de l'extraction par la technique d'ultrasound-assisted extraction (UAE) est de 50.73–96.69, 15.93–31.88 mg/g, pour les polyphénol et flavonoïdes, respectivement. Ces composants sont parfaitement extraits à 50 °C, avec 50% éthanol. Le rendement d'extraction des polyphénol et flavonoïdes dépend de la technique, la température, concentration de l'éthanol (Um *et al.*, 2018).

II.3. Screening phytochimique :

Les résultats des tests phytochimiques (figure 38) des deux extrait hydroethanologiques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* et *Rosa* sp sont représentés dans le tableau 01, où la présence et l'absence de certains groupes chimiques et métaboliques sont bien indiqués.



Figure 48 : Test chimique de *Pinus pinaster* (à gauche) et *Rosa sp* (à droite) (Orginal, 2025).

Tableau 7 : Screening phytochimiques éthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* et *Rosa sp*.

Principe actif	<i>Rosa sp</i>	<i>Pinus pinaster</i>
Les alcaloïdes	++	+++
Les tanins	+++	+++
Les flavonoïdes	+++++	+++
Les quinones libres	+++	+++
Les saponines	++	+
Les terpénoïdes (test de slakowski)	+	+++
Les composés réducteurs	++	+
Mucilages	+	-

Indicateur de réaction :

(+) Résultat faiblement positif ; (++) Résultat positif ; (+++) Résultat fortement positif ; (-) négative.

Les résultats obtenus dans le tableau 10 mettent en évidence la richesse des extraits de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* en métabolites secondaires bioactifs. On remarque que la majorité des tests ont présenté une réaction positive avec les composants de l'extrait, indiquant la présence de divers métabolites secondaires dans l'échantillon analysé.

Les différences marquées en teneur de ces composants sont accordées au type de l'espèce étudiée.

II.4. Tests phytochimiques sur l'extrait du *Pinus pinaster*

L'analyse phytochimique de l'extrait hydroéthanoïque des feuilles sèches de *Pinus pinaster* montre que cette plante contient les composés suivants : flavonoïdes, alcaloïdes, tanins, saponines, terpénoïdes, quinones libres et composés réducteurs, Mucilage, avec une teneur qui diffère d'un composé à un autre.

Les flavonoïdes, les alcaloïdes, les tanins et les quinones libres sont présents en quantités relativement élevées, indiquant une richesse en métabolites secondaires à potentiel antioxydant et antimicrobien. Les terpénoïdes sont également bien représentés, ce qui suggère des propriétés anti-inflammatoires ou aromatiques. En revanche, les saponines et les composés réducteurs sont présents en faibles quantités, ce qui traduit une activité modérée dans ces classes de composés.

Cette richesse phytochimique corrobore les données scientifiques existantes sur ses propriétés pharmacologiques potentielles ainsi que sur son rôle écologique dans les écosystèmes forestiers, biopesticide, leur effet insecticide signalés par plusieurs études récentes.

II.5. Tests phytochimiques sur l'extrait de *Rosa sp*

L'analyse phytochimique de l'extrait de *Rosa sp* a révélé une réactivité notable envers plusieurs classes de composés secondaires. Les flavonoïdes ont induit une réponse particulièrement prompte, manifestant un résultat positif avant même l'atteinte du volume réactionnel attendu. Des interactions significatives ont également été observées avec les tanins, les quinones libres, les saponines, les alcaloïdes et les composés réducteurs. Bien que plus lentes, des réactions positives ont été obtenues avec les mucilages et les terpénoïdes, ces derniers ayant finalement révélé une interaction complète lors du test de Salkowski. En somme, l'extrait de rosacée a démontré une affinité marquée pour l'ensemble des groupes chimiques testés.

II.6. Teneur en pigments chlorophylliens

La teneur en pigments chlorophylliens (chlorophyll A, B, totale et les caroténoïdes) de l'extrait végétale de la plante *Rosa sp* et le pin maritime est bien illustré sur la figure 43.

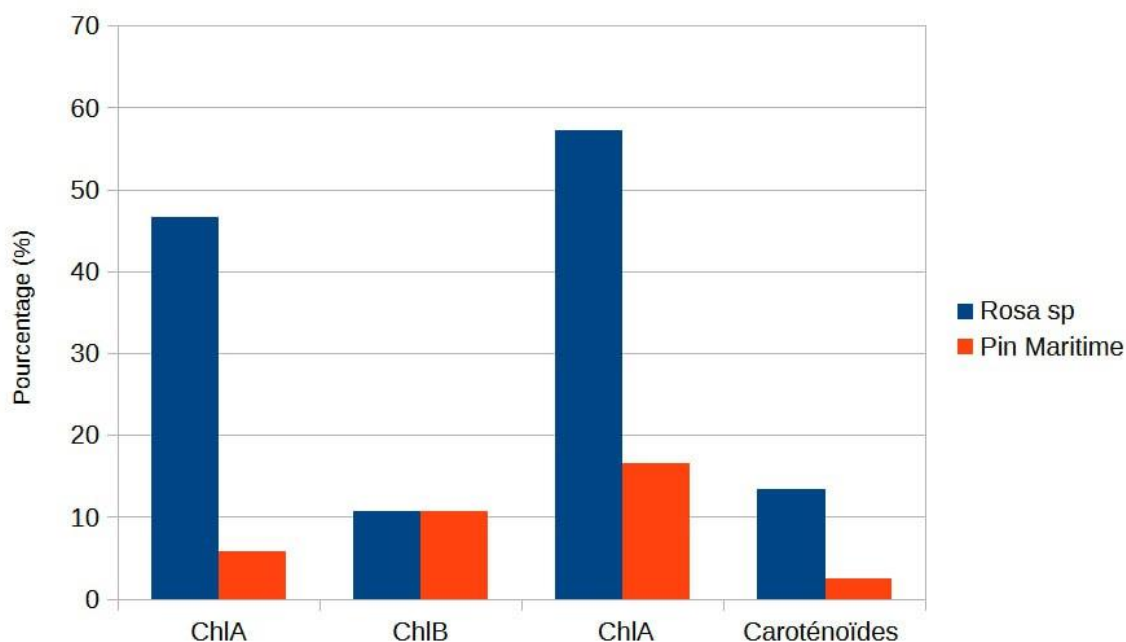


Figure 49: Résultats de teneur en pigments chlorophylliens dans l'extrait de *Rosa sp* et de pin maritime.

L'analyse des teneurs en pigments photosynthétiques dans l'extrait de *Pinus pinaster* révèle des concentrations variables entre les différents types de pigments. La chlorophylle A présente la proportion la plus élevée parmi les composants analysés, suivie par les caroténoïdes, puis la somme totale des chlorophylles (Chl a + b). En revanche, la chlorophylle B affiche la teneur la plus faible. On note également une légère différence entre les deux échantillons comparés (première vs. Récolte rouge), où le second semble présenter des niveaux légèrement plus élevés pour la majorité des pigments.

Ces résultats confirment que la chlorophylle A est souvent plus abondante que la chlorophylle B dans les tissus végétaux verts, en particulier chez les conifères comme *Pinus pinaster*, ce qui est conforme aux données rapportées par **Lichtenthaler et al. (1987)**. La dominance de la chlorophylle A peut s'expliquer par son rôle principal dans la capture de l'énergie lumineuse durant la photosynthèse.

La teneur relativement élevée en caroténoïdes est également significative. Ces composés jouent un rôle essentiel dans la protection des cellules végétales contre les effets des radicaux libres et du stress oxydatif, ce qui souligne le potentiel antioxydant de l'extrait étudié (**Stintzing & Carle, 2004**). Cette propriété est particulièrement intéressante dans un contexte de valorisation bioactive des extraits naturels.

Par ailleurs, les différences observées entre les deux récoltes pourraient être attribuées à des facteurs environnementaux (ensoleillement, saison de collecte), ou à des différences de

maturité des aiguilles, comme le suggèrent les travaux de **Fkiri et al. (2018)** qui ont démontré des variations importantes des pigments chez deux variétés de *Pinus pinaster* en fonction de l'origine géographique.

Cette variation en teneur de pigments chlorophylliens dépend de l'effet de plusieurs facteurs, en citant : l'espèce, la période de récolte et l'environnement, etc.

II.5. Test de germination

Le résultat du test de germination des deux extrait hydroéthanoïques des feuilles



Figure 50: Résultat du test de germination (original, 2025).

La figure 43 indique l'évolution de la germination des graines de la tomate en fonction des jours et cela sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* et *Rosa sp*.

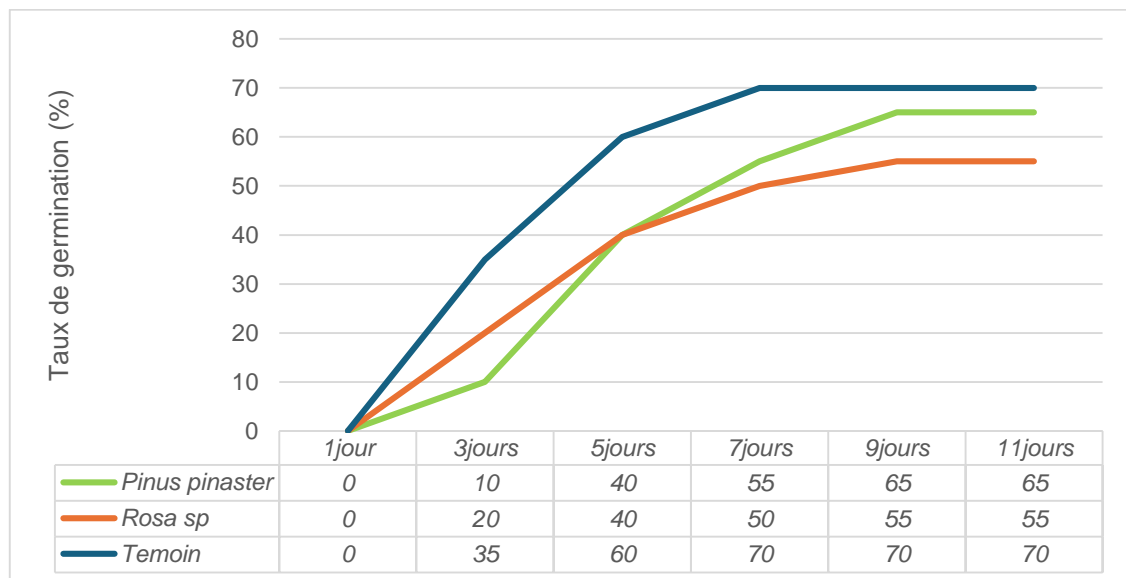


Figure 51: Effet des extraits hydro éthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* et *Rosa sp* sur le taux de germination des graines de la tomate.

L'analyse des données obtenues après 11 jours montre une différence significative entre les effets des extraits de *Pinus pinaster* et de *Rosa sp.* sur la germination des graines de la tomate. Le témoin a atteint un taux de germination de 70 %, contre 65 % pour les graines traitées par l'extrait de *Pinus pinaster* et seulement 55 % pour celles exposées à *Rosa sp.*

Ce taux plus faible dans le cas de *Rosa sp.* indique un effet inhibiteur probable, ce qui est cohérent avec les résultats de (Możdżeń *et al.*, 2021), qui ont montré que les extraits aqueux de *Rosa blanda* réduisent significativement la germination de *Festuca rubra* et de *Raphanus sativus*, même à des concentrations modérées.

En revanche, les données de croissance révèlent que les plantules ayant germé en présence de l'extrait de *Rosa sp.* ont présenté une élévation notable, atteignant plusieurs centimètres, tandis que celles traitées avec *Pinus pinaster* sont restées plus courtes. Cette observation laisse penser que *Rosa sp.* pourrait contenir des composés phénoliques ou flavonoïdes qui, à faibles concentrations, stimulent l'élévation cellulaire post-germination (Możdżeń *et al.*, 2021).

Concernant *Pinus pinaster*, l'effet semble plus inhibiteur sur l'ensemble du développement. En effet, selon Rodrigues-Honda *et al.* (2017), les aiguilles de *Pinus elliottii* une espèce proche de *P. pinaster* exercent un effet négatif sur la germination et la croissance des plantules de tomate. Les auteurs attribuent cet effet allélopathique à la présence de composés volatils tels que l' α -pinène et le β -caryophyllène, qui perturbent la perméabilité membranaire et l'activité enzymatique essentielle à la germination.

Ces résultats suggèrent que les effets allélopathiques dépendent fortement de la nature chimique des extraits végétaux, de leur concentration, ainsi que du stade phénologique des semences.

II.8. Taux de mortalité des insectes :

8. 8.1. Effet des extraits de *Rosa sp* sur *Oxycarenus lavaterae* :

Les histogrammes de la **figure 45** illustrent l'effet des différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100%) de l'extrait hydroéthanoïque des feuilles sèches de *Rosa sp.* Sur l'*Oxycarenus lavaterae* après exposition à 1h, 24h, 48h et 72h.

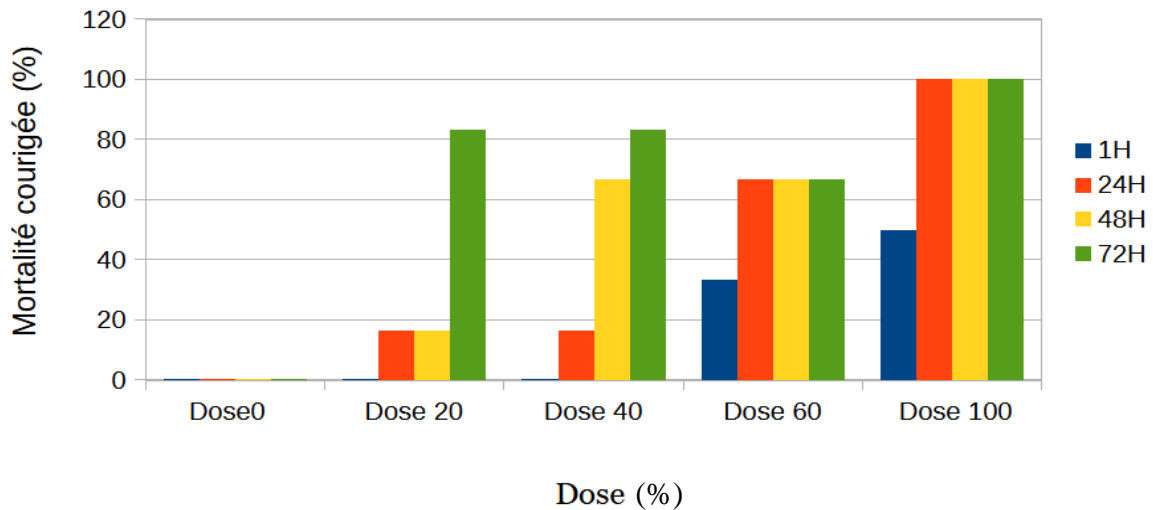


Figure 52 : Evolution du taux de mortalité corrigée d'*Oxycarenus lavaterae* sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Rosa sp.*

D'après les résultats indiqués sur la figure 45, aucune mortalité n'a été observée au niveau du témoin (dose 0), confirmant la validité des conditions expérimentales. À la dose 20 %, la mortalité reste faible jusqu'à 48h, puis augmente fortement à 72h (~85%), indiquant un effet cumulatif.

La dose 40 % montre une efficacité plus rapide, avec ~68 % de mortalité à 48 h et ~85 % à 72 h. À la dose 60, la mortalité atteint ~30 % dès 1h et se stabilise autour de 70 % à partir de 24 h.

La dose 100 induit une mortalité totale (100 %) dès 24 h, traduisant une forte toxicité à court terme.

Ces résultats révèlent une relation dose-réponse nette et un effet temporel. L'extrait de *Rosasp.* apparaît ainsi comme un candidat prometteur pour la lutte biologique contre *O. lavaterae*, en particulier à partir de la dose 60.

I.8. 8.2. Effet des extraits de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* :

Les histogrammes de la **figure 46** illustre l'effet des différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100%) de l'extrait hydroéthanoïque des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur l'*Oxycarenus lavaterae* exposé à 1h, 24h, 48h et 72h.

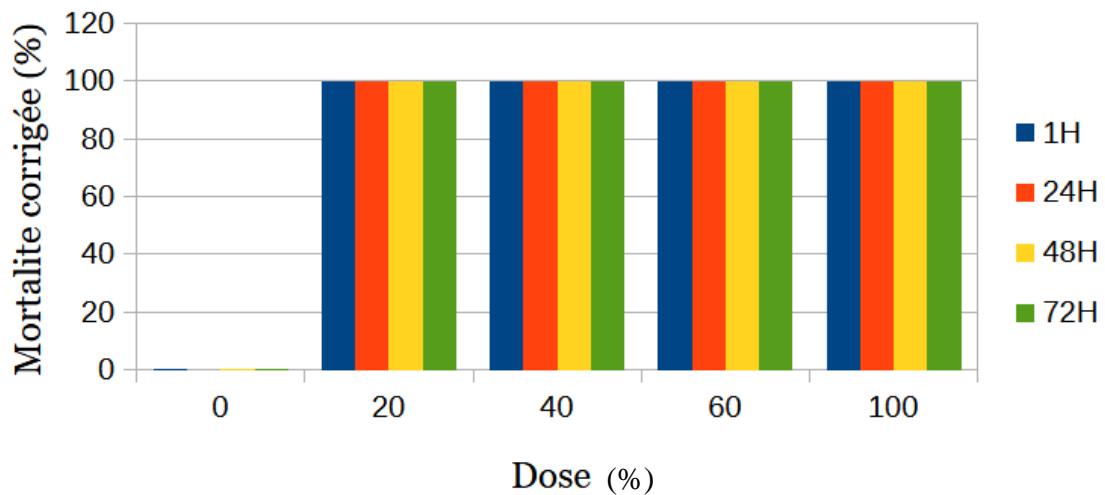


Figure 53 : Evolution du taux de mortalité corrigée d'*Oxycarenus lavaterae* sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster*.

Les résultats représentés sur la figure 47 indiquent que l'extrait de *Pinus pinaster* exerce un effet insecticide très puissant sur *Oxycarenus lavaterae*. La mortalité corrigée atteint 100 % aux doses de 20, 40, 60 et 100 %, indépendamment de la durée d'exposition (1h à 72h), ce qui traduit une activité toxique rapide et efficace. Aux doses de 20 et 40 %, un ralentissement net de la mobilité des insectes a été observé avant leur mort. En revanche, aux doses plus élevées de 60 et 100 %, la mortalité est survenue immédiatement après l'application, indiquant un effet létal instantané.

I.8. 3. Effet des extraits de *Rosasp* sur le puceron vert du rosier « *Macrosiphum roseae* »

L'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Rosa* sp testés à des doses de : 0, 20, 40, 60, et 100 % vis-à-vis le puceron vert du rosier (*Macrosiphum rosae*) exposé à 1h, 24h, 48h et 72h, est bien illustré sur la **figure 47**.

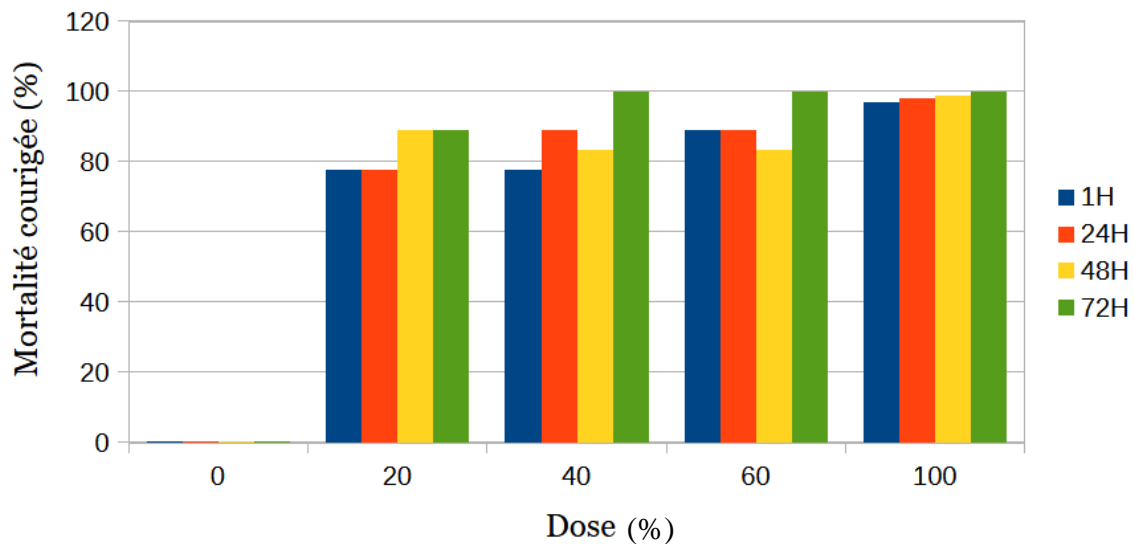


Figure 54: Evolution du taux de mortalité corrigée de *Macrosiphum rosae* sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Rosa sp.*

Les données présentées dans la figure 47 illustrent une efficacité croissante de l'extrait de *Rosa sp.* sur la mortalité corrigée des pucerons en fonction de la concentration et de la durée d'exposition. Dès la dose 20 %, une mortalité notable est observée, dépassant les 80 % après 48h heures. Cette tendance s'accroît avec l'augmentation des doses, atteignant un taux maximal de mortalité (>100 %) à la dose 100 % au bout de 72 heures, ce qui témoigne d'un effet insecticide marqué.

II.8.4. Effet des extraits de *Pinus pinaster* sur le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* ».

L'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* testés à des doses de : 0, 20, 40, 60, et 100 % vis-à-vis le puceron vert du rosier (*Macrosiphum rosae*) exposé à 1h, 24h, 48h et 72h, est bien illustré sur la **figure 48**.

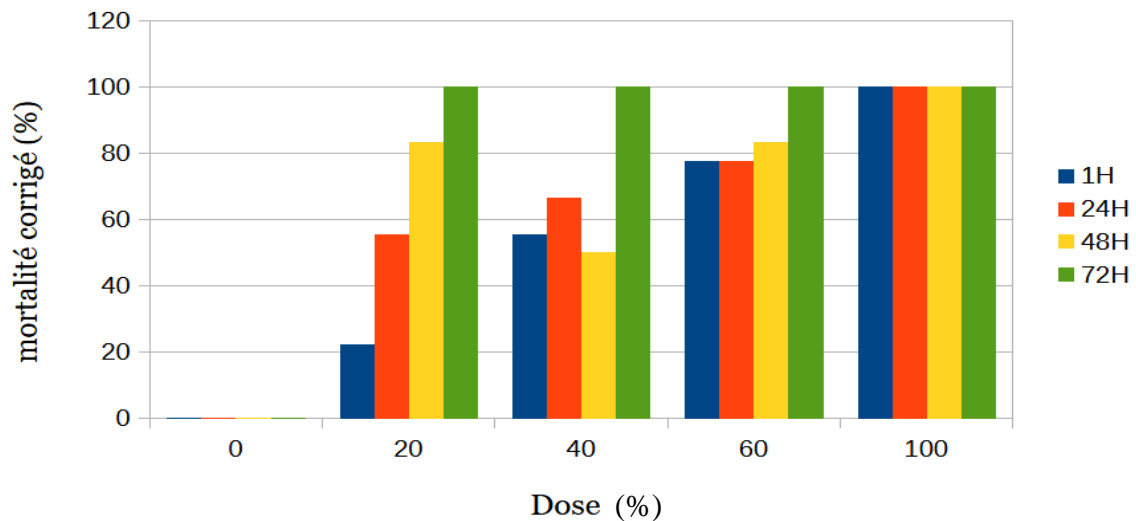


Figure 55 : Evolution du taux de mortalité corrigée de *Macrosiphum rosae* sous l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster*

Les résultats présentés sur la figure 48 indiquent que l'extrait des feuilles sèches de *Pinus pinaster* provoque une mortalité corrigée des pucerons qui augmente à la fois avec la concentration et avec le temps d'exposition. À 20 %, la mortalité est de l'ordre de 25 % après 1h, atteignant 55 % à 24h, 85 % à 48h, puis 100 % à 72h. Des tendances similaires sont observées aux concentrations de 40 % et 60 %, où la mortalité augmente progressivement avec le temps. À 100 %, une mortalité maximale proche de 100 % est observée dès la première heure, indiquant un effet foudroyant à cette concentration.

Ces observations démontrent l'efficacité potentielle de l'extrait de *Pinus pinaster* contre les pucerons, surtout à fortes doses. L'effet cumulatif observé avec le temps pourrait être attribué à l'accumulation des composés actifs dans l'organisme cible.

I.8. 5. Effet de l'éthanol pure sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosipum rosae* ».

L'histogramme présenté dans la figure 49 montre la mortalité corrigée (%) causée par l'effet de l'éthanol sur *Oxycarenus lavaterae* et le *Macrosipum rosae* à la durée de 1h, 24h, 48h et 72h.

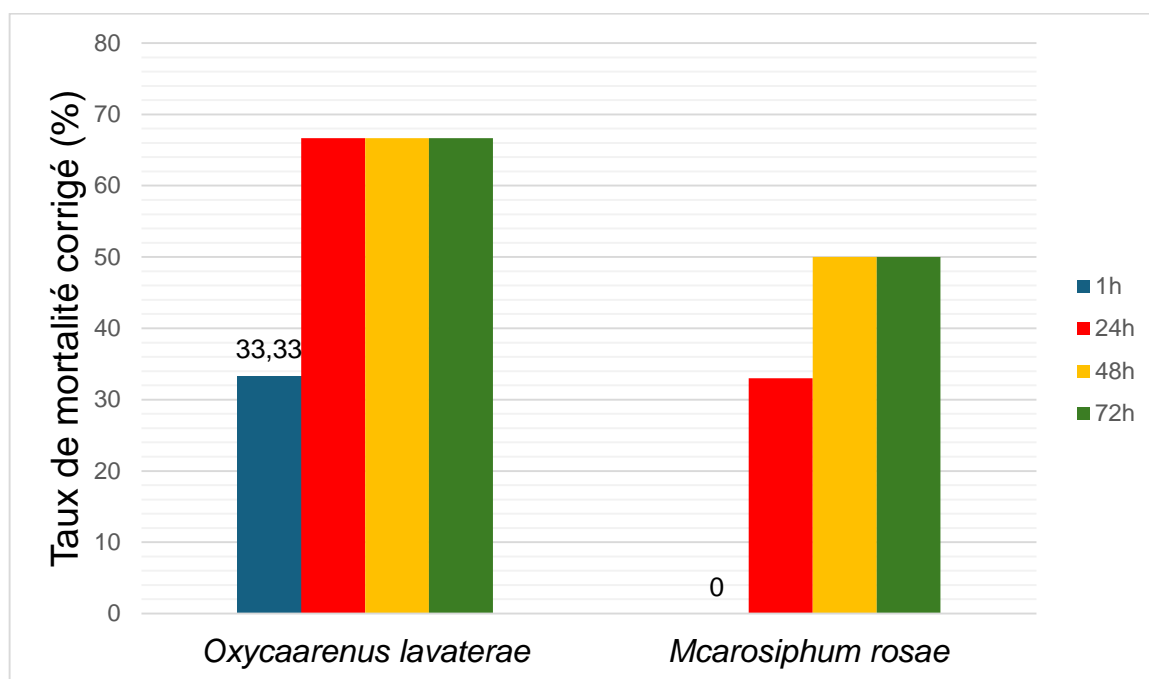


Figure 56 : Evolution du taux de mortalité corrigée de *Macrosiphum rosae* et *Oxycarenus lavaterae* sous l'effet de l'éthanol pure.

D'après les résultats de la figure 49, chez *Oxycarenus lavaterae*, la mortalité atteint environ 33.33 % après 1 h, avec un pic à environ 66.67 % à 24 h, puis reste constant à 48 et 72 h.

Chez le puceron, absence de mortalité à 1 h et faible après 24 h (près de 33 %), et atteint un maximum à 48h et 72 h (près de 50 %).

Ces résultats indiquent que l'éthanol agit plus rapidement sur *Oxycarenus lavaterae* avec un effet maximal dès 24 heures, ce qui suggère une sensibilité aiguë ou une absorption plus rapide.

En revanche, le puceron réagit plus lentement, mais l'effet augmente avec le temps, atteignant un maximum à 72h, indiquant une action progressive de l'éthanol ou une accumulation de ses effets.

Ces différences peuvent être dues à la structure cubculaire, au métabolisme ou à la taille corporelle des deux espèces. Elles montrent aussi l'importance de choisir le bon moment d'application pour optimiser l'efficacité insecticide.

I.8. 6. Comparaison entre l'effet des extraits de *Rosa* sp sur *Oxycarenius lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 1 h.

L'histogramme présenté sur la figure 50 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanolique des feuilles sèches de *Rosa* sp sur le taux de mortalité d'*Oxycarenius lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 1h de traitement.

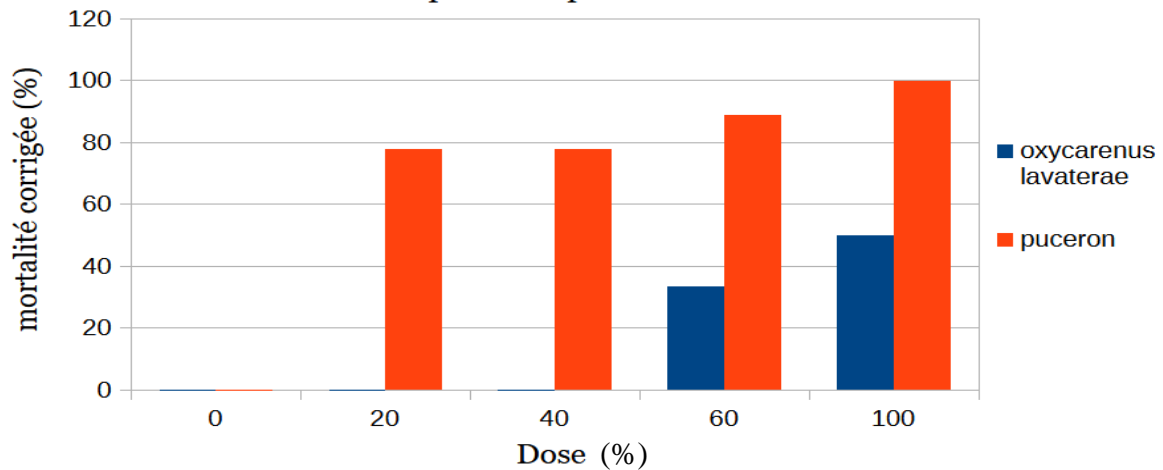


Figure 57 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoliques des feuilles sèches de *Rosa* sp sur *Oxycarenius lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* », après 1 h.

Chez le puceron, la mortalité est très élevée dès 20 (environ 80 %) et atteint 100 % à partir de la dose 60.

Chez *Oxycarenius lavaterae*, la mortalité restetres faible à 20 % et 40 %, puis augmente progressivement à la dose de 60 % (environ 30 %) et 100 % (environ 50 %).

I.8.7. Comparaison entre l'effet des extraits de *Rosa* sp sur *Oxycarenius lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 24 h.

L'histogramme présenté sur la figure 51 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanolique des feuilles sèches de *Rosa* sp sur le taux de mortalité d'*Oxycarenius lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 24h de traitement.

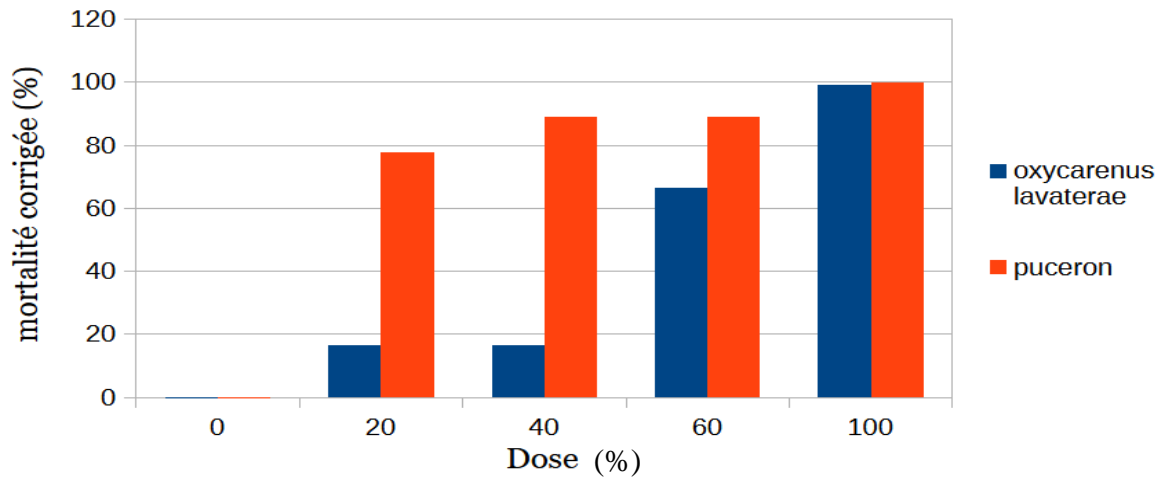


Figure 58 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Rosa* sp sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosipum rosae* », après 24 h.

Après 24 heures, on observe que la mortalité des pucerons augmente rapidement dès la dose de 20 %, atteignant plus de 90 % à partir de 40 %, tandis que celle de *O. lavaterae* reste relativement faible pour les doses inférieures à 60 %. Ce résultat suggère une plus grande sensibilité initiale du puceron à l'extrait comparé à *O. lavaterae*.

I. 8. 8. Comparaison entre l'effet des extraits de *Rosa* sp sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosipum rosae* » après 48h.

L'histogramme présenté sur la figure 52 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Rosa* sp sur le taux de mortalité d'*Oxycarenus lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 48h de traitement.

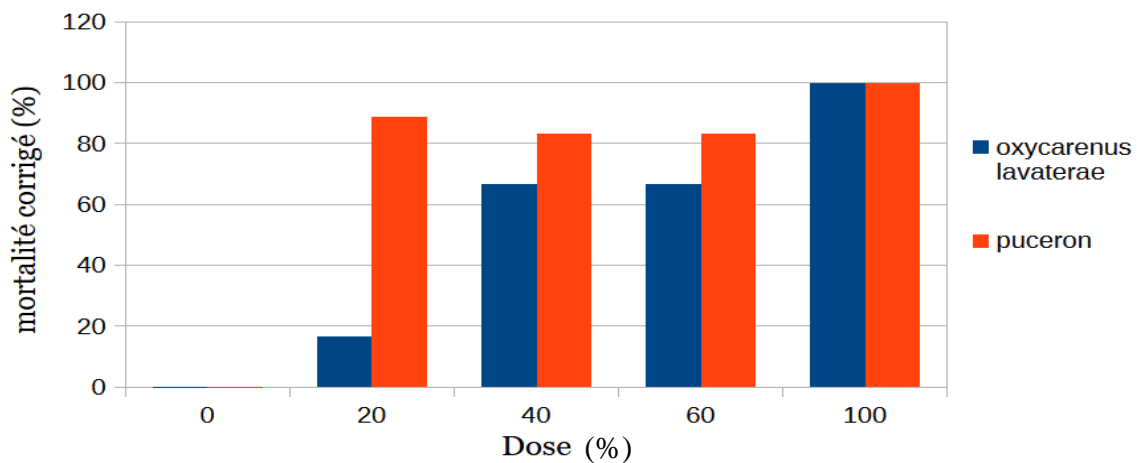


Figure 59: Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Rosa* sp sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosipum rosae* », après 48 h.

D'après les résultats de la figure 52, À 48 heures, la mortalité des deux insectes augmente de manière significative. À 60 %, la mortalité corrigée atteint environ 70 % chez *O. lavaterae* et dépasse les 80 % chez le puceron. Ces données indiquent un effet cumulatif de l'extrait au fil du temps, renforçant son efficacité.

I.8.9. Comparaison entre l'effet des extraits de *Rosa sp* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosipum rosae* » après 72 h.

L'histogramme présenté sur la figure 53 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Rosa sp* sur le taux de mortalité d'*Oxycarenus lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 72h de traitement.

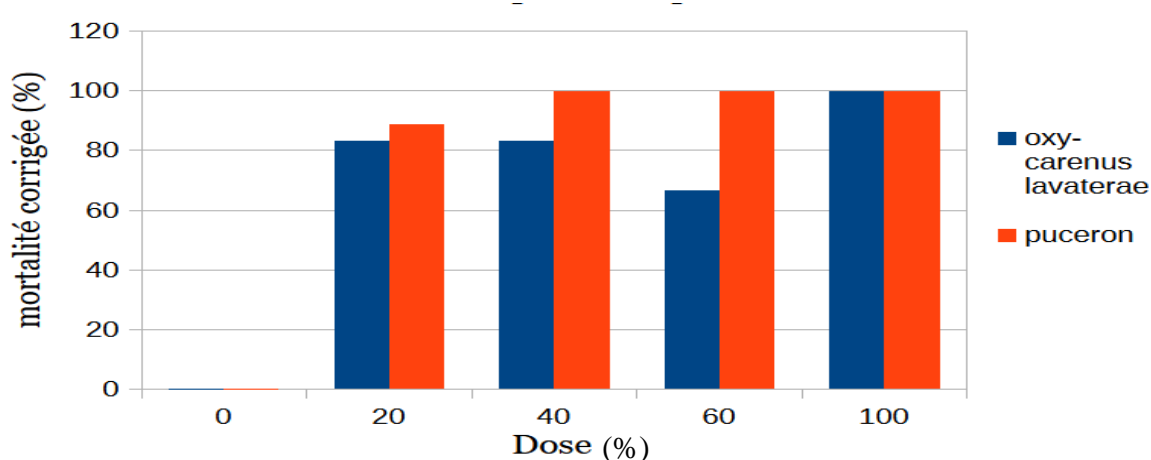


Figure 60 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Rosa sp* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* », après 72 h.

D'après les résultats de la figure 53, après 72 heures, les deux espèces atteignent presque 100 % de mortalité à la dose de 100 %. À des doses plus faibles (40–60%), la mortalité des deux insectes est aussi élevée, dépassant les 80 %, ce qui témoigne d'un effet durable et croissant dans le temps.

I. 8. 10. Comparaison entre l'effet des extraits de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 1 h.

L'histogramme présenté sur la figure 54 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur le taux de mortalité d'*Oxycarenus lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 1h de traitement.

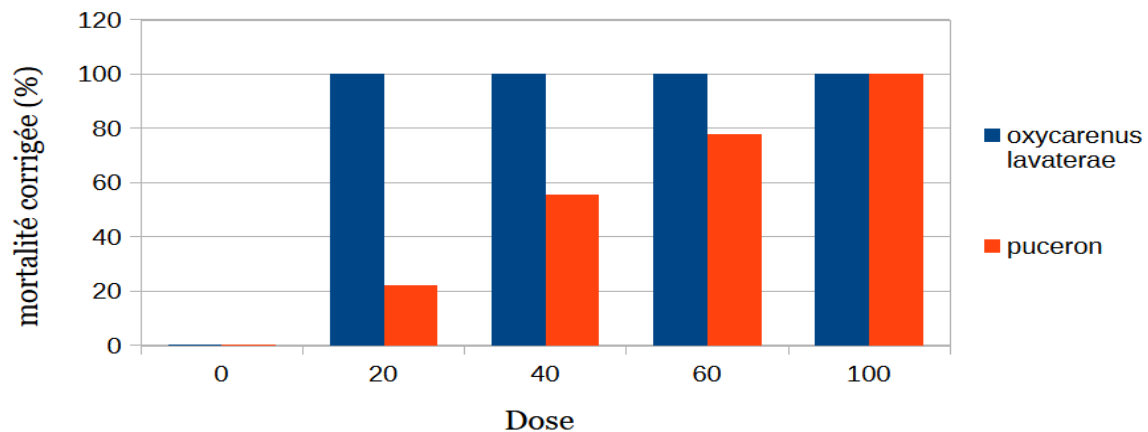


Figure 61: Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 1 h.

L'extrait de pin maritime montre un effet rapide sur *Oxycarenus lavaterae*, avec une mortalité corrigée atteignant 100 % dès la dose 20. En revanche, les pucerons sont moins sensibles, avec seulement 20 % de mortalité à cette même dose, et une efficacité maximale (100 %) n'est atteinte qu'à la dose 100 %.

I. 8. 11. Comparaison entre l'effet des extraits de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 24 h.

L'histogramme présenté sur la figure 55 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur le taux de mortalité d'*Oxycarenus lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 24h de traitement.

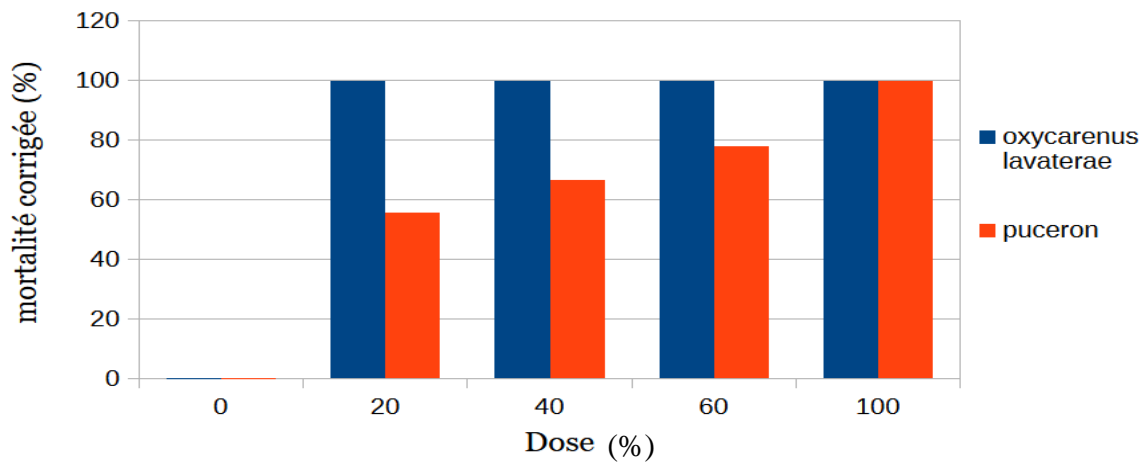


Figure 62 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 24 h.

L'extrait de pin maritime provoque une mortalité de 100 % chez *Oxycarenus lavaterae* à partir de la dose 20. Chez les pucerons, la mortalité augmente de manière progressive avec la dose, atteignant environ 80 % à la dose maximale de 100, ce qui indique un effet modéré après 24 heures d'exposition.

I. 8. 12. Comparaison entre l'effet des extraits de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 48 h.

L'histogramme présenté sur la figure 56 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur le taux de mortalité d'*Oxycarenus lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 48 h de traitement.

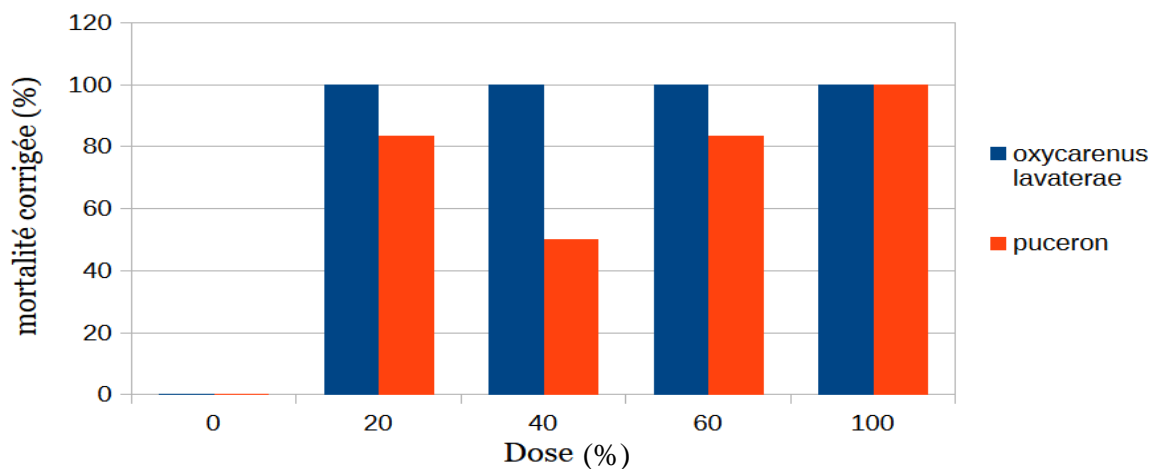


Figure 63 : Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 48 h.

Après 48 heures, l'effet du pin maritime reste constant sur *Oxycarenius lavaterae* (100 % de mortalité à toutes les doses). Chez les pucerons vert du rosier *Macrosipum rosae*, on observe une variation dans la Réponse: mortalité élevée à 20 et 60, mais plus faible à la dose 40, ce qui peut indiquer une fluctuation dans la sensibilité ou une efficacité irrégulière selon les concentrations.

I. 8. 13. Comparaison entre l'effet des extraits de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenius lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosipum rosae* » après 72 h.

L'histogramme présenté sur la figure 57 montre l'effet de différentes doses (0, 20, 40, 60, et 100 %) de l'extrait hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur le taux de mortalité d'*Oxycarenius lavaterae* et *Macrosiphum rosae*, après 72 h de traitement.

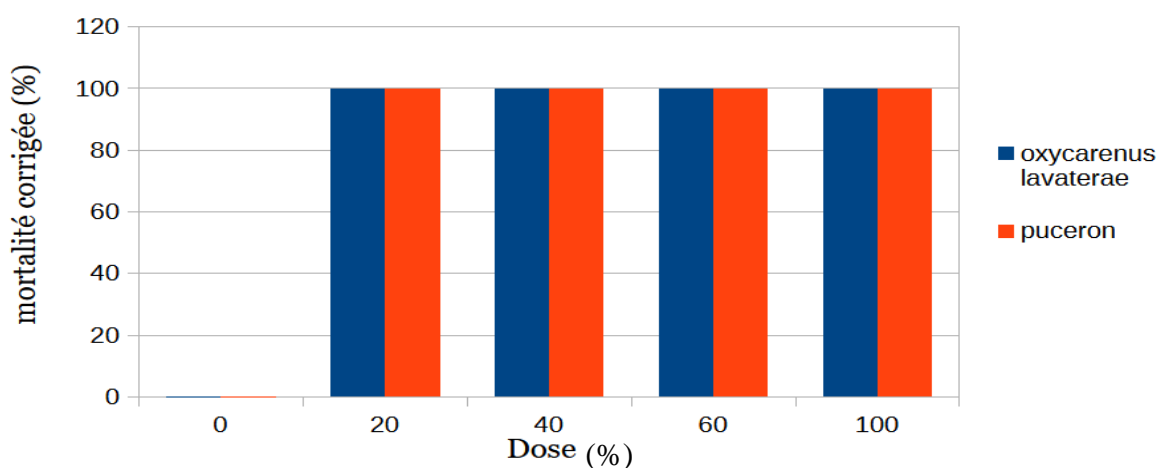


Figure 64: Comparaison entre l'effet des extraits hydroéthanoiques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenius lavaterae* et le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* » après 72 h.

Après 72 heures, l'extrait de pin maritime atteint 100 % de mortalité chez les deux espèces (*Oxycarenius lavaterae* et pucerons), et ce à toutes les doses testées, révélant un effet cumulé maximal à long terme.

Quant à l'extrait de *Pinus pinaster*, son efficacité augmente progressivement avec le temps, atteignant 100 % de mortalité chez les deux espèces après 72 heures, ce qui suggère un effet cumulatif lié probablement à la richesse en monoterpènes tels que l' α -pinène et le β -pinène. Ces composés sont bien connus pour leur pouvoir insecticide.

Les résultats obtenus confirment l'efficacité insecticide des extraits végétaux testés, en particulier ceux de *Rosa sp* et de *Pinus pinaster*, contre *Oxycarenius lavaterae* et les

pucerons. L'extrait de *Rosa sp* s'est montré très actif dès la première heure, en particulier contre *Oxycarenus*, ce qui peut être attribué à la présence de composés volatils à action rapide comme certains phénols.

I.9 Dose létale (DL50)

I.9.1 DL50 de l'extrait de *Rosa sp* sur *Oxycarenus lavaterae*

L'effet de l'extrait hydroéthanolique des feuilles sèches de *Rosa sp* sur *Oxycarenus lavaterae* est illustré sur la figure 65, indiquant la présence d'une forte corrélation positive ($R^2 = 0,8$) entre l'effet des différentes doses des extraits testé et le taux de mortalité corrigée. La valeur de la DL50 obtenu dans ce cas est de 69 %.

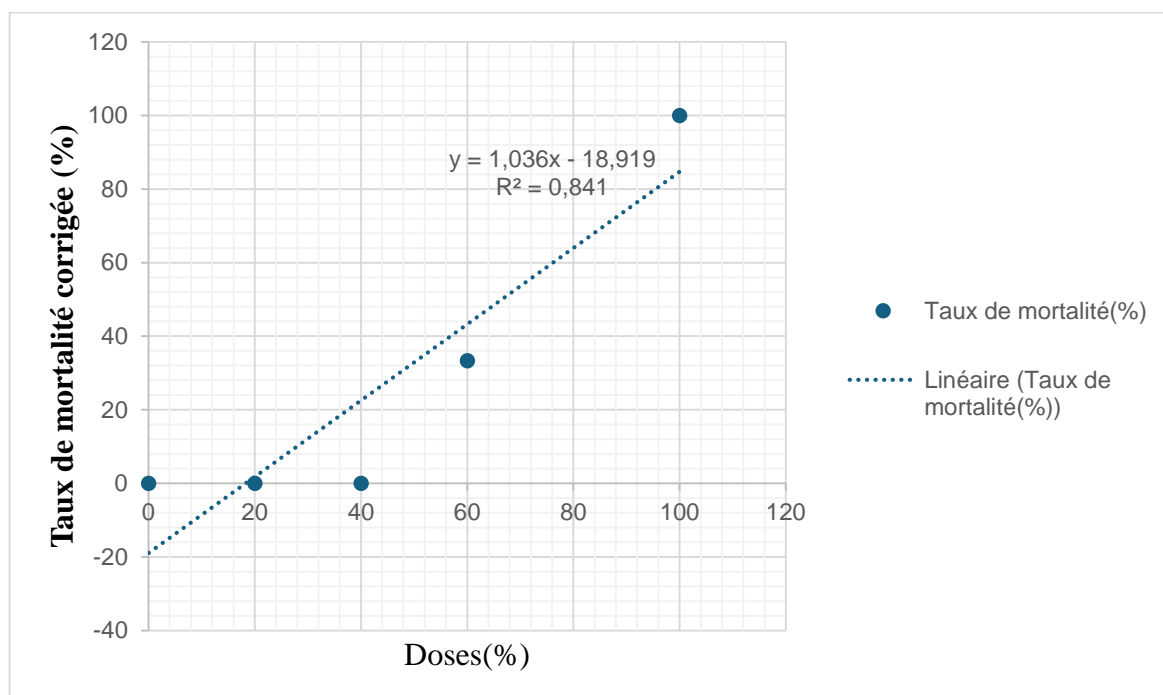


Figure 65: Corrélation entre l'effet des doses de l'extrait hydroéthanolique des feuilles de *Rosa sp* et le taux de mortalité corrigée d'*Oxycarenus lavaterae*.

I.9.2 DL50 de l'extrait de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae*

L'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* est illustré sur la figure 66, indiquant la présence d'une corrélation positive ($R^2=0.4$) entre l'effet des différentes doses des extrait testé et le taux de mortalité corrigée d' *Oxycarenus lavaterae*. La valeur de la DL50 obtenu dans ce cas est de 3 %.

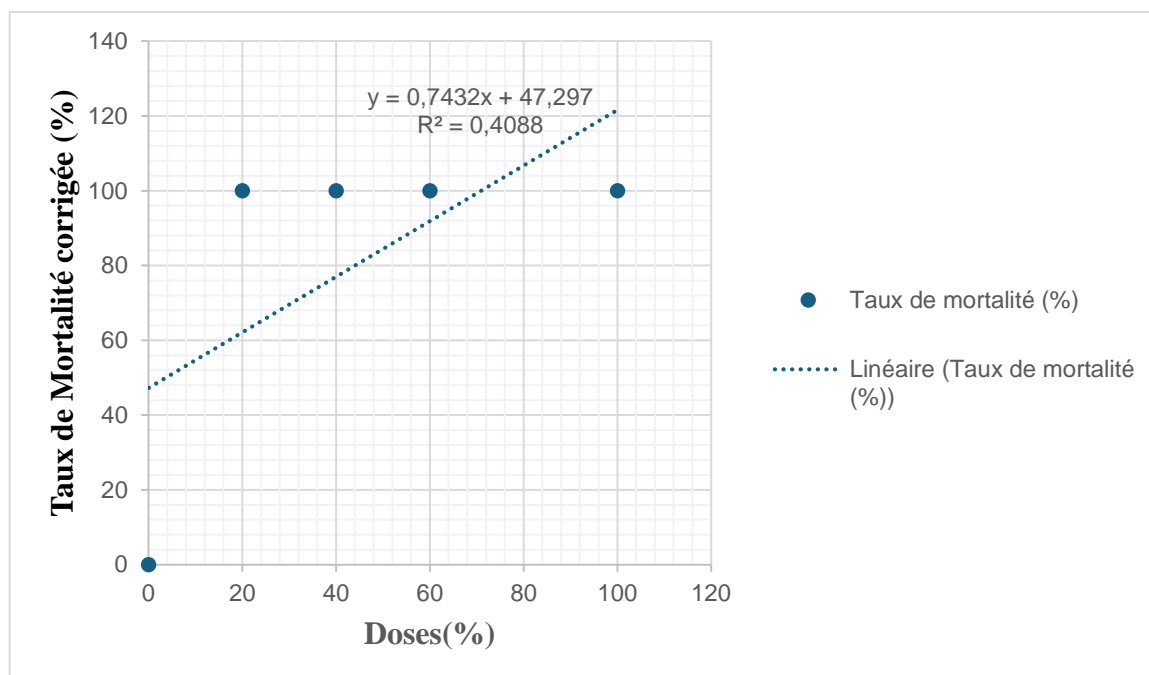


Figure 66: Corrélation entre l'effet des doses de l' extrait hydroéthanoïques des feuilles de *Pinus pinaster* et le taux de mortalité corrigée d'*Oxycarenus lavaterae*

I.9.3 DL50 de l'extrait de *Rosa sp* sur *Macrosiphum rosae*

L'effet des extraits hydroéthanoïques des feuilles de *Rosa sp* sur *Rosa sp* est illustré sur la figure 67, indiquant la présence d'une corrélation positive ($R^2=0.6$) entre l'effet des différentes doses des extrait testé et le taux de mortalité corrigée de *Macrosiphum rosae*. La valeur de la DL50 obtenu dans ce cas est de 20%.

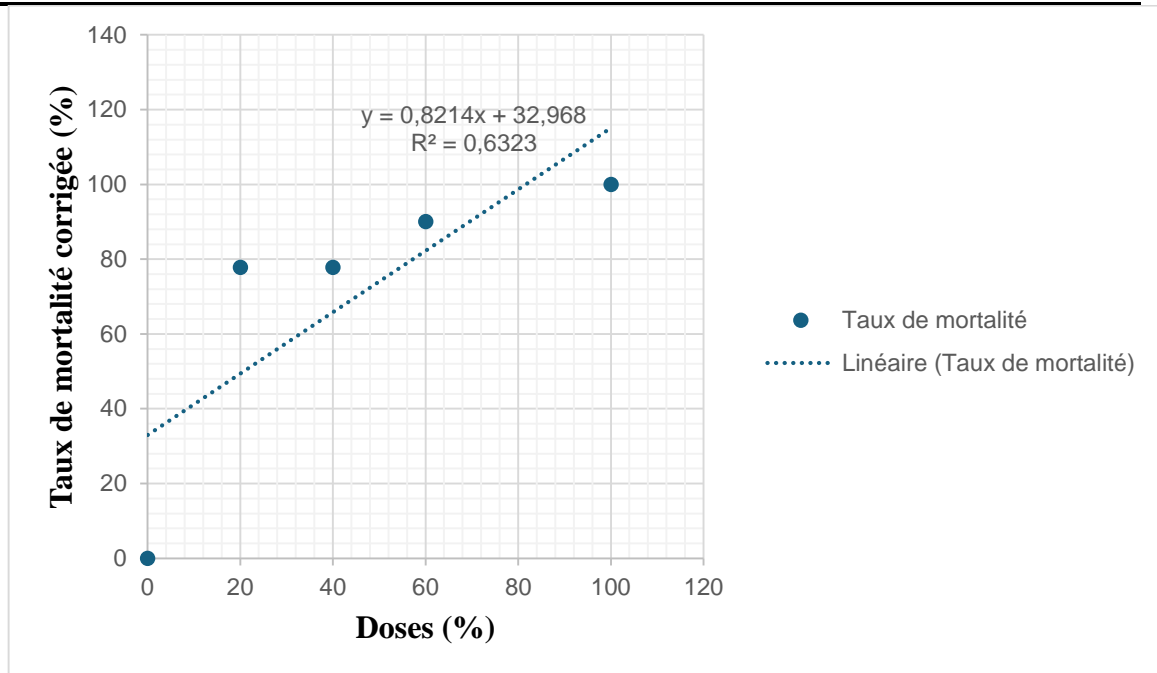


Figure 67: Corrélation entre l'effet des doses de l'extrait hydroéthanique des feuilles de *Rosa sp* et le taux de mortalité corrigée de *Macrosiphum rosae*

I.9.3 DL50 de l'extrait de *Rosa sp* sur *Oxycarenus lavaterae*

L'effet des extraits hydroéthaniques des feuilles de *Rosa sp* sur *Oxycarenus lavaterae* est illustré sur la figure 68, indiquant la présence d'une corrélation positive ($R^2=0.8$) entre l'effet des différentes doses des extrait testé et le taux de mortalité corrigée d'*Oxycarenus lavaterae*. La valeur de la DL50 obtenu dans ce cas est de 42%.

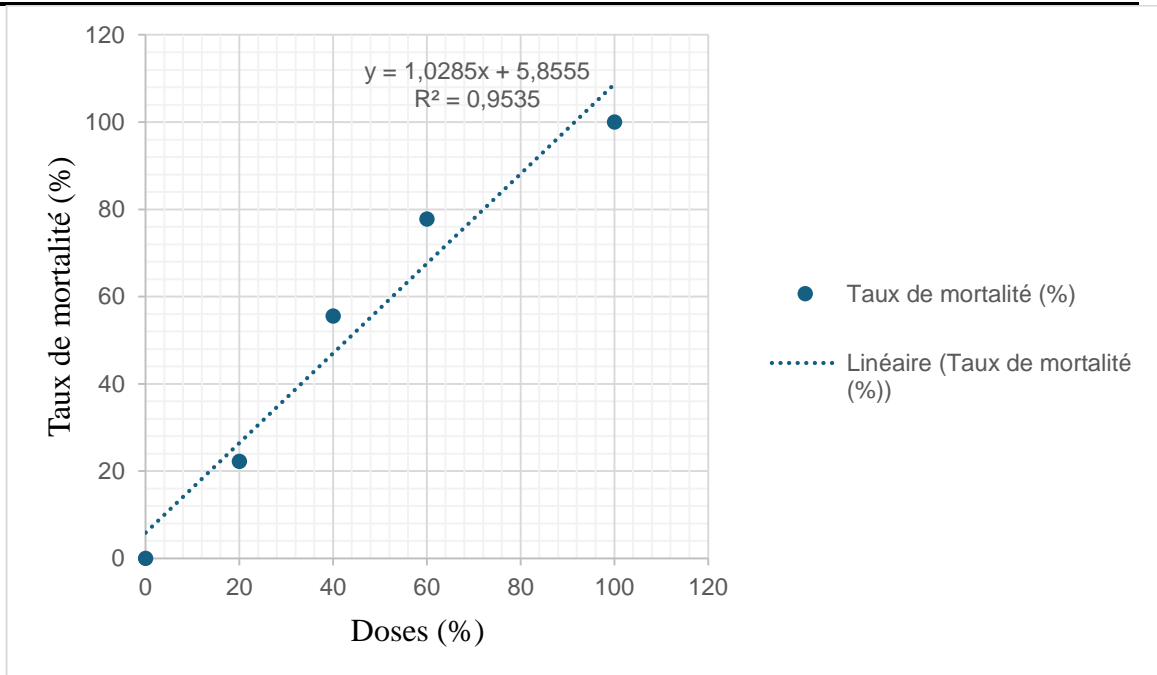


Figure 68: Corrélation entre l'effet des doses de l'extrait hydroéthanolique des feuilles de *Pinus pinaster* et le taux de mortalité corrigée *Macrosiphum rosae*

Les résultats obtenus dans cette étude suite à l'effet insecticide de *Rosa* sp sur le puceron vert du rosier et sur *Oxycarenus lavaterae* sont en accord avec les travaux de **Cheikh-Affene et al. (2013)**, qui ont mis en évidence l'activité insecticide d'extraits bruts de graines de plusieurs espèces sauvages de *Rosa* sp vis-à-vis de deux espèces de pucerons, à savoir *Aphis fabae* et *Acrthosiphon pisum*. Parmi les espèces étudiées, *Rosa dumetorum* s'est distinguée par une efficacité notable, confirmant ainsi le potentiel biocide de certains membres de la famille des Rosaceae.

Ben Cheikh et al. (2012) ont montré que l'extrait hexaniques de graines de *Rosa canina*, *R. dumetorum*, *R. pulverulenta* Ciblent : *Aphis fabae* et *Acyrtosiphon pisum* (pucerons proches de *M. rosae*) Concentration : 40 mg/mL Résultats : *A. fabae* : 25 à 47 % de mortalité *A. pisum* : 22 à 34 % de mortalité Plus fort effet pour *R. dumetorum*

Lachguer et al. (2021) ont trouvé que les plantes marocaines (dont *Rosmarinus officinalis* — famille Lamiaceae) testées sur *Macrosiphum rosaepulvérisation* directe en laboratoire et au champ (laboratoire à 100 % d'extrait) : 93 à 100 % de mortalité après 24 h alors qu' au champ) : Efficacité ≥ 90 % pour la plupart des plantes. **Sevinç et al. (2024)** a obtenu que l'huile essentielle d'orange amère testée sur *Macrosiphum rosae* à concentration à 400 mL/100 L (application foliaire) Résultats : Année 1 : 99.6 % Année 2 100 % Année 3 : 100 %.

Bien que les études spécifiques portant sur l'effet des extraits de *Pinus pinaster* sur les pucerons soient encore limitées, les revues scientifiques telles que celles d'**Isman (2006)** et de **González-Coloma et al. (2011)** mettent en avant le potentiel insecticide des extraits de conifères en général, incluant les espèces de pin, comme alternatives écologiques dans la lutte intégrée. Il apparaît donc nécessaire de mener des recherches expérimentales approfondies afin d'évaluer l'efficacité des extraits de *Pinus pinaster* contre les pucerons, d'identifier les concentrations optimales et de comprendre les mécanismes d'action sous-jacents. Ces études contribueraient au développement de solutions naturelles et durables dans la gestion des ravageurs.

L' effet insecticide obtenu dans cette étude par les extraits de *Pinus pinaster* sur *Oxycarenus lavaterae* et le puceron vert du rosier sont en accord avec plusieurs recherches récentes, **Bouguettaya (2019)** a démontré l'efficacité de l'extrait de *Pinus pinaster* contre *Callosobruchus maculatus*, avec une mortalité totale après 24 h d'exposition à 12 %.**Sadli (2017)** a également signalé une activité insecticide marquée de cet extrait sur *Acanthoscelides obtectus*, et **Bachi & Mahmoudi (2017)** ont obtenu des résultats similaires sur *Bruchus rufimanus*. Ces résultats suggèrent que l'extrait brut de *Pinus pinaster* contient des

composés bioactifs capables d'agir efficacement contre plusieurs espèces d'Hémiptères. L'intensité de cette activité dépend néanmoins de facteurs comme la concentration, le mode d'exposition et la physiologie de l'insecte cible. Des études antérieures menées sur d'autres espèces de la même famille entomologique confirment ces résultats.

Une autre étude a prouvé que *P. pinaster* et *P. halepensis* testés par *B. oleae* fumigation (20 µL) 100 % (36 h), *P. brutia* et *P. pinea* testés par *E. kuehniella* Fumigation (300 µL) ≥ 90 % (48 h), *Rosa dumetorum* (graines) *A. fabae* / *A. pisum* testé par contact direct 25–47 % / 22–34 %, *R. officinalis*, autres *Macrosiphum rosae*, pulvérisation 93–100 % (labo), Orange amère *Macrosiphum rosae* Application foliaire 99.6–100 %.

L'étude d'**Amri et al. (2013)** a montré que les huiles essentielles extraites de *Pinus pinaster* possèdent des propriétés antifongiques et herbicides, suggérant ainsi un potentiel effet indirect ou direct dans la lutte contre les insectes ravageurs, en perturbant leur habitat ou leur physiologie. Bien que cette étude ne cible pas directement les pucerons, elle démontre le potentiel bioactif de cette espèce de conifère, ouvrant la voie à son utilisation contre divers arthropodes nuisibles. Ces résultats soulignent la nécessité de développer des recherches ciblées sur l'effet direct des extraits de *Pinus pinaster* contre les pucerons. Bien que les preuves actuelles soient indirectes, la composition chimique du pin maritime laisse supposer une activité biologique intéressante, à condition d'être testée expérimentalement dans des conditions contrôlées

Par ailleurs, **Moreira et al. (2009)** ont démontré que l'application de méthyl jasmonate sur des plants de *Pinus pinaster* augmente la production de résine, un mécanisme de défense naturel contre les insectes xylophages, renforçant la résistance des plantes face aux attaques d'insectes nuisibles. De même, les recherches de **Macchioni et al. (2003)** ont mis en évidence une activité acaricide marquée de l'huile essentielle de *P. pinaster*, atteignant 100 % de mortalité contre certains acariens à des doses modérées. Ces résultats renforcent l'idée que les extraits de conifères peuvent constituer une alternative efficace et naturelle aux insecticides chimiques. Enfin, l'étude comparative menée par **Amri et al. (2013)** entre *Pinus pinaster* et *Cupressus sempervirens* a également confirmé l'efficacité des huiles de pin maritime contre plusieurs ravageurs et agents pathogènes, soulignant ainsi leur potentiel en biocontrôle.

Samra et al. (2022) prouve que les huiles essentielles de *Pinus halepensis* et *P. pinaster* testées sur *Bactrocera oleae* (mouche de l'olive). fumigation (20 µL) 100 % de mortalité après 36 heures. Activité insecticide liée aux monoterpènes (α -pinène, limonène).

Kordali et al. (2015) ont prouvé que les huiles de *Pinus brutia* et *Pinus pinea* contre *Ephestia kuehniella*. La Dose létale médiane LC₅₀ : entre 300–340 µL/L d'air. Le résultat obtenu est de mortalité ≥ 90 % dans les 24–48 h.

Les différences constatées dans les taux de mortalité peuvent s'expliquer par divers facteurs, notamment la richesse phytochimique des extraits, la nature et la concentration des composés actifs (tels que les flavonoïdes, les tanins et certaines huiles essentielles), ainsi que les conditions expérimentales et la sensibilité spécifique des insectes testés. De tels résultats soulignent l'intérêt croissant pour les extraits végétaux en tant qu'alternatives durables et écologiques aux insecticides de synthèse.

Discussion sur la teneur en composé phytochimique et l'effet bioinsecticide des extraits des plantes étudiées

Les composés phytochimique (flavonoïdes, tanins, saponines, terpénoïdes, alcaloïdes, quinones, composés réducteurs, mucilage) obtenus dans les extraits des deux espèces étudiées, *Pinus pinaster* et *Rosa* sp dans ce travail sont la principale source explicable de l'effet insecticide engendré vis à vis *Oxycarenus lavaterae* et *Macrosiphum rosae*.

Les flavonoïdes jouent un rôle central en perturbant le système digestif des insectes phytophages et en inhibant l'action des enzymes digestives comme les amylases ou les protéases (**Isman, 2006**). Dans notre étude, leur concentration élevée dans *Pinus pinaster* pourrait expliquer son effet répulsif potentiel contre certaines espèces d'insectes ravageurs.

Les tanins, quant à eux, exercent une action astringente qui altère la perméabilité intestinale des insectes, réduisant ainsi leur capacité à absorber les nutriments essentiels. Une étude de **Boulogne et al. (2012)** a montré que les tanins présents dans certaines plantes médicinales tropicales réduisent significativement la survie des larves de moustiques (*Aedes aegypti*).

Les saponines, présentes à un niveau modéré dans nos extraits, sont également connues pour leur capacité à provoquer des effets cytotoxiques sur les membranes des cellules intestinales d'insectes, menant à leur paralysie ou mortalité (**Kumar et al., 2021**).

Enfin, les terpénoïdes, abondants dans *Pinus pinaster*, agissent souvent comme neurotoxines naturelles, affectant le système nerveux central des insectes. Des études récentes, notamment celle de **Regnault-Roger et al. (2017)**, ont démontré l'efficacité des monoterpènes et diterpènes contre plusieurs coléoptères et lépidoptères agricoles.

Ainsi, la combinaison de ces composés dans les extraits testés justifie leur potentiel insecticide, en accord avec les données de la littérature. Cela ouvre des perspectives

intéressantes pour le développement de bioinsecticides d'origine végétale, respectueux de l'environnement.

La meilleure DL 50 ; après 1h d'exposition de l'insecte au traitements ; a été obtenu, par l'extrait de *Pinus pinaster* sur l'*Oxycarenus lavaterae* (DL50 : 3%). Alors que le *Rosa* sp exerce un effet important sur le puceron vert du rosier « *Macrosiphum rosae* avec une DL50 : 20%, Ce résultat peut être expliqué par le fait que les composants chimiques contenant dans l'extrait de *Pinus* réagit rapidement avec l'*Oxycedrus*, cela suite à la teneur élevée de la plante en huile essentielles (conifères) qui peuvent être pénétrer ou être inhalé facilement par l'insecte et interagie avec rapidement avec la composante biologique de l'insecte.

Les valeurs de la DL 50 indiquent que l'extrait *Pinus pinaster* est plus efficace de celui de *Rosa* sp sur les deux insectes.

L'analyse statistiques démontre que l'extrait du *Rosa* sp a un effet non significatif sur les deux insectes. Alors un effet significatif est provoqué par le *Pinus pinaster*.

Conclusion

Conclusion

Les extraits végétaux représentent une alternative naturelle prometteuse aux pesticides chimiques traditionnels, permettant de réduire les impacts environnementaux négatifs. Parmi ces plantes, *Pinus pinaster* (pin maritime) et *Rosa* sp (rosier) connus pour leurs diverses activités biologiques et insecticide. Elle se distingue par sa richesse en composés bioactifs tels que les Flavonoides, tanin, polyphenols,

L'étude menée dans ce travail met en lumière l'intérêt croissant que suscitent les produits naturels dans le domaine de la protection des cultures.

Les extraits hydroéthanoïques des feuilles sèches de *Pinus pinaster* et de *Rosa* sp ont démontré leur capacité à réduire significativement la population de la punaise des tilleul "*Oxycarenus lavaterae*" et le puceron vert des rosier "*Macrosiphum roseae*", des ravageurs redoutés dans de nombreuses cultures horticoles.

Les feuilles fraîches de *Rosa* sp se caractérise par un taux d'humidité (64%) plus élevé de celui obtenu dans les feuilles fraîches de *Pinus pinaster* (44%). Alors que les rendements d'extraction obtenus pour chacun est de : 66.8% et 65.6%, respectivement.

Les deux extraits ont un effet plus au moins ralentissant sur la germination de la tomate. Alors que, l'extrait de *Pinus pinaster* reste favorisant à la croissance par rapport au *Rosa* sp.

L'extrait de *Rosa* sp : après 72h et pour les deux insectes, les doses de 20 % et 100 % ont provoqué une mortalité de 80%, 100%, respectivement. Alors, qu'après 1h, la mortalité totale de 100% enregistré chez le *Macrosiphum rosae* et 50% chez *Oxycarenus lavaterae* est obtenu par la dose de 100%.

L'extrait de *Pinus pinaster* : Après 72h, une mortalité totale (100%) a été enregistrée chez les deux insectes testés suite à l'application de la dose de 20 %. Alors, qu'après 1h, la mortalité totale de 100% a été obtenue par l'application de la dose de 100% chez le *Macrosiphum rosae* et chez *Oxycarenus lavaterae*.

Les références bibliographiques

Suite aux résultats obtenus, l'extrait de *Pinus pinaster* est plus efficace que *Rosa* sp, cela suite à sa composition phytochimique.

Ainsi, cette efficacité repose sur la présence de métabolites secondaires aux propriétés insecticides, qui offrent une alternative crédible aux molécules de synthèse. Cela est bien illustré dans ce travail, où les deux extraits de plantes utilisés contiennent divers composés phytochimiques reconnues par leurs effets insecticide: flavonoïdes, tanins, saponines, alcaloïdes, mucilage, composés réducteurs, quinones, terpénoïdes.

Cette étude à fait montré que l'effet insecticide dépend de la durée d'exposition au traitement, de la dose appliquée et de l'espèce végétale de l'extrait, de l'espèce de l'insecte testée, la composition phytochimique et la richesse en teneur des différents principes actifs.

Les valeurs de la DL 50 ; après 1h d'exposition des insectes aux traitements ; a démontré que l'extrait de *Pinus pinaster* est très efficace sur l'*Oxycarenus lavaterae* (3%) et provoque un effet relativement moyen sur *Macrosiphum rosae* (42%). Alors que l'extrait de *Rosa* sp exerce un effet important sur le puceron vert du rosier (*Macrosiphum rosae*) avec une DL50 : 20 %, et faible sur l'*Oxycarenus lavaterae* (69%). En conclusion, L'extrait des feuilles de *Pinus pinaster* est plus élevé que *Ros* sp sur les deux insectes exerçant un effet immédiat après 1 h d'exposition.

Ces extraits se distinguent non seulement par leur action biocide, mais aussi par leur biodégradabilité, leur faible persistance dans l'environnement et leur relative innocuité pour les organismes non-cibles, ce qui répond aux exigences d'une agriculture durable et responsable.

Cependant et comme perspectives, malgré les résultats prometteurs obtenus en conditions de laboratoire, plusieurs aspects méritent d'être approfondis. Des études complémentaires seront nécessaires pour mieux cerner les mécanismes d'action des composés actifs, identifier les synergies éventuelles entre molécules et déterminer les doses optimales à appliquer en conditions réelles. Par ailleurs, une évaluation de l'impact à long terme de ces extraits sur les écosystèmes agricoles est indispensable avant toute valorisation à grande échelle.

En définitive, cette recherche confirme que la valorisation des ressources végétales locales, telles que *Pinus pinaster* et *Rosa* sp., peut contribuer au développement de solutions écologiques, économiquement viables et adaptées aux contextes agro climatiques.

Les références bibliographiques

L'intégration progressive de ces biopesticides dans les programmes de lutte intégrée pourrait représenter une avancée majeure vers une agriculture plus verte, plus saine et plus résiliente face aux défis sanitaires et environnementaux actuels.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abdelgaleil, S. A. M., et al. (2020).** Use of *Pinus* essential oils against stored-product insects. *Journal of Insect*.
3. **Aktar, M. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009).** Impact of pesticides use in agriculture : their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12.
4. **Ali, A., Khan, M. F., Riaz, M., & Rehman, S. (2023).** Toxicological effects of plant-derived insecticides on crop pests : A recent overview. *Journal of Plant Protection Research*, 63(1), 15–24.
5. **Alia, R., & Martin, S. (2011).** Fiche technique d'EUFORGEN pour la conservation génétique et l'utilisation du pin maritime (*Pinus pinaster*). Bioversity International & Ministère de l'Agriculture.
6. **Allen, J. (2004).** Arbres forestiers méditerranéens. Éditions Larousse.
7. **Amitouche, T., & Rakem, B. (2017).** Effets insecticides de deux huiles essentielles à l'égard d'un insecte ravageur *Tribolium confusum*. Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri.
8. **Amri, I., Hanana, M., Gargouri, S., Hamrouni, L., & Jamoussi, B. (2017).** Comparative study on the chemical composition and biological activities of essential oils of *Pinus pinaster* and *Cupressus sempervirens*. *Industrial Crops and Products*, 95, 152–160.
9. **Anonyme. (2006).** Les pucerons : Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales. Projet FEDER.
10. **Arnon, D. I. (1949).** Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1–15.
11. **Arslangündoğdu, Z., Hizal, E., & Acer, S. (2018).** First record of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(2), 1305–1311.
12. **Aubert, G. (2005).** Le pin maritime : Biologie, écologie et adaptation. INRA éditions.
13. **Azwanida, N. N. (2015).** A review on the extraction methods used in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4(3), 196.
14. **Bachi, B., & Mahmoudi, N. (2017).** L'effet insecticide de l'huile essentielle du pin maritime (*Pinus pinaster* L.) sur la longévité des adultes mâles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* durant la période de diapause. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri, 44 p.
15. **Beghadid, F. (2021).** Étude phytochimique de deux plantes médicinales de la région de Saïda. Université de Saïda Dr Moulay Tahar.
16. **Benoit, R. (2006).** Biodiversité et lutte biologique. ENITA Clermont-Ferrand.
17. **Bettayeb, A. (2010).** Répartition de *Pinus pinaster* en Algérie. Mémoire de Master.
18. **Birgitta, B., Kare, B., Chase, M. W., Reveal, J. L., Soltis, D. E., Soltis, P. S., & Stevens, P. F. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105–121.
19. **Björkman, O., & Demmig, B. (1987).** Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. *Planta*, 170(4), 489–504.
20. **Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2023).** Aphids on the World's Plants: An Identification and Information Guide. Retrieved from <http://www.aphidsonworldsplants.info>
21. **Bocquillon, J.-C. (s.d.).** Fiche espèce : *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787). ADEP Entomologie. <https://adepentomo.fr/fiche-espece-oxycarenus-lavaterae-fabricius-1787/>
22. **Bouguettaya, S. (2019).** Activité insecticide de l'huile essentielle du pin maritime (*Pinus pinaster* L.) sur *Callosobruchus maculatus*. Mémoire de Master.

23. **Boulogne, I., Petit, P., Ozier-Lafontaine, H., Desfontaines, L., & Loranger-Merciris, G. (2012).** Insecticidal and repellent properties of medicinal plants from the Caribbean against *Aedes aegypti*. *Parasitology Research*, 110(5), 1787–1792.
24. **Bouzaïda, Y., & Debbakh, Z. (2006).** Effet de la salinité sur la chlorophylle foliaire chez *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*. Université de Mostaganem.
25. **Bremer, B., & Eriksson, T. (2009).** Time tree of Rubiaceae : Phylogeny and dating the family, subfamilies, and tribes. *International Journal of Plant Sciences*, 170(6), 766–793.
26. **Cavé, A. 1993.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.
27. **Chandler, D., et al. (2011).** The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, 366(1573), 1987–1998.
28. **Cheikh-Affene, Z. B., Ikbal, C., Faouzi, H., & Ahmed, B. (2013).** Effects of wild rose (*Rosa sp.*) seed extracts on two legume aphids. *Pharmacognosy Communications*, 3(2), 45–49.
29. **Ciampolini, M., Trematerra, P., & Clampolini, H. (1986).** Biologie de *Oxycarenus lavaterae* (F.). *Note di Entomologia Applicata*.
30. **Dixon, A. F. G. (1998).** *Aphid Ecology : An optimization approach* (2nd ed.). Chapman & Hall.
31. **Clampolini, H., & Trematerra, P. (1986).** Rilievi biologici su *Oxycarenus lavaterae* (F.). *Note di Entomologia Applicata*.
32. **Demmig-Adams, B., & Adams, W. W. (1996).** The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. *Trends in Plant Science*, 1(1), 21–26.
33. **Dominique, M. (2007).** Le pin maritime. Institut pour le développement forestier.
33. **Dodd, S., Lieckfeldt, E., & Samuels, G. J. (2003).** *Hypocrea atroviridis* sp. Nov., the teleomorph of *Trichoderma atroviride*. *Mycologia*, 95(1), 27–40.
34. **Dohou, N., Yamni, K., Tahrouch, S., Hassani, L.M., BADOUC, A., and Gmira, N., 2003.** Phytochemical screening of an ibero-moroccan endemic, *Thymelaea lythroides*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 142, 61-78.
35. **Dupont, F., & Guignard, J.-L. (2007).** *Botanique systématique moléculaire*. Elsevier Masson.
36. **Farjon, A. (2001).** *World checklist and bibliography of conifers* (2nd ed.). Royal Botanic Gardens, Kew.
37. **Fkiri, S., Bousta, D., & Chait, A. (2018).** Étude comparative de l'activité antioxydante et du contenu en composés phénoliques des extraits de *Pinus pinaster* et *Pinus halepensis* du Maroc. *Phytothérapie*, 16(6), 351–360.
38. **Fkiri, S., Tlili, N., Elfalleh, W., & Nasri, N. (2018).** Antioxidants and chlorophyll in *Pinus pinaster* Arn. Needles. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3(1), 46–52.
39. **FoloLisele, J. (2014).** Screening chimique, extraction et caractérisation des groupes phytochimiques des plantes traitant les maladies cutanées dans la région de la Tshopo. Mémoire.
40. **Francois, M., & Georget, M. (2006).** PBI en pépinière sous abri : cas du puceron vert des agrumes. *Phym – Revue Horticole*, N° 4855, 31–34.
41. **Fraval, A. (2006).** *Les pucerons – 1^{ère} partie*. INRA.
42. **González-Coloma, A., López-Balboa, C., Santana, O., Reina, M., & Fraga, B. M. (2011).** Triterpene-based plant defenses. *Phytochemistry Reviews*, 10(2), 245–260.
43. **Goula, M., Espinosa, M., Eritja, R., & Aranda, C. (1999).** Étude sur *Oxycarenus lavaterae* en Espagne. Universidad de Barcelona.
44. **Harborne J. (1998).** *Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plant analysis* third ed. UK, Chapman and Hall Thomson Science: 203–234.

45. **Hein, E. M., Rose, K., van't Slot, T. L., Bon, E. P., & Wichers, H. J. (2002).** Structure–activity relationships of flavonoids as inhibitors of nitric oxide production in murine macrophages. *Biochemical Pharmacology*, 64(4), 517–525.
46. **Hullé, M., Turpeau-Aït Ighil, E., Robert, T. M., & Monnet, Y. (1999).** *Les pucerons des plantes maraîchères : Cycles biologiques et activités de vol.* INRA/ACTA.
47. **Ignacimuthu, S. (2012).** *Insect pest control : Using plant resources.* Alpha Science International, Oxford, UK.
48. **Isman, M. B. (2005).** Botanical insecticides, deterrents, and insect growth regulators. *Pest Management Science*, 61(3), 231–237.
49. **Isman, M. B. (2006).** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45–66.
50. **Isman, M. B. (2020).** Botanical insecticides in the twenty-first century—Fulfilling their promise ? *Annual Review of Entomology*, 65, 233–249.
51. **Jerez, M., Selga, A., Sineiro, J., Torres, J. L., & Nunez, M. J. (2007).** Comparison between bark extracts from *Pinus pinaster* and *Pinus radiata* : Antioxidant activity and procyanidin composition. *Food Chemistry*, 100, 439–444.
52. **Jean, M., & Polese, M. (2006).** *Arbres et arbustes de Méditerranée.* Edisud.
53. **Jodra, S. (2023).** *Les Rosacées.* Imago Mundi. (consulté le 10 mars 2023).
54. **Kahlouche-Riachi, F. (2014).** *Évaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie.* Thèse de Magister.
55. **Kaul, V. K., Sharma, S. S., Syamasundar, K. V., & Singh, B. (2013).** Agronomic interventions for improvement of essential oil in *Rosadamascena*. *Industrial Crops and Products*, 49, 601–606.
56. **Khedhri, S., Khammassi, M., Amri, I., Mabrouk, Y., Dhaouadi, F., Gargouri, S., Hanana, M., Jamoussi, B., & Hamrouni, L. (2023).** Étude de la composition chimique et des activités biologiques des huiles essentielles de *Pinus pinaster* cultivé en Tunisie. *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*.
57. **Kleeberg, H. (2006).** La dégradation des huiles essentielles. *Revue Environnement*.
58. **Kment, P., Vahala, O., & Hradil, K. (2006).** First records of *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) in Czech Republic with review of its distribution and biology. *Klapalekiana*, 42, 97–127.
59. **Kumar, S., Wahab, N., & Warikoo, R. (2021).** Saponin-rich plant extracts as botanical insecticides: Mode of action and prospects. *Industrial Crops and Products*, 164, 113347.
60. **Lachguer, H., et al. (2021).** Efficacité de plantes marocaines contre *Macrosiphum rosae*. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*.
61. **Larbi, Z. (2015).** Répartition de *Pinus pinaster* en Afrique du Nord. Université de Jijel.
62. **Larousse. (s.d.).** Puceron. *Encyclopédie Larousse.* Consulté le 3 juin 2025, à l'adresse : <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/puceron/8423>
63. **Leather, S. R., Dixon, A. F. G., & Watt, A. D. (1993).** *Aphid Biology.* Chapman & Hall
64. **Lichtenthaler, H. K., Buschmann, C., & Knapp, M. (1987).** How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll content of leaves by PAM fluorometry. *Photosynthesis Research*, 25(3), 147–153.
65. **Lichtenthaler, H. K., & Wellburn, A. R. (1983).** Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11(5), 591–592.
66. **Lamb, R. J., & MacKay, P. A. (2007).** Sexual morph production by *Macrosiphum rosae* (Hemiptera : Aphididae) : Variation among clones. *The Canadian Entomologist*, 139(6), 857–867.

67. **Luque de Castro, M. D., & García-Ayuso, L. E. (1998).** Soxhlet extraction of solid materials : An outdated technique with a promising innovative future. *Analytica Chimica Acta*, 369(1–2), 1–10.
68. **Macchioni, F., Cioni, P. L., Flamini, G., Morelli, I., Perrucci, S., Franceschi, A., Macchioni, G., & Ceccarini, L. (2003).** Acaricidal activity of essential oils of four *Pinus* species against *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4844–4847.
69. **Matesco, V. C., Borges, M., Redoan, R., & Costa, M. L. M. (2010).** *Oxycarenus lavaterae* in Europe. *Bulletin of Insectology*.
70. **Meyer, S., Reeb, C., & Bosdeveix, R. (2008).** Botanique : biologie et physiologie végétales. Éditions Maloine.
71. **Michel, B. (2010).** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Lavoisier.
72. **Mohammedi, A. (2006).** Étude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de magister, Université Abu Bakr Belkaid.
73. Maheshwaran, L., Nadarajah, L., Senadeera, S. P. N. N., Ranaweera, C. B., Chandana, A. K., & Pathirana, R. N. (2024). Phytochemical Testing Methodologies and Principles for Preliminary Screening/Qualitative Testing. *Asian Plant Research Journal*, 12(5), 11–38.
74. **Maheshwaran, L., Nadarajah, L., Senadeera, S. P. N. N., Ranaweera, C. B., Chandana, A. K., & Pathirana, R. N. (2024).** Phytochemical Testing Methodologies and Principles for Preliminary Screening/Qualitative Testing. *Asian Plant Research Journal*, 12(5), 11–38.
75. **Moreira, X., Zas, R., Solla, A., & Sampedro, L. (2009).** Methyl jasmonate induces changes in the allocation of carbon and nitrogen in *Pinus pinaster* seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), 94–100.
76. **Możdżeń, K., Tatoj, A., Barabasz-Krasny, B., Soltys-Lelek, A., Gruszka, W., & Zandi, P. (2021).** The allelopathic potential of *Rosablanda Aiton* on selected wild-growing and cultivated plants in Europe. *Plants*, 10(9), 1806.
77. **Nollet, L. M. L., & Rathore, H. S. (2015).** *Biopesticides Handbook*. CRC Press.
78. **Pérez-García, A., Romero, D., & de Vicente, A. (2011).** Plant protection and growth stimulation by microorganisms : Biotechnological applications of Bacilli in agriculture. *Current Opinion in Biotechnology*, 22(2), 187–193.
79. **Perrier, A., & Perrier, J. (2014).** Guide des arbres et arbustes de France. Éditions Sud-Ouest.
80. **Potter, D. (2007).** Phylogeny and classification of *Rosaceae*. *Plant Systematics and Evolution*, 266(1–2), 5–43.
81. **Pruvost-Beaurain, J.-M. (2009).** Noms vernaculaires, botanique. *Encyclopædia Universalis*.
82. **Regnault-Roger, C. (1999).** Diversification des stratégies de protection des plantes : intérêt des monoterpènes. *Acta Botanica Gallica*, 146, 35–43.
83. **Regnault-Roger, C., Philogène, B., & Vincent, C. (2008).** Biopesticides d'origine végétale (2^e éd.). Lavoisier.
84. **Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2017).** Essential oils in insect control : Low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57, 405–424.
85. **Regnault-Roger, C. (2005).** Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes. In *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement* (pp. 625–650). Tec & D.
86. **Rochat, J., & Vaucher, R. (2017).** *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787), la punaise du tilleul. Info Fauna – Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF). Consulté le 18 juin 2025 .

Les références bibliographiques

87. **Robert, Y. (1980).** Recherches sur la biologie et l'écologie des pucerons en Bretagne : application à l'étude épidémiologique des viroses de la pomme de terre. Thèse, INRA Rennes.
88. **Rodrigues-Honda, K. C. S., Halmenschlager, G., &Fett-Neto, A. G. (2017).** Dual allelopathiceffects of subtropical slash pine (*Pinus elliottii*) needles on tomatoseed germination and seedlinggrowth. *IndustrialCrops and Products*, 95, 130–137.
89. **Ronzon, B. (2006).** Biodiversité et lutte biologique : Comprendre quelques fonctionnements écologiques pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Étude Supérieure en Agriculture Biologique, ENITA Clermont-Ferrand.
90. **Rosas-Garcia, N. M. (2009).** Biopesticide production from *Bacillus thuringiensis* : an environmentallyfriendly alternative. *Recent Patents on Biotechnology*, 3(1), 28–36.
91. **Rostand, J. (1950).** La parthénogenèse animale. Presses Universitaires de France.
92. **Sadli, K. (2017).** Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle du *Pinuspinaster* sur la bruche du haricot. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri.
93. **Saadou, N. (2008).** Étude et caractérisation des huiles essentielles du genre *Pinus* dans le parc national d'El Kala (PNEK). Mémoire de Magister.
94. **Safidine, K. (2015).** Étude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *Carthamuscaeruleus* L. et *Plantago major* L. Mémoire de Magister, Université d'Alger.
95. **Samra, H., et al. (2022).** Insecticidalpotential of *Pinus pinaster* oils. *Journal of Essential OilBearing Plants*.
96. **Scalbert, A. (1991).** Antimicrobialproperties of tannins. *Phytochemistry*, 30, 3875–3883.
97. **Scott, C. W. (1962).** A summary of information on *Pinus pinaster*. *Forestry Abstracts*, 23(1). Commonwealth Forestry Bureau.
98. **Sevinç, D., et al. (2024).** Field evaluation of citrus oils on aphids. *Turk. J. Agric. Res.*
99. **Seward EA, Votýpka J, Kment P, Lukeš J, Kelly S.2017.** Description of *Phytomonas oxycareni* n. sp. from the Salivary Glands of *Oxycareus lavaterae*. *Protist.* 2017 Feb;168(1):71-79. doi: 10.1016/j.protis.2016.11.002. Epub 2016 Nov 30. PMID: 28043008.
- 100.
101. **Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Lisansky, U., &Pissarev, V. (1991).** Fumiganttoxicity of essential oilsagainst four major stored-productinsects. *Journal of Chemical Ecology*, 17(3), 499–504.
102. **Sivonova, M., Zitnanova, I., Horakova, L., Strosova, M., Muchova, J., Balgavy, P., Dobrota, D., &Durackova, Z. (2006).** Combinedeffect of pycnogenolwithascorbicacid and trolox on oxidation of lipids and proteins. *General Physiology and Biophysics*, 25(4), 379–396.
103. **Sporleder, M., &Lacey, L. A. (2013).** Biopesticide. In *InsectPests of Potato*.
104. **Stintzing, F. C., & Carle, R. (2004).** Functionalproperties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science &Technology*, 15(1), 19–38.
105. **Strebler, G. (1989).** Les médiateurs chimiques. Tec & Doc-Lavoisier.
106. **Tanya, D. (2002).** Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.
107. **Trease GE, Evans WC. 1987.** A text book of Pharmacognosy. Tindal, Oxford: ELSB/Bailliere.
108. **Théodoridès, J. (1971).** Histoire de la biologie. P.U.F., Que sais-je ,n° 1.
109. **Turpeau Aït Ighil, E., Dedryver, C. A., Chaubet, B., &Hullé, M. (2011).** Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol. Éditions Quae, Versailles.
110. **Turpeau, E., Hulle, M., &Chaubet, B. (2015).** La morphologie des pucerons et les critères d'identification.

Les références bibliographiques

111. **Velimirović, V., Durovic, Z., & Raicevic, M. (1992).** Insecte *Oxycarenu slavaterae* (Fabricius) (Lygaeidae, Heteroptera), nouveau ravageur sur les tilleuls au Monténégro. *Zastitabilja/Protection des plantes*, 43(1), 69–72.
112. **Washburn, J. O., Trudeau, D., Wong, J., & Volkman, L. (2003).** Early pathogenesis of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus and *Helicoverpa zea* single nucleopolyhedrovirus in *Heliothis virescens*. *Journal of General Virology*, 84, 343–351.
113. **Whittaker, R. H. (1970).** L'écologie biochimique des plantes supérieures. In Sondheimer, E. & Simeone, J. B. (Eds.), *Écologie chimique* (pp. 43–70). Presses Académiques, New York.

Annexes

Analyses statistiques

Tableaux : de l'effet du *Rosa* sp sur *Macrosiphum rosae*

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Doses

1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)	4 (F1n4)	5 (F1n5)
0	0,418	0,169	0,169	0

ECARTS-TYPES FACTEUR 2 = TEMPS

1 (F2n1)	2 (F2n2)	3 (F2n3)	4 (F2n4)
0,178	0,178	0,267	0,218

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10,543	59	0,179				
VAR.FACTEUR 1	7,829	4	1,957	30,672	0		
VAR.FACTEUR 2	0,037	3	0,012	0,192	0,90134		
VAR.INTER F1*2	0,125	12	0,01	0,163	0,99		
VAR.RESIDUELLE 1	2,552	40	0,064			0,253	36,08%

MOYENNES FACTEUR 1 = Doses

1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)	4 (F1n4)	5 (F1n5)
0	0,722	0,875	0,903	1

MOYENNES FACTEUR 2 = TEMPS

1 (F2n1)	2 (F2n2)	3 (F2n3)	4 (F2n4)
0,689	0,711	0,667	0,733

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	F1n5	1	A		
4.0	F1n4	0,903	A	B	
3.0	F1n3	0,875	A	B	
2.0	F1n2	0,722		B	
1.0	F1n1	0			C

Tableaux : de l'effet du *Pinus pinaster* sur *Macrosiphum rosae*

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Doses

1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)	4 (F1n4)	5 (F1n5)
0	0,262	0,228	0,169	0

ECARTS-TYPES FACTEUR 2 = TEMPS

1 (F2n1)	2 (F2n2)	3 (F2n3)	4 (F2n4)
0,126	0,206	0,244	0

MOYENNES FACTEUR 1 = Doses

1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)	4 (F1n4)	5 (F1n5)
0	0,653	0,681	0,847	1

MOYENNES FACTEUR 2 = TEMPS

1 (F2n1)	2 (F2n2)	3 (F2n3)	4 (F2n4)
0,511	0,6	0,634	0,8

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10,543	59	0,179				
VAR.FACTEUR 1	7,829	4	1,957	30,672	0		
VAR.FACTEUR 2	0,037	3	0,012	0,192	0,90134		
VAR.INTER F1*2	0,125	12	0,01	0,163	0,99		
VAR.RESIDUELLE 1	2,552	40	0,064			0,253	36,08%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	F1n5	1	A		
4.0	F1n4	0,847	A		B
3.0	F1n3	0,681			B
2.0	F1n2	0,653			B
1.0	F1n1	0			C

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
4.0	F2n4	0,8	A	
3.0	F2n3	0,634	B	
2.0	F2n2	0,6	B	
1.0	F2n1	0,511	B	

Tableaux : de l'effet du *Rosa* sp su *Oxycareus lavaterae*

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Doses

1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)	4 (F1n4)	5 (F1n5)
0	0,213	0,302	38,906	0

ECARTS-TYPES FACTEUR 2 = TEMPS

1 (F2n1)	2 (F2n2)	3 (F2n3)	4 (F2n4)
10,857	10,912	21,823	21,822

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	50015,48	59	847,72				
VAR.FACTEUR 1	27773,61	4	6943,402	16,679	0		
VAR.FACTEUR 2	1160,82	3	386,94	0,929	0,43714		
VAR.INTER F1*2	4429,391	12	369,116	0,887	0,56744		
VAR.RESIDUELLE 1	16651,66	40	416,292			20,403	182,44%

MOYENNES FACTEUR 1 = Doses

1 (F1n1)	2 (F1n2)	3 (F1n3)	4 (F1n4)	5 (F1n5)
0	0,292	0,417	54,208	1

MOYENNES FACTEUR 2 = TEMPS

1 (F2n1)	2 (F2n2)	3 (F2n3)	4 (F2n4)
3,567	13,6	13,7	13,867

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
4.0	F1n4	54,208	A
5.0	F1n5	1	B
3.0	F1n3	0,417	B
2.0	F1n2	0,292	B
1.0	F1n1	0	B