

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire de recherche

Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement
et application en santé publique

THÈSE

Présentée par

Mr. BOUCHIKHI TANI Zoheir

En vue de l'obtention du

Diplôme de Doctorat

en biologie, option : écologie animale

Thème

Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles.

Soutenu le 25/ 09/ 2011, devant le jury composé de:

Président	BENABADJI Noury Anouar	Professeur	Université de Tlemcen
Directeur de thèse	KHELIL Mohamed Anouar	Professeur	Université de Tlemcen
Examineurs	DOUMANDJI Salah Eddine	Professeur	E.N.S.A Alger
	PUJADE Juli	Professeur	Université de Barcelone
	BENMANSOUR Abdelhafid	Professeur	Université de Tlemcen
	MEDJDOUB Ferroudja	M.C.A.	Université de Tizi-Ouzou

Année universitaire : 2010 – 2011

Remerciements

Mes plus vifs remerciements s'adressent d'abord à mon directeur de thèse, le Professeur KHELIL M. A., de m'avoir accordé l'honneur de diriger ce travail, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon plus profond respect.

Je tiens tout particulièrement à remercier vivement Monsieur BENABADJI N. A., Professeur à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury.

Mes vifs remerciements s'adressent à Monsieur DOUMANDJI S. E., Professeur à ENSA d'Alger, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de participer à mon jury de thèse.

Remerciement tout particuliers également à Monsieur PUJADE J., Professeur à l'Université de Barcelone, pour l'intérêt qu'il a bien voulu me porter en acceptant de participer au jury.

J'exprime mes sincères remerciements à Madame MEDJDOUB F., Maître de conférences à l'Université de Tizi-Ouzou d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Ma reconnaissance s'adresse également à Monsieur BENMANSOUR A., Professeur à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté de faire partie du jury.

Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, plus particulièrement Monsieur HASSANI F., M. A. A. à l'Université de Tlemcen, pour son aide concernant l'identification des espèces végétales, et Monsieur BENDAHOU M., M. C. A. à l'Université de Tlemcen, de m'avoir aidé à réaliser les extractions des huiles essentielles.

Sommaire

Introduction générale	01
CHAPITRE I : Présentation des deux insectes étudiés	
I- La bruche du haricot <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say)	04
1. Généralités.....	04
2. Caractères généraux des Bruchidae.....	04
3. Position systématique d' <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say).....	04
4. Description.....	05
5. Pertes et dégâts.....	05
6. Aire de répartition et origine	07
7. L'envol des adultes	07
8. Cycle de développement.....	07
II- La mite <i>Tineola bisselliella</i> (Hummel)	08
1. Généralités	08
2. Caractères généraux des Tineidae.....	09
3. Position systématique de <i>Tineola bisselliella</i> (Hummel).....	09
4. Description.....	10
5. Pertes et dégâts.....	10
6. Aire de répartition et origine	11
7. L'envol des adultes	11
8. Cycle de développement.....	11
CHAPITRE II : Etude des plantes testées et des huiles essentielles	
I- Les plantes aromatiques testées	12
1. <i>Ammoïdes verticillata</i> (Desf.).....	12
1.1 Noms vernaculaires.....	12
1.2 Position systématique	13
1.3 Composition chimique	13
2. <i>Mentha pulegium</i> (L.).....	14
2.1 Noms vernaculaires.....	15
2.2 Position systématique	15
2.3 Composition chimique	15
3. <i>Lavandula stoechas</i> (L.).....	16
3.1 Noms vernaculaires.....	16
3.2 Position systématique	17
3.3 Composition chimique	17
4. <i>Cistus ladaniferus</i> (L.).....	17
4.1 Noms vernaculaires.....	18
4.2 Position systématique	18
4.3 Composition chimique	19
5. <i>Origanum glandulosum</i> (Desf.).....	19
5.1 Noms vernaculaires.....	20
5.2 Position systématique	20
5.3 Composition chimique	21
6. <i>Ruta chalepensis</i> (L.).....	22
6.1 Noms vernaculaires.....	22
6.2 Position systématique	22
6.3 Composition chimique	23

7. <i>Thymus capitatus</i> (L.)	23
7.1 Noms vernaculaires.....	24
7.2 Position systématique	24
7.3 Composition chimique	25
8. <i>Schinus molle</i> (L.).....	25
8.1 Noms vernaculaires.....	26
8.2 Position systématique	26
8.3 Composition chimique	27
9. <i>Rosmarinus officinalis</i> (L.).....	27
9.1 Noms vernaculaires.....	28
9.2 Position systématique	28
9.3 Composition chimique	29
10. <i>Artemisia herba-alba</i> (Asso.).....	29
10.1 Noms vernaculaires.....	30
10.2 Position systématique	30
10.3 Composition chimique	31
II- Les huiles essentielles	31
1 Définition.....	31
2 Répartition et localisation.....	32
3 Les principales familles des plantes aromatiques.....	32
4 Rôle physiologique des huiles essentielles.....	33
5 Domaines d'utilisation des huiles essentielles.....	33
5.1 Désinfection de l'air.....	33
5.2 En agroalimentaire.....	34
5.3 En traitement des infections.....	34
6. Composition chimique des huiles essentielles.....	34
CHAPITRE III : Matériels et méthodes	
1. Elevage des insectes.....	36
2. Cycle de développement des deux insectes.....	36
3. Récolte et préparation du matériel végétal.....	39
4. Extraction des huiles essentielles.....	39
5. Doses et traitements.....	40
5.1 Effet de la poudre des feuilles.....	40
a) Sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	40
b) Sur les adultes de <i>T. bisselliella</i>	41
c) Sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	41
5.2 Effet des huiles essentielles.....	42
a) Sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	42
b) Sur les adultes de <i>T. bisselliella</i>	43
c) Sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	44
6. Estimation de la mortalité et calcul de DL ₅₀	45
7. Estimation de la fécondité.....	45
8. Effet des pesticides sur la mortalité et la fécondité des deux insectes étudiés.....	45
9. Analyse statistique des données.....	47
CHAPITRE IV : Résultats et discussion	
1. Le cycle de développement des deux insectes.....	48
1.1 <i>Acanthoscelides obtectus</i>	48
1.2 <i>Tineola bisselliella</i>	48
1.3 Discussion	51

1.4 Conclusion.....	52
2. Effet de la poudre des feuilles.....	53
2.1 Effet insecticide de la poudre des feuilles sur les deux insectes étudiés.....	53
a) Sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	53
a.1. <i>Ammoïdes verticillata</i>	53
a.2. <i>Mentha pulegium</i>	54
a.3. <i>Lavandula stoechas</i>	54
a.4. <i>Cistus ladaniferus</i>	55
a.5. <i>Origanum glandulosum</i>	55
a.6. <i>Ruta chalepensis</i>	56
a.7. <i>Thymus capitatus</i>	56
a.8. <i>Schinus molle</i>	57
a.9. <i>Rosmarinus officinalis</i>	57
a.10. <i>Artemisia herba-alba</i>	58
2.1.1 Comparaison de la toxicité des poudres des feuilles sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	58
b) Sur les adultes de <i>T. bisselliella</i>	59
b.1. <i>Ammoïdes verticillata</i>	60
b.2. <i>Mentha pulegium</i>	60
b.3. <i>Lavandula stoechas</i>	61
b.4. <i>Cistus ladaniferus</i>	61
b.5. <i>Origanum glandulosum</i>	62
b.6. <i>Ruta chalepensis</i>	62
b.7. <i>Thymus capitatus</i>	63
b.8. <i>Schinus molle</i>	63
b.9. <i>Rosmarinus officinalis</i>	64
b.10. <i>Artemisia herba-alba</i>	64
2.1.2 Comparaison de la toxicité des poudres des feuilles sur les adultes de <i>T. bisselliella</i>	65
c) Sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	66
c.1. <i>Ammoïdes verticillata</i>	66
c.2. <i>Mentha pulegium</i>	67
c.3. <i>Lavandula stoechas</i>	67
c.4. <i>Cistus ladaniferus</i>	68
c.5. <i>Origanum glandulosum</i>	68
c.6. <i>Ruta chalepensis</i>	69
c.7. <i>Thymus capitatus</i>	69
c.8. <i>Schinus molle</i>	70
c.9. <i>Rosmarinus officinalis</i>	70
c.10. <i>Artemisia herba-alba</i>	71
2.1.3 Comparaison de la toxicité des poudres des feuilles sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	71
2.1.4 Discussion.....	73
2.2 Effet de la poudre des feuilles sur la fécondité des deux insectes étudiés.....	75
a) Sur la bruche <i>A. obtectus</i>	75
b) Sur la mite <i>T. bisselliella</i>	77
2.2.1 Discussion.....	81
2.3 Conclusion.....	82
3. Effet des huiles essentielles.....	83
3.1 Rendement en huiles essentielles.....	83

3.2 Effet insecticide des huiles essentielles sur les deux insectes étudiés.....	84
a) Sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	84
a.1. <i>Ammoïdes verticillata</i>	85
a.2. <i>Mentha pulegium</i>	85
a.3. <i>Lavandula stoechas</i>	86
a.4. <i>Cistus ladaniferus</i>	86
a.5. <i>Origanum glandulosum</i>	87
a.6. <i>Ruta chalepensis</i>	87
a.7. <i>Thymus capitatus</i>	88
a.8. <i>Schinus molle</i>	88
a.9. <i>Rosmarinus officinalis</i>	89
a.10. <i>Artemisia herba-alba</i>	89
3.2.1 Comparaison de la toxicité des huiles essentielles sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	90
b) Sur les adultes de <i>T. bisselliella</i>	91
b.1. <i>Ammoïdes verticillata</i>	91
b.2. <i>Mentha pulegium</i>	92
b.3. <i>Lavandula stoechas</i>	92
b.4. <i>Cistus ladaniferus</i>	93
b.5. <i>Origanum glandulosum</i>	93
b.6. <i>Ruta chalepensis</i>	94
b.7. <i>Thymus capitatus</i>	94
b.8. <i>Schinus molle</i>	95
b.9. <i>Rosmarinus officinalis</i>	95
b.10. <i>Artemisia herba-alba</i>	96
3.2.2 Comparaison de la toxicité des huiles essentielles des dix plantes testées sur la mite.....	96
c) Sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	97
c.1. <i>Ammoïdes verticillata</i>	98
c.2. <i>Mentha pulegium</i>	98
c.3. <i>Lavandula stoechas</i>	99
c.4. <i>Cistus ladaniferus</i>	99
c.5. <i>Origanum glandulosum</i>	100
c.6. <i>Ruta chalepensis</i>	100
c.7. <i>Thymus capitatus</i>	101
c.8. <i>Schinus molle</i>	101
c.9. <i>Rosmarinus officinalis</i>	102
c.10. <i>Artemisia herba-alba</i>	102
3.2.3 Comparaison de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	103
3.2.4 Discussion.....	105
3.3 Effet des huiles essentielles sur la fécondité des deux insectes étudiés.....	109
a) Sur la bruche <i>A. obtectus</i>	109
b) Sur la mite <i>T. bisselliella</i>	110
3.3.1 Discussion.....	113
3.4 Conclusion.....	115
4. Effet des pesticides sur la mortalité et la fécondité des deux insectes étudiés.....	116
4.1 Effet de MALGRAIN 2%.....	116
a) Sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	116
b) Sur les adultes de <i>T. bisselliella</i>	116
c) Sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	117
4.1.1 Comparaison de la toxicité du MALGRAIN 2%.....	117

4.2 Effet d'ACTELLIC.....	118
a) Sur les adultes d' <i>A. obtectus</i>	118
b) Sur les adultes de <i>T. bisselliella</i>	118
c) Sur les larves de <i>T. bisselliella</i>	119
4.2.1 Comparaison de toxicité d'ACTELLIC.....	119
4.3 Effet de MALGRAIN 2% sur la fécondité d' <i>A. obtectus</i> et <i>T. bisselliella</i>	120
a) Sur la fécondité de la bruche <i>A. obtectus</i>	120
b) Sur la fécondité de la mite <i>T. bisselliella</i>	120
4.4 Effet d'ACTELLIC sur la fécondité d' <i>A. obtectus</i> et <i>T. bisselliella</i>	121
a) Sur la fécondité de la bruche <i>A. obtectus</i>	121
b) Sur la fécondité de la mite <i>T. bisselliella</i>	121
4.5 Discussion.....	122
4.6 Conclusion.....	124
Conclusion générale	126
Références bibliographiques	128

Liste des figures

Fig.1. Adulte d' <i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.....	05
Fig.2. Graines du haricot bruchées.....	06
Fig.3. Différentes espèces des mites nuisibles pour les musées	09
Fig.4. <i>Ammoïdes verticillata</i>	12
Fig.5. <i>Mentha pulegium</i>	14
Fig.6. <i>Lavandula stoechas</i>	16
Fig.7. <i>Cistus ladaniferus</i>	18
Fig.8. <i>Origanum glandulosum</i>	20
Fig.9. <i>Ruta chalepensis</i>	22
Fig.10. <i>Thymus capitatus</i>	24
Fig.11. <i>Schinus molle</i>	26
Fig.12. <i>Rosmarinus officinalis</i>	28
Fig.13. <i>Artemisia herba-alba</i>	30
Fig.14. Elevage de masse de la bruche <i>A. obtectus</i>	36
Fig.15. Elevage de masse de la mite <i>T. bisselliella</i>	36
Fig.16. Elevage des bruches sur la poudre des graines d'haricot.....	37
Fig.17. <i>Acanthoscelides obtectus</i>	38
Fig.18. <i>Tineola bisselliella</i>	38
Fig.19. Dispositif d'hydrodistillation	40
Fig.20. Graines du haricot traitées par la poudre des feuilles	41
Fig.21. Toison de lapin traitée par la poudre des feuilles	42
Fig.22. Effet des huiles essentielles sur la bruche <i>A. obtectus</i>	43
Fig.23. Toison de lapin infestée par les adultes de <i>T. bisselliella</i>	44
Fig.24. Toison de lapin infestée par les larves de <i>T. bisselliella</i>	44
Fig.25. Emballage de MALGRAIN 2%	46
Fig.26. Emballage d'ACTELLIC	47
Fig.27. Développement larvaire chez <i>T. bisselliella</i>	48
Fig.28. Cycle de développement de la bruche du haricot <i>Acanthoscelides obtectus</i>	49
Fig.29. Cycle de développement de la mite <i>Tineola bisselliella</i>	50
Fig.30. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Ammoïdes verticillata</i>	53

Fig.31. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Mentha pulegium</i>	54
Fig.32. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i>	54
Fig.33. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Cistus ladaniferus</i>	55
Fig.34. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Origanum glandulosum</i>	55
Fig.35. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Ruta chalepensis</i>	56
Fig.36. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Thymus capitatus</i>	56
Fig.37. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Schinus molle</i>	57
Fig.38. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	57
Fig.39. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Artemisia herba-alba</i>	58
Fig.40. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Ammoïdes verticillata</i>	60
Fig.41. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Mentha pulegium</i>	60
Fig.42. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i>	61
Fig.43. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Cistus ladaniferus</i>	61
Fig.44. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Origanum glandulosum</i>	62
Fig.45. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Ruta chalepensis</i>	62
Fig.46. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Thymus capitatus</i>	63
Fig.47. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Schinus molle</i>	63

Fig.48. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	64
Fig.49. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Artemisia herba-alba</i>	64
Fig.50. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Ammoïdes verticillata</i>	66
Fig.51. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Mentha pulegium</i>	67
Fig.52. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i>	67
Fig.53. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Cistus ladaniferus</i>	68
Fig.54. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Origanum glandulosum</i>	68
Fig.55. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Ruta chalepensis</i>	69
Fig.56. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Thymus capitatus</i>	69
Fig.57. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Schinus molle</i>	70
Fig.58. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	70
Fig.59. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d' <i>Artemisia herba-alba</i>	71
Fig.60. Les œufs d' <i>A. obtectus</i> fixes sur les graines de <i>Phaseolus vulgaris</i>	75
Fig.61. Différence entre les œufs fécondés et non fécondés d' <i>A. obtectus</i>	76
Fig.62. Les œufs de <i>T. bisselliella</i> fixes sur toison de lapin	77
Fig.63. Fécondité de la bruche <i>A. obtectus</i> en présence de la poudre des feuilles des plantes aromatiques	79
Fig.64. Fécondité de la mite <i>T. bisselliella</i> en présence de la poudre des feuilles des plantes aromatiques	80
Fig.65. Rendement en huiles essentielles obtenu par hydrodistillation	84
Fig.66. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Ammoïdes verticillata</i>	85

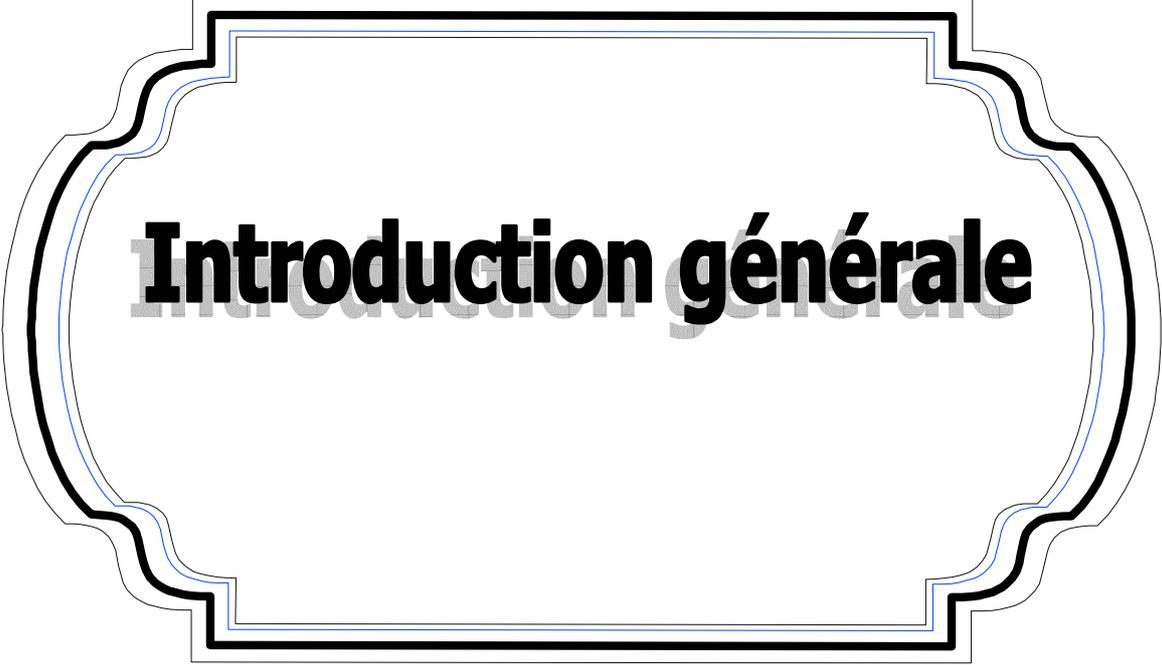
Fig.67. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Mentha pulegium</i>	85
Fig.68. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Lavandula stoechas</i>	86
Fig.69. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Cistus ladaniferus</i>	86
Fig.70. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Origanum glandulosum</i>	87
Fig.71. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Ruta chalepensis</i>	87
Fig.72. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i>	88
Fig.73. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Schinus molle</i>	88
Fig.74. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	89
Fig.75. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Artemisia herba-alba</i>	89
Fig.76. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Ammoïdes verticillata</i>	91
Fig.77. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Mentha pulegium</i>	92
Fig.78. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Lavandula stoechas</i>	92
Fig.79. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Cistus ladaniferus</i>	93
Fig.80. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Origanum glandulosum</i>	93
Fig.81. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Ruta chalepensis</i>	94
Fig.82. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i>	94
Fig.83. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Schinus molle</i>	95

Fig.84. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	95
Fig.85. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses huiles essentielles d' <i>Artemisia herba-alba</i>	96
Fig.86. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Ammoïdes verticillata</i>	98
Fig.87. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Mentha pulegium</i>	98
Fig.88. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Lavandula stoechas</i>	99
Fig.89. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Cistus ladaniferus</i>	99
Fig.90. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Origanum glandulosum</i>	100
Fig.91. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Ruta chalepensis</i>	100
Fig.92. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i>	101
Fig.93. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Schinus molle</i>	101
Fig.94. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i>	102
Fig.95. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d' <i>Artemisia herba-alba</i>	102
Fig.96. Fécondité de la bruche <i>A. obtectus</i> en présence des huiles essentielles des plantes aromatiques	111
Fig.97. Fécondité de la mite <i>T. bisselliella</i> en présence des huiles essentielles des plantes aromatiques	112
Fig.98. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en MALGRAIN 2%.....	116
Fig.99. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en MALGRAIN 2%.....	116
Fig.100. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en MALGRAIN 2%.....	117

Fig.101. Evolution de la mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> en fonction du temps et des doses en ACTELLIC.....	118
Fig.102. Evolution de la mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en ACTELLIC	118
Fig.103. Evolution de la mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> en fonction du temps et des doses en ACTELLIC.....	119
Fig.104. Fécondité des femelles d' <i>A. obtectus</i> en présence de MALGRAIN 2%	120
Fig.105. Fécondité des femelles de <i>T. bisselliella</i> en présence de MALGRAIN 2%	120
Fig.106. Fécondité des femelles d' <i>A. obtectus</i> en présence d'ACTELLIC	121
Fig.107. Fécondité des femelles de <i>T. bisselliella</i> en présence d'ACTELLIC	122

Liste des tableaux

Tableau .1. Composition des huiles essentielles extraites d' <i>Ammoïdes verticillata</i> (en %).....	13
Tableau .2. Composition des huiles essentielles extraites de <i>Mentha pulegium</i> (en %)	15
Tableau .3. Composition des huiles essentielles extraites de <i>Lavandula stoechas</i> (en %)	17
Tableau .4. Composition des huiles essentielles extraites de <i>Cistus ladaniferus</i> (en %).....	19
Tableau .5. Composition des huiles essentielles d' <i>Origanum glandulosum</i> (en %).....	21
Tableau .6. Composition des huiles essentielles de <i>Ruta chalepensis</i> (en %)	23
Tableau .7. Composition des huiles essentielles extraites de <i>Thymus capitatus</i> (en %).....	25
Tableau .8. Composition des huiles essentielles extraites de <i>Schinus molle</i> (en %).....	27
Tableau .9. Composition des huiles essentielles extraites de <i>R. officinalis</i> (en %).....	29
Tableau .10. Composition des huiles essentielles extraites d' <i>A. herba-alba</i> (en %).....	31
Tableau .11. Présentation des plantes aromatiques testées	39
Tableau .12. Mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> (témoin).....	53
Tableau .13. Classement des poudres des feuilles selon leur toxicité sur la bruche <i>A. obtectus</i>	59
Tableau .14. Mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> (témoin).....	59
Tableau .15. Classement des poudres des feuilles selon leur toxicité sur la mite <i>T. bisselliella</i>	65
Tableau .16. Mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> (témoin).....	66
Tableau .17. Classement des poudres des feuilles selon leur toxicité sur les larves de la mite <i>T. bisselliella</i>	72
Tableau .18. Fécondité des femelles d' <i>A. obtectus</i> (témoin).....	76
Tableau .19. Fécondité des femelles de <i>T. bisselliella</i> (témoin).....	77
Tableau .20. Mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> (témoin).....	84
Tableau .21. Classement des huiles essentielles selon leur toxicité sur la bruche <i>A. obtectus</i> ...	90
Tableau .22. Mortalité des adultes de <i>T. bisselliella</i> (témoin).....	91
Tableau .23. Classement des huiles essentielles selon leur toxicité sur la mite <i>T. bisselliella</i> ...	97
Tableau .24. Mortalité des larves de <i>T. bisselliella</i> (témoin).....	97
Tableau .25. Classement des huiles essentielles selon leur toxicité sur les larves de la mite <i>T.</i> <i>bisselliella</i>	103
Tableau .26. Fécondité des femelles d' <i>A. obtectus</i> au témoin (avec acétone).....	109
Tableau .27. Fécondité des femelles de <i>T. bisselliella</i> au témoin (avec acétone).....	110

A decorative frame with a black outer border and a blue inner border, featuring a scalloped, ornate design. The text "Introduction générale" is centered within this frame.

Introduction générale

Introduction générale

Les insectes représentent un des groupes d'organismes les plus diversifiés parmi tous les êtres vivants. Les estimations de leur diversité actuelle sont de l'ordre de 30 millions d'espèces (STORK, 1997). Les insectes phytophages représentent aujourd'hui plus de la moitié de toutes les espèces d'insectes décrites (STRONG et al., 1984). Néanmoins, seuls neuf ordres d'insectes parmi la trentaine décrite ont évolué vers la phytophagie (ALVAREZ, 2004). Entre 400.000 et 500.000 espèces phytophages vivaient sur environ 300.000 espèces de plantes vasculaires.

Parmi les neuf ordres d'insectes comprenant des espèces phytophages, les Coléoptères présentent de loin la plus importante diversité. Les Phytophaga, un sous-ordre des Coléoptères, comprend en effet plus de 100.000 espèces phytophages décrites (FARRELL, 1998). Parmi celles-ci, 1700 appartiennent à la famille des Bruchidae, caractérisée par une séminivorie obligatoire au stade larvaire (ALVAREZ, 2004), et pour laquelle les premiers fossiles de plantes présentant des dégâts liés à la séminivorie, datent de l'Eocène il y a environ 50 millions d'années. Leur relation très étroite aux semences passe le plus souvent par un comportement monophage ou oligophage, en raison de la nature et concentration des composés secondaires des espèces de plantes attaquées (JOHNSON, 1981). *Acanthoscelides obtectus* (Say) est un insecte oligophage, de l'ordre des Coléoptères et de la famille des Bruchidae, dont le développement post-embryonnaire s'effectue dans les graines des légumineuses (Fabacées). Cette bruche pouvant infester sa plante hôte *Phaseolus vulgaris* L. à la fois au champ et au stock, comme elle infeste même d'autres légumineuses originellement non-hôte, qui sont également des plantes vivrières d'importance économique pour les pays en développement : le niébé (*Vigna unguiculata*), la fève (*Vicia faba*), le pois chiche (*Cicer arietinum*) (REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI, 1997). Si aucune protection n'est faite contre cette bruche, les pertes en poids occasionnées dans les stocks peuvent être estimées à plus de 80% après six ou sept mois de stockage (IDI, 1994) et celles-ci deviennent inconsommables.

L'ordre des Lépidoptères est le second du monde vivant, après celui des Coléoptères, il compte environ 150.000 espèces décrites, soit près de 9 % des espèces connues aujourd'hui (HOLLOWAY & PETERS, 1976). Parmi celles-ci, 3500 appartiennent à la famille des Tinéidés (ROBINSON & NIELSEN, 1993), dont les larves sont très nuisibles aux denrées alimentaires c'est le cas de la mite des grains *Tinea granella*. Elles peuvent être dangereuses pour les collections des musées, des bibliothèques et des textiles, il s'agit de la mite des

vêtements *Tineola bisselliella*, la teigne des pelleteries *Tinea pellionella*, la mite des tapis dite encore mite tapissière ou des fourrures, *Trichophaga tapetzella*.

La mite (ou teigne) des vêtements, *Tineola bisselliella* (Hummel) est un insecte holométabole de l'ordre des Lépidoptères et de la famille des Tineidae.

Les mites des vêtements appartiennent aux insectes kératophages, capables de digérer la kératine qui est la protéine de constitution que l'on trouve dans le cuir, les cheveux, les poils, la laine, les fourrures, les plumes. Dans la nature, ces insectes sont utiles puisque ce sont des bio-décomposeurs. En effet, ils ont un rôle important dans la décomposition des cadavres d'animaux, mais dès que les mites s'introduisent dans les maisons elles deviennent nuisibles, causant des dommages aux vêtements, ameublement et autres articles fabriqués à partir de matières d'origine animale, dans les musées, des objets de collections historiques faits de plumes, de poils, de fourrures et de textiles sont susceptibles d'être ravagés par les mites.

Actuellement *Tineola bisselliella* est considérée parmi les mites les plus nuisibles et les plus répandues à travers le monde (**COX & PINNIGER, 2007**).

En raison de leur importance économique et leur distribution cosmopolite, ces deux insectes *Acanthoscelides obtectus* et *Tineola bisselliella* ont fait l'objet de nombreuses études bioécologiques (**KHELIL, 1977 ; ALVAREZ, 2004 ; COX & PINNIGER, 2007**).

Pour contrôler les deux insectes, les méthodes utilisées sont généralement les insecticides chimiques générant un coût élevé et un impact négatif sur l'environnement (**MAHER, 2002**), l'utilisation intensive de ces matières actives a fait apparaître des résistances dans les populations cibles, ce qui entraîne une baisse d'efficacité des produits (**RIBA & SILVY, 1989**). Même si la tendance actuelle est de réduire la dose des matières actives dans les préparations commerciales, les quantités moyennes de pesticides épandues par hectare restent fortes, de l'ordre de 4 à 5 kg en France, avec environ 80% d'un traitement n'atteignant pas sa cible (défaut d'application, lessivage, ou dégradation solaire) (**MAHER, 2002**).

La recommandation de l'OMS (1995) en faveur de l'élimination des fumigants classiques en 2005 dans les pays développés et en 2015 au plus tard dans les pays en développement (**KETOH et al., 2004**), ouvre la voie à la recherche de nouveaux produits à faible répercussion écologique. Les recherches à l'heure actuelle s'orientent vers les plantes aromatiques contenant des huiles essentielles qui agissent comme des biopesticides. L'efficacité des huiles essentielles a été démontrée contre les Bruchidae par de nombreux travaux (**TAPONDJOU et al., 2003 ; KELLOUCHE, 2005**). Ainsi les poudres de feuilles des plantes aromatiques ont fait l'objet de nombreuses recherches en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des grains stockés (**DELOBEL & MALONGA,**

1987 ; REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI, 1993 ; TAPONDJOU et al., 2003 ; KELLOUCHE & SOLTANI, 2004 ; MUNYULI, 2009).

C'est dans ce but que nos travaux de recherche, testent l'activité biologique sur les deux insectes *A. obtectus* et *T. bisselliella* de dix plantes aromatiques de notre région, appartenants aux différentes familles botaniques sous deux formes poudre des feuilles et huiles essentielles. Ainsi, cette étude traitera des points suivants.

- Dans un premier temps, elle s'attachera à étudier le cycle de développement des deux insectes ravageurs avec la détermination des différents stades de développement et leur durée, cette étude nous permettra de cibler les stades évolutifs les plus nuisibles pour mieux les contrôler.
- Elle abordera l'effet de la poudre des feuilles des dix plantes aromatiques sur la mortalité des adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* ainsi que les larves de *T. bisselliella*, et l'effet sur la fécondité des femelles des deux insectes étudiés.
- L'effet insecticide des huiles essentielles extraites de dix plantes aromatiques sur *A. obtectus* et *T. bisselliella* et l'effet larvicide sur *T. bisselliella*, et l'effet sur la fécondité des femelles des deux insectes.
- Enfin, l'effet de deux pesticides de synthèse à large utilisation par les agriculteurs de la région (l'un sous forme de poudre et l'autre liquide) sur la mortalité et la fécondité des deux insectes *A. obtectus* et *T. bisselliella*, Nous comparerons leur efficacité avec celle des poudres des feuilles et les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques.

Chapitre I

Présentation des deux insectes étudiés

I- La bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Say)

1. Généralités

Les insectes phytophages représentent aujourd'hui plus de la moitié de toutes les espèces d'insectes décrites (**STRONG et al., 1984**).

Parmi les neuf ordres d'insectes comprenant des espèces phytophages, les Coléoptères présentent la plus importante diversité. Les Phytophaga, un sous-ordre des Coléoptères, comprennent en effet plus de 100,000 espèces phytophages (**FARRELL, 1998**). Parmi celles-ci, 1700 appartiennent à la famille des Bruchidae (**ALVAREZ, 2004**).

2. Caractères généraux des Bruchidae

Les différentes espèces de cette famille sont réparties en une soixantaine de genre (**BOROWIEC, 1987**). Les adultes mesurent 1.5 -5 mm, le corps est large, pubescent, la tête est bien dégagée et le menton pédonculé. Les antennes insérées près des yeux ne sont pas filiformes. Les élytres recouvrent incomplètement l'abdomen (**HOFFMAN, 1945**). Les pattes postérieures sont toujours plus développées que les autres pattes avec des fémurs fréquemment dilatés ou renflés. Les ailes sont fonctionnelles chez presque toutes les espèces de cette famille (**LABEYRIE, 1962**). Les larves ont un régime cléthrophage, car elles vivent exclusivement dans les graines (**AVIDOV et al., 1965**). Le premier stade est apode ou pourvu de pattes et de soies aidant aux déplacements. Pour la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus*, les larves sont mobiles et cela leur permet, après l'éclosion, de se diriger à la recherche d'une graine adéquate pour s'y installer (**BOUGDAD et al., 1986**). Selon **DELOBEL & TRAN (1993)**, la famille des Bruchidae comprend deux groupes, le premier renferme les bruches se développant dans les champs, dans les graines encore vertes et qui ont une seule génération annuelle (espèces univoltines) comme *Bruchus pisorum* (la bruche du pois), *Bruchus rufimanus* (la bruche de la fève) ou *Bruchus lentis* (la bruche des lentilles). Le deuxième groupe renferme les bruches qui se multiplient à l'intérieur des entrepôts, dans les graines sèches. Elles ont plusieurs générations annuelles (espèces polyvoltines) et c'est le cas de *Callosobruchus maculatus* (la bruche du niébé), *Callosobruchus chinensis* (la bruche chinoise), *Acanthoscelides obtectus* (la bruche du haricot), *Caryedon serratus* (bruche de l'arachide) ou *Bruchidus atrolineatus* (bruche africaine du niébé).

3. Position systématique d'*Acanthoscelides obtectus* (Say)

- Embranchement des Arthropodes
- Sous Embranchement des Antennates

- Classe des Insectes
- Sous Classe des Ptérygotes
- Ordre des **Coléoptères**
- Sous Ordre des Phytophaga
- Famille des Bruchidae
- Genre **Acanthoscelides**
- Espèce *Acanthoscelides obtectus* Say

4. Description

Acanthoscelides obtectus est un insecte holométabole de l'ordre des Coléoptères et de la famille des Bruchidae.

L'adulte (fig. 1) mesure 2,5 à 3,5 mm de long et 1,7 à 1,9 mm de large, mais il arrive que dans les cas de surpopulation, sa taille soit plus réduite. Le mâle est légèrement plus petit que la femelle. Le corps d'une couleur généralement brun ferrugineux est recouvert partout de soies dorées, courtes, couchées vers l'arrière (**LABEYRIE, 1962**).

La larve d'une dimension identique est blanchâtre, munie de pattes très fines (**GOIX, 1986**).

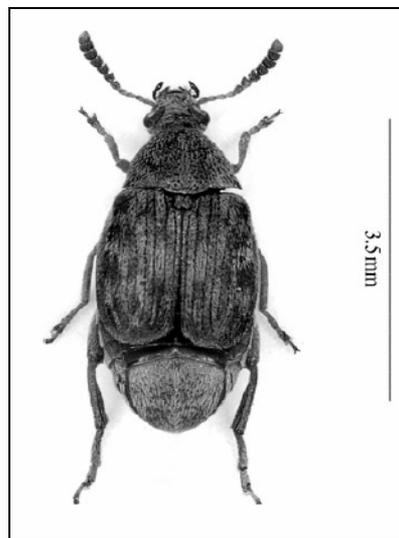


Figure 1 : Adulte d'*Acanthoscelides obtectus* Say (**ALVAREZ, 2004**)

5. Pertes et dégâts

En culture, les symptômes qui traduisent la présence de l'insecte sont difficiles à observer. Généralement ils passent toujours inaperçus. En revanche après la récolte, sur les graines, il est nettement plus facile de distinguer celles qui sont atteintes de celles qui sont saines,

surtout lorsque l'infestation est relativement ancienne, Plusieurs mois après le début de l'infestation, on se trouve en présence d'un lot comprenant des graines perforées (fig. 2), des insectes adultes et des graines à l'intérieur desquelles les larves continueront leur évolution (**GOIX, 1986**).



Figure 2 : Graines du haricot bruchées G : $\times 10$ (Photo originale).

Plusieurs générations peuvent se succéder dans les systèmes de stockage provoquant des pertes élevées (**GERMAIN et al., 1987**). Des études réalisées au Togo (**GLITHO, 1990**), au Niger (**IDI, 1994**) et au Burkina Faso (**SANON et al., 1998**) ont montré que les pertes en poids des graines pouvaient être supérieures à 80 % après six ou sept mois de stockage.

Les larves des Bruchidae creusent des galeries dans les cotylédons utilisant les réserves contenues à ce niveau et rejettent leurs excréments riches en acide urique dans ces galeries (**HABIBI, 1998**). L'apport d'acide urique et de fragments de chitine rend les lots contaminés inconsommables.

Le pouvoir germinatif des graines attaquées est très fortement diminué. En effet la perforation des grains entraîne des attaques importantes par des germes pathogènes (**GAIN, 1987**).

Par les déchets qu'ils produisent dans les graines, l'échauffement et le dégagement de vapeur d'eau qu'ils occasionnent par leur respiration, les insectes tendent à créer un milieu favorable au développement des micro-organismes qui vont accélérer le processus de dégradation (**CRUZ et al., 1988**).

6. Aire de répartition et origine

Acanthoscelides obtectus est un ravageur des zones tropicales et subtropicales qui a suivi l'importation récente du haricot de l'Amérique Centrale à l'Europe, son aire d'expansion s'est développée de l'Espagne à l'Ukraine, au milieu du XIXe siècle jusqu'au début du XXeme (**SERPEILLE, 1991**).

De nos jours, le haricot est cultivé dans le monde entier, la répartition de l'insecte est cosmopolite avec un grand pouvoir migratoire en raison de son cycle de vie polyvoltin. Cette particularité en fait un ravageur dont la dispersion est très liée aux sociétés humaines et dont l'expansion est de ce fait, potentiellement illimitée (**HOSSAERT-McKey & ALVAREZ, 2003**).

La distribution cosmopolite d'*A. obtectus* est démontrée par les comptes rendus publiés de nombreux pays différents, dont le Japon (**KENJI & TOSHIYUKI, 1970**), l'Algérie (**KHELIL, 1977**), la France (**REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI, 1993**), le Venezuela (**JOHNSON & SIEMENS, 1995**), le Togo (**KETOH et al., 2002**), le Cameroun (**TAPONDJOU et al., 2002**), le Brésil (**FRANCISLETE et al., 2003**), la Turquie (**IRFAN et al., 2005**), le Colombie (**SCHMALE et al., 2006**), la Suisse (**GUIDO et al., 2007**), l'Italie (**FRANCESCO et al., 2008**), la Pologne (**GOLEBIEWSKI, 2008**), l'Inde (**DAIZY et al., 2008**), la Tanzanie (**URSULA et al., 2009**).

7. L'envol des adultes

En général, pour les Coléoptères, la température d'envol paraît plus basse pour les insectes nocturnes que pour les insectes diurnes de la même région. Chez *A. obtectus*, à partir d'un élevage mené à 25°C, on constate que :

- à 20°C il n'y a jamais d'envol,
- à 25°C l'envol débute,
- à 30°C l'envol est maximum,
- à 40°C on observe encore un envol important,
- à 45°C l'envol cesse.

Les mâles sont de toute manière, plus sensibles que les femelles aux effets d'augmentation de la température (**PAULIAN, 1988**).

8. Cycle de développement

En juin-juillet, les adultes issus des graines de stockage s'envolent vers les cultures de haricot, on estime qu'ils peuvent s'éloigner jusqu'à deux à trois kilomètres du lieu de leur sortie.

C'est à partir de 20°C qu'ils sont en mesure de s'accoupler et de pondre. Les œufs sont déposés à l'intérieur des gousses en voie de déshydratation, à proximité des graines (GOIX, 1986). Sur la gousse choisie, l'adulte effectue un trou de ponte en déchirant la suture dorsale de la gousse, puis se retourne pour introduire sa pseudotarière, sensible à l'humidité du milieu. Si la déshydratation est insuffisante, le site est abandonné. Une forte humidité du grain (ex : une graine en germination) conduit à la mortalité des larves, l'insecte pose à l'intérieur de la gousse un amas d'une vingtaine d'œufs (SERPEILLE, 1991). Il peut y avoir plusieurs perforations et pontes dans une même gousse mûre (VASSILIEV, 1935).

Après une semaine d'incubation, les œufs sont lisses et blancs éclosent et donnent des larves qui pénètrent dans les graines dont elles s'alimentent. La durée de développement larvaire est de l'ordre de trois semaines, mais peut varier en fonction de la température. Le temps nécessaire à la nymphose est de quinze à dix huit-jours, au champ il n'y a qu'une génération par an. L'insecte hiverne à l'intérieur des graines et ne reprend son activité qu'au printemps avec l'élévation de la température (GOIX, 1986).

Il peut y avoir quatre à cinq générations successives pendant le stockage dans les entrepôts chauffés avec une augmentation importante des dégâts à chaque génération (DECELLE, 1981). En juin-juillet, les adultes migrent de nouveau vers les champs et le cycle se boucle, Si les ravageurs ne peuvent pas sortir du lieu de stockage, les générations se poursuivent dans le lot jusqu'à une totale perforation des grains (SERPEILLE, 1991).

Dans les conditions de laboratoire (27°C de Température, et 75% d'humidité relative) le cycle de développement est influencé par la variété des graines du haricot *Phaseolus vulgaris* utilisées comme substrat alimentaire, La durée du cycle de développement de la bruche *A. obtectus* est de 31 jours sur les graines de la variété noire et 30 jours sur la variété rognon blanc (BOUCHIKHI TANI, 2006), 29 à 31 jours sur la variété blanche et 30 jours sur la variété marron (KASSEMI, 2006).

II- La mite *Tineola bisselliella* (Hummel)

1. Généralités

Le Sous Ordre des Hétéroptères est le plus important des Lépidoptères, et se caractérise par une nervation des ailes antérieures nettement différente de celle des ailes postérieures, le Sous Ordre des Hétéroptères est à son tour divisé en deux sections, les Rhopalocères et les Hétérocères, la première comprenant les papillons de jour (diurnes), la seconde, les papillons de nuit (nocturnes) (ANONYME, 1974).

2. Caractères généraux des Tineidae

Les Tineidae ont une distribution mondiale avec environ 3500 espèces (ROBINSON & NIELSEN, 1993), les diverses espèces de cette famille sont généralement appelées « Teignes » ou « Mites ».

Les Tineidae sont des petits Hétérocères, Les adultes mesurent 5 - 15 mm, dotés de longues antennes mais dépourvus de trompe (ANONYME, 1974), dont les larves sont très nuisibles aux denrées alimentaires (Mite des grains *Tinea granella*), comme elles peuvent être dangereuses pour les collections des musées, des bibliothèques et des textiles. Il s'agit de la mite des vêtements *Tineola bisselliella*, la teigne des pelleteries *Tinea pellionella*, la mite des tapis dite encore mite tapissière ou des fourrures, *Trichophaga tapetzella* (Fig. 3).

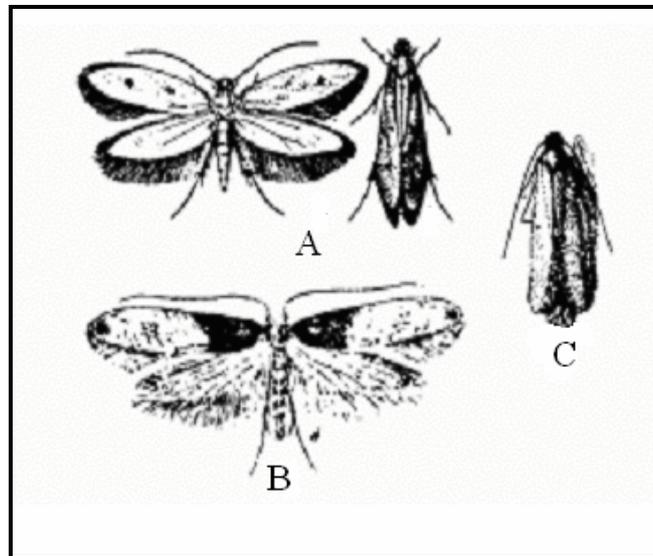


Figure 3 : Différentes espèces des mites nuisibles pour les musées (THOMAS, 1988).

A. Teigne des pelleteries, *Tinea pellionella* (L.)

B. Mite des tapis, *Trichophaga tapetzella* (L.)

C. Mite des vêtements, *Tineola bisselliella* (Hummel.)

3. Position systématique de *Tineola bisselliella* (Hummel)

- Embranchement des Arthropodes
- Sous Embranchement des Antennates
- Classe des Insectes
- Sous Classe des Ptérygotes
- Ordre des **Lépidoptères**
- Sous Ordre des Hétéroneures
- Division des Hétérocères

- Famille des Tineidae
- Genre **Tineola**
- Espèce ***Tineola bisselliella* Hummel**

4. Description

La mite (ou teigne) des vêtements, *Tineola bisselliella*, est un insecte holométabole de l'ordre des Lépidoptères et de la famille des Tineidae.

Les adultes (Fig. 3), ont une longueur variable d'environ 5 à 8 mm, avec une envergure comprise entre 9 et 16 mm. Au repos les ailes sont tenues sur l'abdomen.

Contrairement à *T. pellionella*, les ailes sont sans taches ou des configurations distinctes et sont bordées par une frange de longs poils. Les ailes antérieures sont de couleur ocre pâle avec des reflets dorés tandis que l'aile postérieure est grise claire brillante. Les yeux composés sont noirs, et les pièces buccales sont réduites et sans fonction. Les antennes sont filiformes et mesurent environ les trois quarts de la longueur de l'aile postérieure (COX & PINNIGER, 2007).

Les œufs de *T. bisselliella* sont subcylindriques, mesurent 0,3 à 0,5 mm, avec une couleur blanche nacré. La larve de 1^{er} stade est blanche et mesure environ 1mm, La taille de la larve à maturité repose sur l'alimentation et des conditions environnementales telles que la température (COX & PINNIGER, 2007). La larve mature a une couleur jaunâtre avec une tête brune, et peut peser jusqu'à 3,0 mg. Elle possède trois paires de fausses pattes (MALLIS, 1969).

5. Pertes et dégâts

Les mites des vêtements appartiennent aux insectes kératophages, c'est-à-dire qu'elles sont capables de digérer la kératine qui est la protéine de constitution que l'on trouve dans le cuir, les cheveux, les poils, la laine, les fourrures, les plumes, etc. Dans la nature, ces insectes sont utiles puisque ce sont des bio-décomposeurs. En effet, ils ont un rôle important dans la décomposition des cadavres d'animaux. Les larves de *Tineola bisselliella* peuvent se nourrir même de farine de soja et des extraits de viande séchée, de médicaments contenant de l'albumine, et des restes d'insectes (COX & SIMMS, 1978).

T. bisselliella fait partie des insectes nuisibles ayant colonisée nos habitations. Cet insecte s'est donc progressivement adapté à l'évolution de l'homme (ZAGULYAEV, 1954). Ainsi, dès que les mites s'introduisent dans les habitations, elles deviennent nuisibles causant des

dommages aux vêtements, ameublement et autres articles fabriqués à partir des matières d'origine animale (COX & PINNIGER, 2007).

6. Aire de répartition et origine

Tineola bisselliella a été un sérieux problème pour des milliers d'années (COX & PINNIGER, 2007), son origine est le sud d'Afrique avant d'être réparti à travers le monde par l'homme (MEYRICK, 1927).

Tineola bisselliella est répandue à travers le monde, sa distribution cosmopolite est démontrée par les comptes rendus publiés de nombreux pays différents, dont les Etats-Unis (GRISWOLD, 1944 ; EBELING, 1975), en Europe (HINTON, 1956 ; PETERSEN, 1969 ; LINDROTH et al., 1973 ; PARKER, 1988), la Russie (ZAGULYAEV, 1960), l'Égypte (EI-SAWAF et al., 1967), le Zimbabwe (GOZMANY & VARI, 1973), le Canada (MONTEITH, 1973; SINHA et WATTERS, 1985), en Asie du Sud-Est (KAWAMOTO, 1975), la Nouvelle-Zélande (COX, 1986), l'Australie (ROBINSON & NIELSEN, 1993), et la Thaïlande (ARANYANAK, 1993).

7. L'envol des adultes

L'envol des adultes est plus fréquent quand il fait chaud, bien que les températures maximales et minimales pour l'envol n'ont pas été calculées (COX & PINNIGER, 2007).

Ce sont plutôt les mâles qui volent, avec une vitesse de vol de 50-70 mm/s (BUSVINE, 1980), les femelles ont plutôt tendance à marcher.

Tineola bisselliella est capable de voler jusqu'à une altitude de plus de 90 m pour pénétrer dans les immeubles (PARKER, 1988).

8. Cycle de développement

Dans la nature, cette espèce est univoltine, avec une génération par an, et bivoltine dans les habitations (LEPIGRE, 1951).

La femelle recherche un substrat contenant de la kératine pour y disperser de 50 à 200 œufs (CHAUVIN, 1977).

En conditions défavorables, le cycle de vie de *T. bisselliella* peut dépasser 250 jours (CHAUVIN & GUEGUEN, 1983).

En conditions favorables, c'est-à-dire dans une maison chauffée, le cycle de développement de *T. bisselliella* est beaucoup plus court puisqu'il est seulement de 90 jours en moyenne (CHAUVIN et al., 1992).

Chapitre II

Etude des plantes testées et des huiles essentielles

I- Les plantes aromatiques testées

1. *Ammoïdes verticillata* (Desf.)

Ammoïdes verticillata est une plante qui appartient à la famille des Apiacées. Son appellation dans l'Algérie est Nounkha ou Nûnkha tirée du nom Perse « Nankhah » qui est utilisé en Iran comme aromate dans le pain. En effet, « Nan » et « Khah » signifient respectivement pain et goût (BAYTOP & SÜTLÜPINAR, 1986). La saveur de cette plante est fortement aromatique et piquante, son odeur agréable, diffusible, intense et balsamique et persistante même après dessiccation (BEKHECHI, 2008). Cette plante a également un pouvoir antioxydant et est recommandée comme une source potentielle d'antioxydant naturel (MEHTA et al., 1994 ; MEHTA et ZAYAS, 1995).



Figure 4 : *Ammoïdes verticillata* (Photo originale).

1.1. Noms vernaculaires

Cette plante est connue sous les noms vulgaires Nounkha, Nûnkha et Nanoukha (TRABUT, 1935 ; MERAD, 1973 ; SIJELMASSI, 1991). Mais elle est surtout connue dans le monde sous les noms vernaculaires suivants :

- En français : Ajowan (WEHMER, 1931).
- En arabe : Taleb El Koubs (NARAYANA et al., 1967).

Le nom scientifique est :

Ammoïdes ou *Ptychotis verticillata* (QUEZEL et SANTA, 1963).

Trachyspermum ammi (L.) (WEHMER, 1931 ; QUEZEL et SANTA, 1963 ; NARAYANA et al., 1967).

Trachyspermum copticum (SCHIRNER, 2004).

Le genre *Ammoïdes* appartient à la famille des Apiacées. Elle pousse spontanément en Egypte et en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie) ainsi qu'en Asie (Inde, Iran et Pakistan). Cependant, les principaux pays cultivateurs sont l'Egypte, l'Iran et surtout l'Inde (QUEZEL et SANTA, 1963 ; KHAJEH et al., 2004).

Selon QUEZEL et SANTA (1963), cette espèce végétale qui pousse spontanément est annuelle, à souche filiforme, à tige ramifiée de 10 – 40 cm, On la rencontre généralement dans les champs, les pelouses, les montagnes et les forêts (BEKHECHI, 2008).

1.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique d'*Ammoïdes verticillata* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Apiales
- Famille : **Apiacées**
- Genre : **Ammoïdes**
- Espèce : *Ammoïdes verticillata* (Desf.)

1.3. Composition chimique

Tableau 1 : Composition des huiles essentielles extraites d'*Ammoïdes verticillata* (en %)

Composés	KAMBOUCHE & EL-ABED (2003) Région d'Oran	BENDAHOU et al. (2007) Région de Terni	BEKHECHI (2008) Région de Pierre du chat
α -thujène	0,08	0,3	0,3
α -pinène	0,62	1,0	0,9
sabinène	0,13	t	0,4
β -pinène	0,16	0,1	-
myrcène	0,40	0,6	0,6
<i>p</i> -cymène	14,08	15,6	10,8
limonène	11,89	15,0	19,2
γ -terpinène	6,79	6,6	0,4
terpinolène	-	0,1	-

linalol	t	0,1	-
terpinène-4-ol	0,79	0,2	0,7
α -terpinéol	0,08	0,1	-
isothymol	51,20	-	-
thymol	12,96	50,1	49,4
carvacrol	-	8,8	0,3

- : Composé non identifié.

2. *Mentha pulegium* (L.)

Mentha pulegium (L.) est une plante odorante qui appartient à la famille des Lamiacées, est très répandue dans le nord de l'Europe, dans la région méditerranéenne et dans l'Asie (QUEZEL & SANTA, 1963 ; MAROTTI et al., 1994).

C'est une plante de 10 -30 cm à inflorescence formée de nombreux verticillatres denses, feuillés et distants (QUEZEL & SANTA, 1963). Sa saveur est fortement aromatique et son odeur est intense. Le nom de pulegium vient de latin de pulex, la puce car la plante a la propriété d'éloigner les puces (BEKHECHI, 2008).

La menthe est considérée bénéfique pour la santé (PADRINI & LUCHERONI, 1996).

En Algérie *Mentha pulegium* est très abondante et pousse spontanément (QUEZEL & SANTA, 1963).



Figure 5 : *Mentha pulegium* (Photo originale).

2.1. Noms vernaculaires

Mentha pulegium est connue dans le monde sous les noms vernaculaires suivants :

- En français : Menthe pouliot (**LEMORDANT et al., 1977**).
- En arabe : Fliou (**LEMORDANT et al., 1977 ; BELLAKHDAR, 1978**).
: Feliou (**QUEZEL & SANTA, 1963**).

2.2. Position systématique

D'après **QUEZEL et SANTA (1963) ; GUIGNARD & DUPONT (2004)**, la systématique de *Mentha pulegium* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : **Lamiacées**
- Genre : **Mentha**
- Espèce : *Mentha pulegium* (L.)

2.3. Composition chimique

Tableau 2 : Composition des huiles essentielles extraites de *Mentha pulegium* (en %)

Composés	LAWRENCE (1978) Espagne	SIVROPOULOU et al. (1995) Grèce	BEGHIDJA et al. (2007) Jijel (route de Bejaia)	BEKHECHI (2008) Région de Pierre du chat
α -pinène	0,3	-	0,18	0,3
β -pinène	0,4	-	0,4	0,2
sabinène	0,3	-	0,14	-
myrcène	0,1	-	0,12	-
limonène	0,7	-	1,17	0,7
1,8-cinéole	0,4	-	0,18	0,2
<i>p</i> -cymène	0,2	-	0,04	0,1
isomenthone	8,6	4,5	0,02	0,4
pipéritone	0,2	1,9	0,3	0,5
pipériténone	2,5	-	0,28	3,9

menthone	16	1,0	0,6	10,9
pulégone	79,4	44,7	87.3	75,8

3. *Lavandula stoechas* (L.)

Lavandula stoechas appartient à la famille des Labiées (Lamiacées) (FERNANDEZ, 2003).

Le genre *Lavandula* se compose d'environ 28 espèces, qui sont dans la plupart d'origine méditerranéenne (BARRETT, 1996). *Lavandula stoechas* est un sous-arbrisseau à tiges et feuilles persistantes, jusqu'à 1 mètre de longueur, avec couleur vert pâle, fleurs de couleur bleu-violet. L'ensemble de la plante très aromatique comprenant fleurs et feuilles (ALLABY, 1992).

L. stoechas est une plante tendre, qui préfère les endroits ensoleillés et les sols riches, les tiges étroites sont quadrangulaires à feuilles opposées, tendent à être plus vertes que grises, à son extrémité une inflorescence terminée par un toupet de longues bractées violettes (CHU & KEMPER, 2001), largement distribué dans les Iles canari, Islande et à travers tout le tell méditerranéen, l'Afrique du Nord, Sud West de l'Asie (QUEZEL & SANTA, 1963).



Figure 6 : *Lavandula stoechas* (Photo originale).

3.1. Noms vernaculaires

Lavandula stoechas est connue dans le monde sous les noms suivant :

- En français : La lavande
- En arabe : El-kehila.

3.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique de *Lavandula stoechas* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : **Lamiacées**
- Genre : **Lavandula**
- Espèce : *Lavandula stoechas* (L.)

3.3. Composition chimique

Tableau 3 : Composition des huiles essentielles extraites de *Lavandula stoechas* (en %)

Composés	WIESENFELD (1999) Bulgarie	MOHAMMEDI (2006) Oum el Alou	MOHAMMEDI (2006) Aïn fezza
α -pinène	2,1	0,5	0,6
sabinene	0,7	-	-
β -pinène	0,4	-	-
<i>p</i> -cymène	-	0,8	1,0
α -terpinolene	0,8	-	-
bornyl acetate	-	3,2	3,0
linalol	0,6	-	-
camphre	26,2	18,1	17,7
camphène	-	1,3	1,0
cineole	-	18,9	24,2

4. *Cistus ladaniferus* (L.)

Le genre *Cistus* comprend 16 espèces, particulièrement prédominantes dans la méditerranée (TALAVERA et al., 1993). *Cistus ladaniferus* (L.) est répandue dans le Portugal, l'Espagne, l'Italie, l'Algérie, et le Maroc (MARIOTTI et al., 1997).

Cistus ladaniferus est un arbrisseau aromatique, de 1 à 2 mètres, à feuilles vertes à la partie supérieure, blanchâtres à l'intérieur, planes ou ondulées, glabres luisantes, couvertes par des glandes sécrétrices d'une résine brunâtre. Les fleurs blanches jaunâtres, apparaissant en juin et ne durent que quelques heures, les fruits sont velus à 10 loges et s'ouvrent par 10 valves (**QUEZEL & SANTA, 1963 ; NAVES, 1974 ; BONNIER, 1990**).



Figure 7 : *Cistus ladaniferus* (Photo originale).

4.1. Noms vernaculaires

Cistus ladaniferus est connu sous le nom vernaculaire : Le ciste.

4.2. Position systématique

D'après **JANOT (1965)**, la systématique de *Cistus ladaniferus* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames
- Sous Embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous classe : Dialypétales
- Ordre : Pariétales
- Famille : **Cistacées**
- Genre : **Cistus**
- Espèce : *Cistus ladaniferus* (L.)

4.3. Composition chimique

Tableau 4 : Composition des huiles essentielles extraites de *Cistus ladaniferus* (en %)

Composés	KAID SLIMANE (2004) Zarifet	KAID SLIMANE (2004) Hafir
camphène	1,18	8,14
α -terpinène	0,51	0,93
<i>p</i> -cymène	0,91	1,30
cineol	0,50	0,71
gamma terpinene	1,00	1,45
menth-3-en-3ol	0,46	0,54
borneol	9,32	9,14
terpineol-4	1,83	2,60
β -gurgunene	0,86	0,92
gamma cadinene	0,63	0,77
copraborneol	12,50	7,96
β -eudesmol	1,90	0,30

5. *Origanum glandulosum* (Desf.)

En Algérie, le genre *Origanum* regroupe trois espèces qui sont : *Origanum majorana* (L.), *Origanum glandulosum* (Desf.) et *Origanum floribundum* (Munby) (QUEZEL et SANTA, 1963).

Origanum glandulosum est une plante odorante qui appartient à la famille des Lamiacées, elle est endémique (BOULOS, 1983) et pousse spontanément dans le nord de l'Afrique (en Algérie et en Tunisie en particulier) (QUEZEL & SANTA, 1963).

C'est une plante à tiges toutes dressées, souvent rougeâtres et velues, l'inflorescence blanchâtres ou rose (BABA AISSA, 1999), la corolle a une lèvre inférieure qui est bien plus longue que la lèvre supérieure (QUEZEL et SANTA, 1963).

La saveur de cette plante est fortement aromatique, les espèces du genre *Origanum* sont utilisées comme des désinfectant puissants (RICHARD, 1974).

Par ailleurs, *Origanum glandulosum* est considérée essentiellement comme une plante médicinale pour traiter des maladies sévères (MAHMOUDI, 1990). L'huile essentielle de cette plante possède une activité antioxydante considérable qui est due à la présence des composés comme le thymol et carvacrol (RUBERTO et al., 2002).

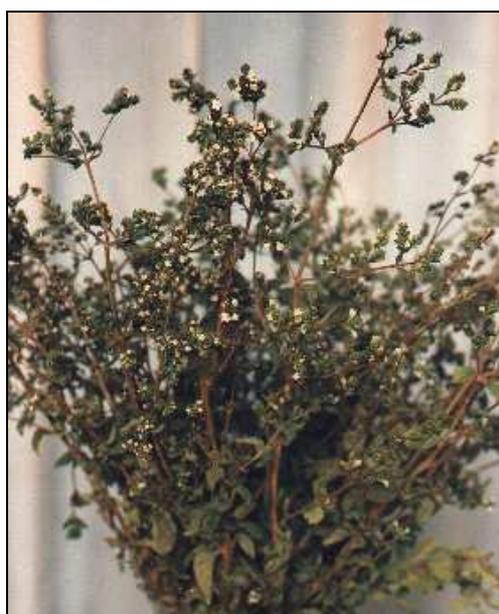


Figure 8 : *Origanum glandulosum* (Photo originale).

5.1. Noms vernaculaires

- En français : Marjolaine sauvage, grande marjolaine, pied de lit (GARNIER et al., 1961), et Origan (FOURMENT et ROQUES, 1941).
- En arabe : Zateur (QUEZEL et SANTA, 1963).
Zaâter (BABA AISSA, 1991).

5.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique d'*Origanum glandulosum* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicot
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : **Lamiacées**
- Genre : **Origanum**
- Espèce : *Origanum glandulosum* (Desf.)

5.3. Composition chimique

Tableau 5 : Composition des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* (en %)

Composés	BELHATTAB et al. (2005) Sétif	BENDAHOU et al. (2007) Région de Terni	BEKHECHI (2008) Région de Terni	BEKHECHI (2008) Région de Sebdou
α -thujène	0,3	0,7	1,5	1,6
α -pinène	0,7	0,6	0,6	0,7
octen-3-ol	0,2	0,3	-	-
β -pinène	0,2	1,4	0,2	0,2
myrcène	-	-	2,0	2,1
β -myrcène	1,6	1,4		
α -terpinène	1,5	0,6	1,8	2,4
<i>p</i> -cymène	11,2	12,5	17,7	15,7
limonène	0,3	2,5	0,4	0,3
γ -terpinène	13,4	11,2	20,0	23,8
terpinène-4-ol	0,4	0,4	0,4	0,4
linalol	1,0	1,2	-	-
α -terpinéol	0,5	tr	0,3	0,2
thymol	6,6	55,6	45,4	44,4
carvacrol	47,0	2,7	3,6	2,9

tr : Trace

6. *Ruta chalepensis* (L.)

Ruta chalepensis est une plante aromatique médicinale qui appartient à la famille des Rutacées, encore utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme anti-inflammatoire, et pour le traitement de pathologies cutanées (MERGHACHE et al., 2009).

Elle est spontanée, largement répandue en Afrique du nord, particulièrement en Algérie (BENISTON, 1984). En Algérie, cette plante est aussi cultivée dans les jardins (MERGHACHE et al., 2009).

Ruta chalepensis possède une tige feuillue et ramifiée, inflorescence glabre, corolle avec des pétales oblongs et ciliés, et une couleur jaune, porte des fruits avec une capsule sphérique de 6 à 9 millimètres (SEKKAT, 1996).

Ruta chalepensis « la rue », est largement exploitée pour ces huiles essentielles destinées à la parfumerie et l'industrie agroalimentaire (MERGHACHE et al., 2009).



Figure 9 : *Ruta chalepensis* (Photo originale).

6.1. Noms vernaculaires

- En français : Rue d'Alep, Rue (SEKKAT, 1996).
- En arabe : Fejel, Fijel, Fijla, fidjel, Fidjla (QUEZEL et SANTA, 1963).

6.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique de *Ruta chalepensis* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots

- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Rurales
- Famille : **Rutacées**
- Genre : **Ruta**
- Espèce : *Ruta chalepensis* (L.)

6.3. Composition chimique

Tableau 6 : Composition des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* (en %)

Composés	MERGHACHE et al. (2009) Ghazaouet	MERGHACHE et al. (2009) Ouzidane	MERGHACHE et al. (2009) Terni	MERGHACHE et al. (2009) Sebdou
limonène	0,08	0,06	0,10	0,05
2-nonanone	0,53	0,26	3,39	0,36
2-nonanol	0,61	0,16	0,31	0,13
2-décanone	4,17	3,67	3,91	2,13
1-décanol	0,12	0,05	4,05	0,04
2-undécanone	79,11	82,74	72,90	54,19
2-undécanol	1,42	0,31	0,22	3,32
1-Undécanol	0,08	0,15	0,27	0,54
2-dodécanone	1,75	2,11	1,47	1,38
1-dodécanol	0,08	0,12	1,04	0,17
élémol	0,03	0,33	0,53	0,19
élémicin	tr	0,19	0,20	0,45
chalepensisin	0,29	0,29	0,22	tr
clausindin	0,42	0,41	0,16	3,22

7. *Thymus capitatus* (L.)

Le thym est un arbuste odorant qui pousse spontanément dans le Nord de l'Afrique (le Maroc, la Tunisie, l'Algérie, et le Libye), l'Egypte, l'Espagne ainsi qu'en Sibérie et en Europe

Nordique. Cependant, la plupart des espèces se concentrent dans le pourtour du bassin Méditerranéen (MORALES, 1997 ; SALGUEIRO et al., 1997 ; PEDERSEN, 2000).

En Algérie, le genre *Thymus* regroupe 12 espèces qui sont : *Thymus fontanesii*, *Thymus commutatus* (Ball.), *Thymus dreatensis*, *Thymus numidicus*, *Thymus guyonii*, *Thymus lanceolatus*, *Thymus pallidus*, *Thymus glandulosus*, *Thymus hirtus*, *Thymus algeriensis*, *Thymus ciliatus*, et *Thymus capitatus* (L.) (QUEZEL & SANTA, 1963).

L'huile essentielle du Thym est caractérisée par un fort potentiel antimicrobien (COSENTINO & PALMAS, 1999), et par un remarquable effet antioxydant (DRAGLAND et al., 2003). Elle possède une activité antifongique (RUBERTO et al., 1993) et acaricide vis-à-vis de *Varroa destructor* (parasite qui affecte les abeilles) (AVIANA et al., 2002).



Figure 10 : *Thymus capitatus* (Photo originale).

7.1. Noms vernaculaires

- En français : Thym (QUEZEL et SANTA, 1963).
- En arabe : Zateur (QUEZEL et SANTA, 1963).

Zaatar (KABOUCHE et al., 2005).

7.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique de *Thymus capitatus* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées

- Ordre : Lamiales
- Famille : **Lamiacées**
- Genre : **Thymus**
- Espèce : *Thymus capitatus* (L.)

7.3. Composition chimique

Tableau 7 : Composition des huiles essentielles extraites de *Thymus capitatus* (en %)

Composés	AKROUT et al. (2010) Région de Beni- Khedache (Sud de Tunisie)	EL AJJOURI et al. (2008) Région de Tétouan (Nord du Maroc)	BENDAHOU et al. (2007) Région de Terni
α -thujène	-	1,92	-
α -pinène	2,2	0,78	-
sabinène	0,7	-	-
β -pinène	-	2,48	-
myrcène	2,2	-	1,79
<i>p</i> -cymène	11,1	6,34	7,81
limonène	0,6	-	-
γ -terpinène	8,6	4,92	11,12
terpinolène	-	0,14	-
linalol	-	3,86	4,16
borneol	-	0,93	-
camphène	-	-	3,26
β -caryophyllène	2,3	3,57	-
thymol	-	0,38	-
carvacrol	68,8	70,92	55,66

8. *Schinus molle* (L.)

Schinus molle est un arbre à feuilles aromatiques appartenant à la famille des Anacardiacées ou térébinthacées. Il constitue une importante famille de plantes angiospermes dicotylédones, et regroupe approximativement 60 genres et 500 espèces (BONNIER, 1990).

Schinus molle est un arbre persistant à tronc de 5 à 10 m de hauteur, ramure arrondie, les feuilles sont vertes de 2 à 6 cm de longueur.

Les fleurs sont jaunes verdâtres en panicules. Les fruits pisciformes, de couleur rose, mesurent environ 8mm de diamètre (BELOT, 1978).

Schinus molle est un arbre originaire d'Amérique du Sud, introduit dans la plupart des régions tropicales et subtropicales (OLAFSSON et al., 1997).

S. molle s'adapte à tous les climats, mais il se plaît généralement sur le littoral méditerranéen (TAYLOR, 2005).

Cette espèce est utilisée traditionnellement comme plante médicinale (cardiotonique, antihémorragique et antiseptique (TAYLOR, 2005), comme elle présente un effet antifongique (QUIROGA et al., 2001), antioxydant, et antimicrobien (ABID, 2008).



Figure 11 : *Schinus molle* (Photo originale).

8.1. Noms vernaculaires

- En français : Faux poivrier (QUEZEL et SANTA, 1963).

8.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique de *Schinus molle* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Dialypétales ou Rosidées
- Ordre : Térébintales ou sapindales

- Famille : **Anacardiaceés ou térébinthacés**
- Genre : **Schinus**
- Espèce : *Schinus molle* (L.)

8.3. Composition chimique

Tableau 8 : Composition des huiles essentielles extraites de *Schinus molle* (en %)

Composés	BASER et al. (1997) Turquie	HAYOUNI et al. (2008) Tunisie	ABID (2008) Région de Remchi
α -pinène	-	5,22	3,88
sabinène	-	-	0,49
β -pinène	-	15,68	0,16
myrcène	-	-	7,06
α -terpinène	-	-	0,27
<i>p</i> -cymène	-	5,43	2,36
α -cadinol	7,2	-	-
γ -terpinène	-	-	0,13
limonène	11,6	-	-
terpinolène	-	-	0,25
α -phellandrène	38,1	35,86	32,24
terpinène-4-ol	-	-	0,11
β -phellandrène	11,8	29,3	23,00
citronnelle	-	-	0,36
thymol	-	-	0,09
carvacrol	-	-	0,08

9. *Rosmarinus officinalis* (L.)

Rosmarinus officinalis appartenant à la famille des Labiées (Lamiacées). C'est une plante de strate herbacée, odorante à tige quadrangulaire, à feuilles opposées décussées sans stipules, rigides brillantes bord repliés verdâtres, blanchâtres en dessous de 1,5 à 3mm, et fleurs réunies en cymes axillaires plus ou moins contractées, simulant souvent des verticilles ou encore condensées au sommet de tige et simulant des épis (MESSAILI, 1995).

Rosmarinus officinalis se répartit tout au long de la mer méditerranéenne et l'Europe d'où son nom « Rose de la mer » "Ros" "Marinus" (GUINOCHET, 1973).



Figure12 : *Rosmarinus officinalis* (Photo originale).

9.1. Noms vernaculaires

- En français : Romarin (QUEZEL et SANTA, 1963).
- En arabe: Azir, Iklil el-Djabel.

9.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique de *Rosmarinus officinalis* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Gamopétales
- Ordre : Lamiales
- Famille : **Lamiacées**
- Genre : **Rosmarinus**
- Espèce : *Rosmarinus officinalis* (L.)

9.3. Composition chimique

Tableau 9 : Composition des huiles essentielles extraites de *R. officinalis* (en %)

Composés	SOLIMAN et al. (1994) Giza (Egypte)	KABOUCHE et al. (2005) Constantine	ATIK BEKKARA et al. (2007) Région de Honaine	BENDAHOU (2007) Région de Mechria
α -thujène	-	0,1	1,3	0,2
α -pinène	9,33	7,5	23,1	7,8
camphène	3,65	5,0	4,6	2,1
β -pinène	1,80	3,2	12,2	7,1
myrcène	5,39	-	4,5	1,5
α -terpinène	0,40	-	0,7	-
<i>p</i> -cymène	6,29	-	1,9	-
1,8-cineole	8,96	29,5	-	48,8
limonène	-	tr	3,2	-
γ -terpinène	0,09	0,1	1,1	0,6
terpinolène	-	-	-	-
α -terpinéol	3,27	-	1,1	3,6
linalol	5,44	tr	1,2	2,7
camphor	14,91	11,5	-	-
camphre	-	-	14,5	18,3
bornéol	0,30	9,4	1,4	1,6
acétate de bornyl	-	-	3,6	0,7
carvacrol	0,15	-	-	-

10. *Artemisia herba-alba* (Asso.)

Artemisia herba-alba appartient à la famille des Astéracées (Composées), originaire d'Europe. C'est une plante à tige élancée pouvant atteindre 1,5 m de haut, les feuilles sont alternes (inséré isolément sur chaque nœud de la tige et à des hauteurs différentes), vert foncé dessus, et blanche et cotonneuse dessous. Les fleurs jaunes hémisphériques n'ont pas toujours une odeur agréable, et sont regroupées en petits capitules et disposées en petits épis axillaires dont la réunion constitue une longue panicule. Le fruit est ovale et lisse (AZZEDDINE & GUELLIL, 2007).



Figure 13 : *Artemisia herba-alba* (Photo originale).

10.1. Noms vernaculaires

- En français : Armoise (QUEZEL et SANTA, 1963).
- En arabe: Chih.

10.2. Position systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), la systématique d'*Artemisia herba-alba* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Asterales
- Famille : **Asteracées**
- Genre : **Artemisia**
- Espèce : *Artemisia herba-alba* (Asso.)

10.3. Composition chimique

Tableau 10 : Composition des huiles essentielles extraites d'*A. herba-alba* (en %)

Composés	AKROUT et al. (2010) Région de Beni-Khedache (Sud de Tunisie)	MIGHRI et al. (2006) Région de Kirchaou (sud-est tunisien)	BENMANSOUR (1999) Région de Tlemcen	BENDAHOU (2007) Région de Mechria
α -thujène	-	0,1	-	tr
α -pinène	-	0,3	3,21	0,1
camphène	0,8	1,5	0,73	3,2
β -pinène	-	0,7	-	0,2
myrcène	-	0,2	-	0,5
α -terpinène	-	0,9	-	0,3
<i>p</i> -cymène	1,5	2,2	-	0,8
1,8-cineole	6,0	12,2	-	3,7
γ -terpinène	1,1	1,7	-	0,2
lyratol	-	-	-	0,5
α -terpinéol	-	0,5	0,48	0,4
α -thujone	25,7	19,2	12,80	2,9
β -thujone	30	14,3	29,43	41,2
camphre	4,5	9,4	13,71	22,2
Terpinène-4-ol	2,8	-	-	0,2
thymol	-	0,2	-	0,1
sabinène	1,4	0,5	0,96	1,5

II- Les huiles essentielles

1. Définition

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

Selon **SMALLFIELD (2001)**, les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques des plantes, qui sont extraites par distillation par la vapeur ou des solvants.

Selon **PADRINI & LUCHERONI (1996)**, les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois, elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles.

2. Répartition et localisation

Les huiles essentielles sont rencontrées dans diverses familles botaniques, elles sont largement répandues dans le monde végétal et se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles (**RICHTER, 1993**).

Actuellement, on compte environ 800,000 espèces végétales et parmi elles, seulement 10% sont capables de synthétiser une essence, c'est-à-dire les plantes aromatiques (**BALZ, 1986**).

Ces essences se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante, dans une même plante, ces huiles peuvent exister à la fois dans différents organes, où la composition chimique peut varier d'un organe à un autre. Ces essences aromatiques sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante (**BRUNETON, 1999**).

3. Les principales familles des plantes aromatiques

Selon **BACHELOT et al., (2005)**, Parmi les principales familles des plantes aromatiques:

- **Les Abiétacées (anciennement appelées Pinacées) :** 200 espèces réparties en 10 genres, représentées par les conifères (les sapins, les cèdres, les mélèzes, les épicéas, et les pins).
- **Les Cupressacées :** C'est une famille comprenant des arbres et arbrisseaux à feuilles écaillées en général. On y trouve les cyprès, les thuyas et les genévriers.
- **Les Lamiacées (anciennement appelées les Labiées) :** C'est une importante famille de plantes dicotylédones avec environ 6000 espèces réparties en 9 sous familles elles même réparties en 210 genres (les lavandes, les menthes, le romarin...), cette famille est une grande source d'huiles essentielles.
- **Les Myrtacées :** Cette famille est représentée par des arbres, des arbustes ou arbrisseaux. On trouve 3000 espèces réparties en 130 genres, en zones tempérées, subtropicales et tropicales (surtout en Australie et en Amérique). Dans cette famille on trouve de nombreux eucalyptus, des girofliers, et des myrtes.

- **Les Lauracées** : 2000 à 2500 espèces. Ce sont des arbres verts et sauvages, que l'on trouve surtout au Brésil. On y trouve les cannelles (de Chine), le laurier noble, le sassafras...etc.
- **Les Rutacées** : On y trouve 900 espèces réparties en 50 genres, qui sont en zones tropicales ou subtropicales. Ce sont des arbres, arbustes ou plus rarement des plantes herbacées, grands producteurs d'huiles essentielles (le citron, le citron vert, la mandarine).
- **Les Ericacées** : Famille des plantes ligneuses, que l'on trouve en régions tempérées et tropicales. On trouve 3500 espèces. Ce sont des plantes très précieuses en thérapeutique (la gaulthérie, le lédon).
- **Les Astéracées anciennement appelées Composées** : Ils forment la plus grande famille du règne végétal. On trouve plus de 20,000 espèces, surtout en zones sèches et arides (la camomille, l'estragon, et la santoline).

4. Rôle physiologique des huiles essentielles

Les plantes aromatiques produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante reste inconnu (**RAI et al., 2003**).

Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huile pour repousser ou attirer les insectes, dans ce dernier cas, pour favoriser la pollinisation. D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (**BELAICHE, 1979**).

Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes (**CAPO et al., 1990**).

5. Domaines d'utilisation des huiles essentielles

Les plantes aromatiques et leurs huiles essentielles peuvent avoir d'intéressantes applications dans différents secteurs :

5.1. Désinfection de l'air

Les huiles essentielles sont composées d'un grand nombre de molécules volatiles, en diffusion dans l'atmosphère, ou diluées dans les produits de nettoyage. Elles désinfectent, désodorisent et parfument agréablement et naturellement l'air en éliminant 90% du pouvoir bactérien. Cette pratique est utile en particulier dans le milieu hospitalier, comme elle peut être utilisée également pour l'assainissement de l'atmosphère des locaux tels que la

conservation du patrimoine bibliographique des musées et des archives (**DE BILLERBECK, 2002**), ou pour traiter la qualité de l'air dans les bâtiments (**PIBIRI & SEIGNIEZ, 2001**).

5.2. En agroalimentaire

Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour préserver les aliments (**BEKHECHI, 2008**). Ainsi, les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires, sont également connus pour posséder des activités antioxydantes et antimicrobiennes sur plusieurs bactéries responsables de la pollution des aliments et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires (**KIM et al., 1995**).

Les huiles essentielles ont également des propriétés fongicides (**MAHADEVAN, 1982**) et très efficaces contre les moisissures responsables de la détérioration des denrées alimentaires lors de leurs stockage (**MEJHOLM & DALGAARD, 2002**).

Les huiles essentielles extraites des feuilles des plantes aromatiques ont également révélé des propriétés insecticides très intéressantes contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires (**TAPONDJOU et al., 2003 ; KELLOUCHE, 2005**).

5.3. En traitement des infections

Les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques, ce qui leur donne une place parmi les moyens thérapeutiques pour guérir, atténuer ou prévenir les maladies et les infections, notamment les infections respiratoires (**BUCHBAUER & JIROVETZ, 1994**).

6. Composition chimique des huiles essentielles

La composition des huiles essentielles est généralement très complexe, à la fois par la diversité considérable de leurs structures, et par le nombre élevé de constituants présents (**ABID, 2008**).

On peut déterminer la composition des huiles essentielles par la chromatographie en phase gazeuse (CPG), c'est la technique la plus utilisée, car elle permet de faire une analyse complète de plus d'une centaine de molécules chimiques que contient l'huile.

Le spectromètre de masse (SM), que l'on associe souvent à la chromatographie (CPG-SM), permet lui d'obtenir la composition précise de l'huile essentielle (**BACHELOT et al., 2005**).

Comme on peut utiliser une méthode spectroscopique, dite résonance magnétique nucléaire du carbone-13 (RMN ¹³C) (**BEKHECHI, 2008**).

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant divers

facteurs : L'environnement, le génotype, origine géographique, le lieu et la période de récolte, la partie de la plante étudiée, l'âge de la plante, le séchage, lieu de séchage, la température et durée de séchage, les parasites, les virus et mauvaises herbes (**SMALLFIELD, 2001 ; MERGHACHE et al., 2009 ; ATIK BEKKARA et al., 2007**).

Chapitre III

Matériels et méthodes

1. Elevage des insectes

L'élevage de masse de la bruche *Acanthoscelides obtectus* est réalisé dans des bocaux en verre (15,5 x 8 cm). Chaque bocal contient 500 g de graines de haricot de la variété blanche provenant d'un entrepôt de stockage de la région de Tlemcen est utilisé comme substrat alimentaire (Fig.14). Concernant l'élevage de la mite *Tineola bisselliella*, des toisons de moutons sont utilisées comme substrat alimentaire. Ces supports sont placés dans le fond des bocaux d'élevage en plastique transparent de 20 x 25 cm (Fig.15).

L'élevage des deux insectes se fait dans une étuve réglée à une température de 26°C et une humidité relative de 70%.



Figure 14 : Elevage de masse de la bruche *A. obtectus* (Photo originale).



Figure 15 : Elevage de masse de la mite *T. bisselliella* (Photo originale).

2. Cycle de développement des deux insectes

La bruche *A. obtectus* : le développement larvaire et nymphal se déroule à l'intérieur des graines. Pour pouvoir observer ces stades cachés, nous avons utilisé dans des boîtes de Pétri en plastique 30 g de graines d'haricot broyées en poudre comme substrat alimentaire (Fig.16), les quelles sont infestées par cinq couples d'*A. obtectus* (âgés de 0 à 48h). Les essais sont répétés 3 fois.

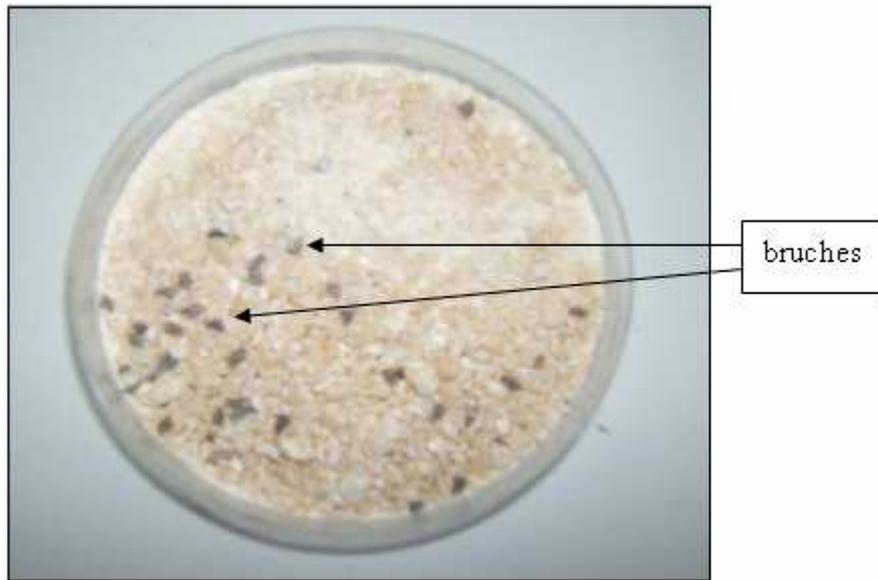


Figure 16 : Elevage des bruches sur la poudre des graines d'haricot (Photo originale).

L'étude du cycle de développement de la mite *T. bisselliella*, se fait dans des boîtes de Pétri en plastique et nous avons utilisé comme substrat alimentaire les toisons de lapin. Toutes les boîtes sont infestées par cinq couples de *T. bisselliella* (âgés de 0 à 48h). Les essais sont répétés 3 fois.

Les cycles de développement des deux insectes étudiés se sont déroulés dans une étuve réglée aux conditions optimales de 26 °C de température et 70% d'hydrométrie.

L'identification du sexe des deux insectes étudiés se fait sous la loupe binoculaire, selon la présence ou l'absence de pièce génitale femelle (l'ovipositeur), les femelles d'*A. obtectus* possèdent une taille plus grande comparativement aux mâles. Par contre les femelles et les mâles de *T. bisselliella* n'ont pas de différences morphologiques externes et seul l'examen des pièces génitales les différencie avec certitude (fig. 17 et 18).

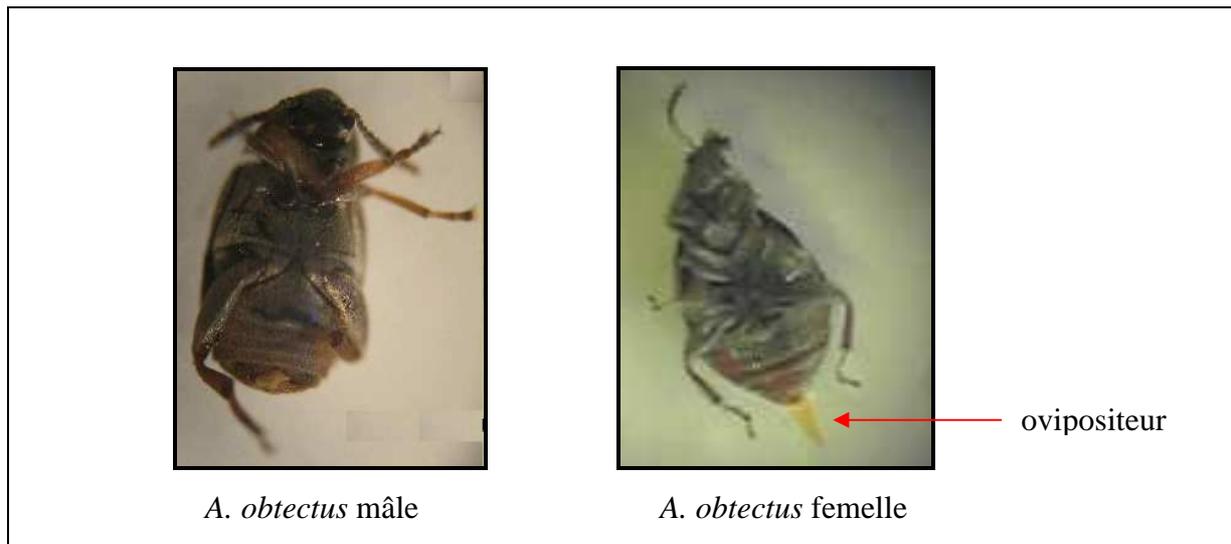


Figure 17 : *Acanthoscelides obtectus* G : $\times 10$ (photos originales).

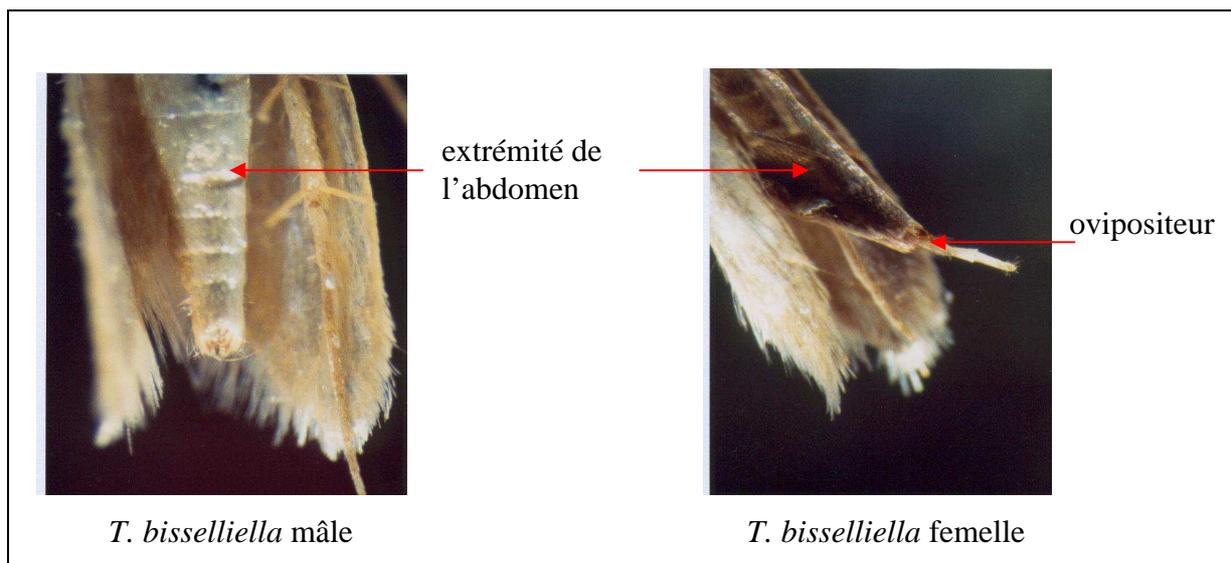


Figure 18 : *Tineola bisselliella* G : $\times 10$ (photos originales).

Les adultes de *T. bisselliella* sont très fragiles et leur captage se fait uniquement au niveau des ailes à l'aide d'une pince. Ces mites fragiles et actives sont donc placées 1 à 3 minutes au congélateur à une température de -18°C . Le froid immobilise les mites et au même temps fait ressortir l'ovipositeur chez les femelles. Au bout de quelques minutes les individus sont à nouveau actifs et ce bref moment au froid ne semble pas avoir d'incidence sur leur comportement.

3. Récolte et préparation du matériel végétal

Nous avons utilisé pour nos tests des plantes aromatiques appartenant aux différentes familles, récoltées de différentes régions (Tableau 11).

Les plantes sont nettoyées et séchées à la température ambiante de 21 à 24 °C pendant dix jours.

Une partie est utilisée pour l'extraction des huiles essentielles, et l'autre est broyée en poudre à l'aide d'un broyeur électrique pour tester l'effet des poudres des feuilles sur les deux insectes étudiées, le broyat est ensuite passé sur un tamis de mailles de 0,5 mm de diamètre pour avoir une poudre fine et homogène. L'identification des espèces végétales est réalisée par les botanistes du laboratoire d'écologie végétale de l'Université de Tlemcen.

Tableau 11 : Présentation des plantes aromatiques testées

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Famille	Région de récolte	Date de récolte
<i>Ammoïdes verticillata</i>	Ajowan Nounkha	Apiacées	Terni (Tlemcen)	Juin 2007
<i>Mentha pulegium</i>	Menthe pouliot Feliou	Lamiacées	Pierre ducha (Tlemcen)	Avril 2009
<i>Lavandula stoechas</i>	La lavande	Lamiacées	Aïn fezza (Tlemcen)	Avril 2008
<i>Cistus ladaniferus</i>	Le ciste	Cistacées	Zarifet (Tlemcen)	Juin 2008
<i>Origanum glandulosum</i>	Marjolaine sauvage, Zaâter	Lamiacées	Terni (Tlemcen)	Mars 2009
<i>Ruta chalepensis</i>	Rue d'Alep Fidjel	Rutacées	Sebdou (Tlemcen)	Avril 2009
<i>Thymus capitatus</i>	Thym Zaâter	Lamiacées	Terni (Tlemcen)	Juin 2007
<i>Schinus molle</i>	Faux poivrier	Anacardiées	Remchi (Tlemcen)	Octobre 2009
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romarin Ikil el-Djabel	Lamiacées	Méchria (Naâma)	Mars 2007
<i>Artemisia herba-alba</i>	Armoise Chih	Asteracées	Méchria (Naâma)	Mars 2007

4. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles à partir des feuilles des plantes aromatiques est réalisée à l'aide d'un dispositif d'hydrodistillation (Fig.19). Nous avons émergé 100 g d'échantillon dans 400 ml d'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition pendant une durée de 2 à 4 heures.

Le rendement en huiles essentielles est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse sèche du matériel végétal à traiter (KAID SLIMANE, 2004).

$$R = \frac{m_1}{m_2} \times 100$$

R : rendement en huiles essentielles exprimé en %

m 1 : masse des l'huiles essentielles en gramme

m 2 : masse d'échantillon en gramme

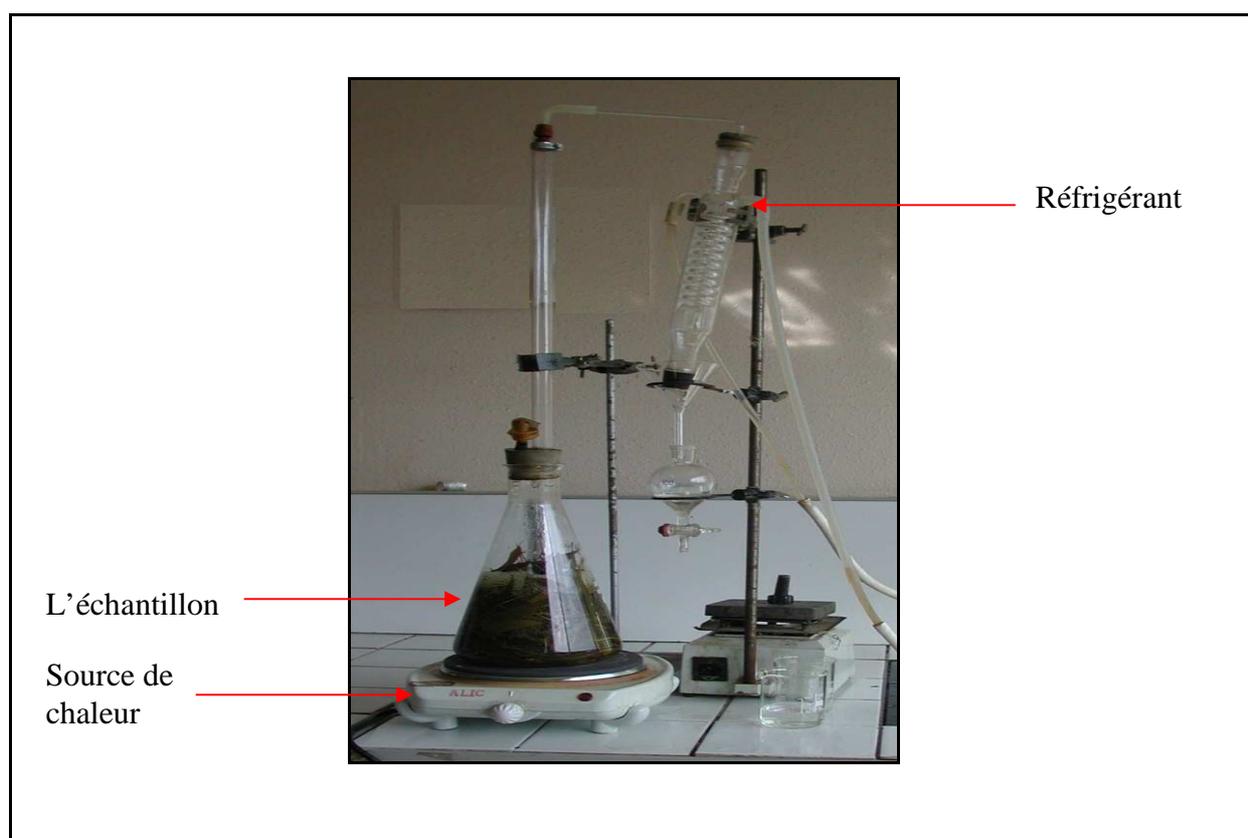


Figure 19 : Dispositif d'hydrodistillation (Photo originale).

5. Doses et traitements

5.1. Effet de la poudre des feuilles

a) Sur les adultes d'*A. obtectus*

Cinq (5) couples d'*A. obtectus* (âgés de 0 à 48h) sont introduits dans des boîtes de Pétri contenant 30g de graines de haricot mélangés avec la poudre des feuilles de chaque plante aromatique à six doses choisies (0,25% ; 0,50% ; 0,75% ; 1% ; 1,50% et 2% du poids de la poudre par poids de graines), soit un poids en poudre de 0,075g, 0,15g, 0,22g, 0,3g, 0,45g et

0,6g respectivement (Fig.20). Pour chaque dose et le témoin les expériences sont répétées trois fois.

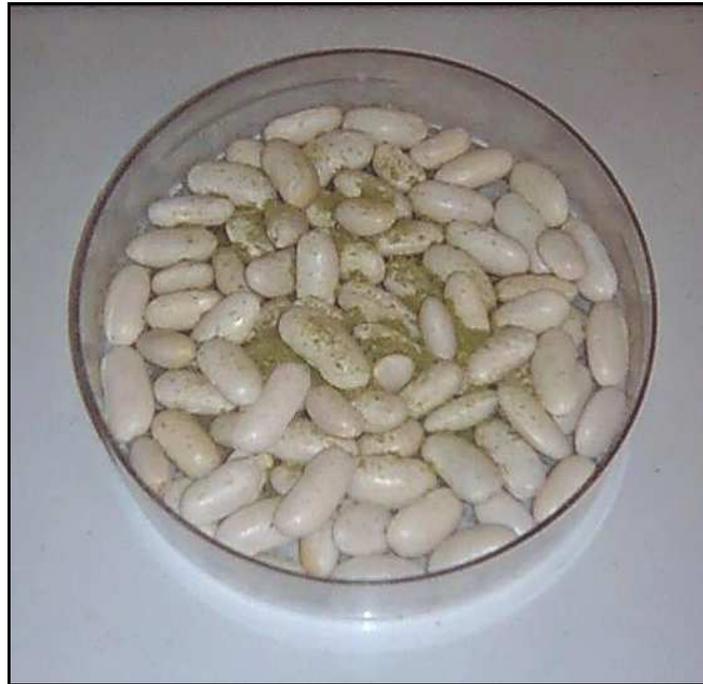


Figure 20 : Graines du haricot traitées par la poudre des feuilles (Photo originale).

b) Sur les adultes de *T. bisselliella*

Cinq (5) couples de *T. bisselliella* (âgés de 0 à 48h), sont introduits dans des boîtes de Pétri de 8 cm de diamètre, contenant des toisons de lapin mélangés avec la poudre des feuilles de chaque plante aromatique aux mêmes doses utilisées pour la bruche du haricot, soit 0,075g/50,24cm², 0,15g/50,24cm², 0,22g/50,24cm², 0,3g/50,24cm², 0,45g/50,24cm² et 0,6g/50,24cm² poids de poudre par surface (surface de boîte de Pétri avec un diamètre de 8 cm) (Fig.21). Pour chaque dose et le témoin les expériences sont répétées trois fois.

c) Sur les larves de *T. bisselliella*

Dix (10) larves de *T. bisselliella* âgées de 20 jours, sont introduites dans des boîtes de Pétri, contenant des toisons de lapin mélangés ensuite avec la poudre des feuilles de chaque plante aromatique aux mêmes doses utilisées contre les adultes de *T. bisselliella* soit 0,075g/50,24 cm², 0,15g/50,24cm², 0,22g/50,24cm², 0,3g/50,24cm², 0,45g/50,24cm² et 0,6g/50,24cm² poids de poudre par surface (Fig. 21). Pour chaque dose et le témoin les expériences sont répétées trois fois.



Figure 21 : Toison de lapin traitée par la poudre des feuilles (Photo originale).

5.2. Effet des huiles essentielles

a) Sur les adultes d'*A. obtectus*

Concernant la bruche du haricot pour chaque essai, 1ml d'une solution acétonique contenant chacune des huiles essentielles à 1, 2, 3, 4, 5 $\mu\text{L}/\text{mL}$ d'acétone est ajouté à 30g de graines contenus dans une boîte de Pétri et l'ensemble est convenablement mélangé (Fig. 22). Les doses testées sur *A. obtectus* sont de 1 $\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, 2 $\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, 3 $\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, 4 $\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, et 5 $\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines. Toutes les boîtes sont infestées par cinq couples d'*A. obtectus* (âgés de 0 à 48h). Les essais sont répétés 3 fois pour chaque dose et le témoin (graines de haricot traitées avec l'acétone uniquement).



Figure 22 : Effet des huiles essentielles sur la bruche *A. obtectus* (Photo originale).

b) Sur les adultes de *T. bisselliella*

Concernant la mite *T. bisselliella*, dans des boîtes de Pétri de 8 cm de diamètre, nous avons utilisé comme substrat alimentaire des toisons de lapin, Pour chaque essai, 1mL d'une solution acétonique contenant chacune des huiles essentielles à 1, 2, 3, 4, 5 $\mu\text{L}/\text{mL}$ d'acétone est ajouté dans les boîtes de Pétri (Fig. 23). Les doses testées sur les adultes de *T. bisselliella* sont 1 $\mu\text{L}/50,24 \text{ cm}^2$, 2 $\mu\text{L}/50,24 \text{ cm}^2$, 3 $\mu\text{L}/50,24 \text{ cm}^2$, 4 $\mu\text{L}/50,24 \text{ cm}^2$, et 5 $\mu\text{L}/50,24 \text{ cm}^2$. Après évaporation du solvant, les boîtes sont infestées par cinq couples de *T. bisselliella* (âgés de 0 à 48h). Pour chaque dose et le témoin (toison traitée avec de l'acétone uniquement) les expériences ont été répétées trois fois.

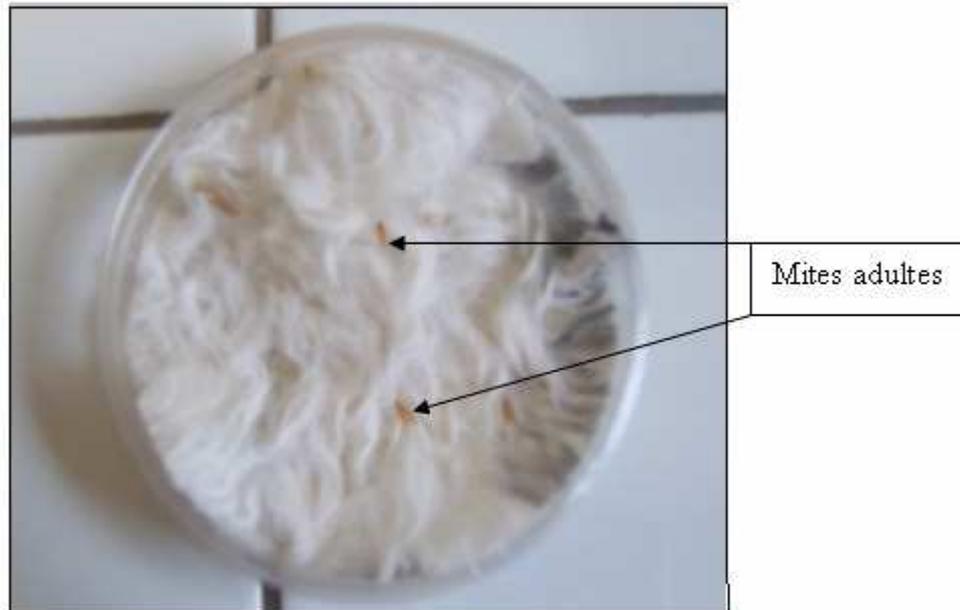


Figure 23 : Toison de lapin infestée par les adultes de *T. bisselliella* (Photo originale).

c) Sur les larves de *T. bisselliella*

Concernant les larves de *T. bisselliella*, nous avons utilisé comme substrat alimentaire des toisons de lapin. Les boîtes sont ensuite infestées par dix (10) larves âgées de 20 jours (Fig. 24), nous avons utilisé la même démarche expérimentale que celle utilisée pour l'évaluation de l'efficacité des huiles essentielles sur les adultes de *T. bisselliella*, avec les mêmes doses à savoir $1\mu\text{L}/50,24\text{ cm}^2$, $2\mu\text{L}/50,24\text{ cm}^2$, $3\mu\text{L}/50,24\text{ cm}^2$, $4\mu\text{L}/50,24\text{ cm}^2$, et $5\mu\text{L}/50,24\text{ cm}^2$. Pour chaque dose et le témoin (toison traitée avec de l'acétone uniquement) les expériences ont été répétées trois fois.

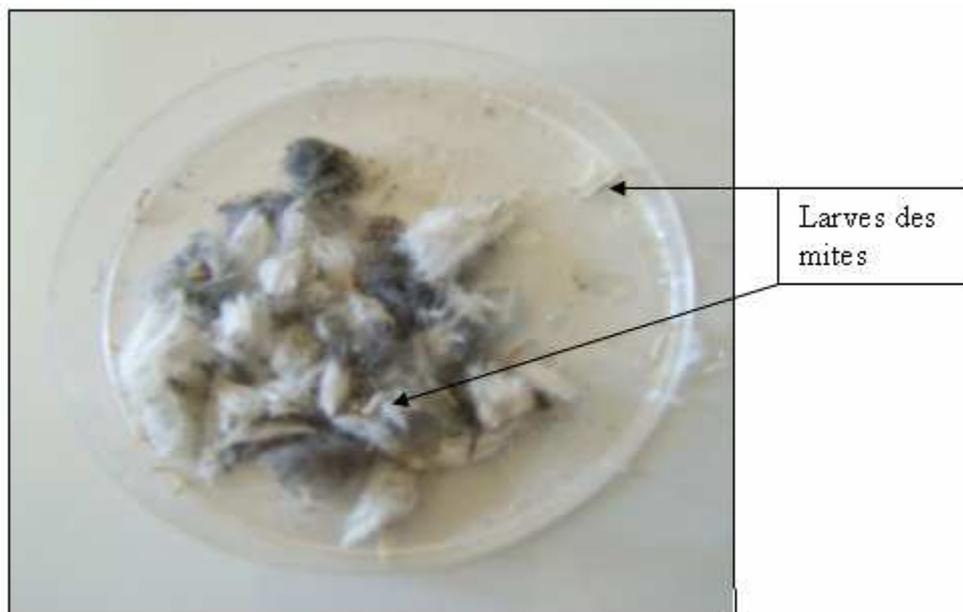


Figure 24 : Toison de lapin infestée par les larves de *T. bisselliella* (Photo originale).

6. Estimation de la mortalité et calcul de DL₅₀

Le comptage des bruches et mites mortes (adultes et larves) est réalisé tous les 24 heures pendant une période de six jours. La mortalité observée est exprimée après correction par la formule d'Abbott (**ABBOTT, 1925**).

$$Pc = \frac{Po - Pt}{100 - Pt} \times 100$$

Avec Pc : mortalité corrigée en %,

Pt : mortalité observée dans le témoin

Po : mortalité observée dans l'essai.

La dose létale pour 50% de la population d'insectes DL₅₀ est calculée par la méthode des probits (**FINNEY, 1971**). Les pourcentages de mortalité sont transformés en probits, la régression du logarithme de la dose en fonction des probits des mortalités à l'aide de logiciel MINITAB (version 12) a permis de déterminer la DL₅₀ pour chaque poudre de feuilles et huiles essentielles.

Nous avons calculé la DL₅₀ pour comparer la toxicité des dix plantes aromatiques testées, sous formes de poudres des feuilles et huiles essentielles, sur les adultes d'*A. obtectus* et les adultes et larves de la mite *T. bisselliella*

7. Estimation de la fécondité

Pour l'étude de l'efficacité des poudres des feuilles et les huiles essentielles des dix plantes aromatiques testées sur la fécondité des deux insectes *A. obtectus* et *T. bisselliella*, cinq (5) couples de chaque insecte (âgés de 0 à 48h), sont introduits dans des boîtes de Pétri de 8 cm de diamètre, contenant des substrats alimentaires (50g de graines du haricot pour *A. obtectus* et toisons de lapin pour *T. bisselliella*). Les doses utilisées en poudres des feuilles et huiles essentielles sont les mêmes utilisées antérieurement dans l'étude de leur toxicité sur les adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella*.

La fécondité est définie comme étant le nombre d'œufs pondus par femelle. Pour tester l'effet des poudres des feuilles et les huiles essentielles sur la fécondité des deux insectes étudiés, nous dénombrons les œufs pondus par femelles d'*A. obtectus* et *T. bisselliella*, en les comparant au témoin (trois répétitions sont réalisées).

8. Effet des pesticides sur la mortalité et la fécondité des deux insectes étudiés

Il est important de comparer l'efficacité des poudres des feuilles et les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques par rapport aux pesticides d'origine chimique à large utilisation actuellement par les agriculteurs de la région, afin de protéger les récoltes dans les stocks.

Nous avons comparé l'efficacité de la poudre des feuilles des plantes aromatiques avec un insecticide sous forme de poudre, il s'agit de **MALGRAIN 2%** (Fig. 25), qui est un insecticide organophosphoré, avec teneur en matière active à 2% Malathion.



Figure 25 : Emballage de MALGRAIN 2% (Photo originale).

Nous avons aussi comparé l'efficacité des huiles essentielles à un pesticide liquide, il s'agit d'**ACTELLIC** (Fig. 26), qui contient 500 g/L de pirimiphos-méthyl sous forme d'émulsion concentrée.

Pour tester l'efficacité du **MALGRAIN 2%**, nous avons utilisé la même démarche expérimentale et les mêmes doses utilisées pour l'étude de l'efficacité de la poudre des feuilles des plantes aromatiques. De même pour tester l'efficacité d'**ACTELLIC** nous avons utilisé la même procédure expérimentale et les mêmes doses utilisées pour l'étude de l'efficacité des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques sur les bruches et mites.



Figure 26 : Emballage d'ACTELLIC (Photo originale).

9. Analyse statistique des données

Les résultats sont soumis aux tests de l'analyse de la variance à deux critères de classification, utile pour l'étude de l'action de deux facteurs (**DAGNELIE, 1975**).

Nous avons utilisé ce type d'analyse pour tester l'effet de la dose et la durée d'exposition de la poudre des feuilles et les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques, ainsi que les pesticides MALGRAIN 2% et ACTELLIC sur le taux de mortalité des bruches et mites, et l'étude de l'effet de la poudre des feuilles et les huiles essentielles sur la fécondité des femelles des deux insectes étudiées.

L'analyse de la variance à un critère de classification, est utilisée aussi pour tester l'effet des deux pesticides MALGRAIN 2% et ACTELLIC à différentes doses sur la fécondité des deux insectes testés.

L'étude statistique est réalisée sur le logiciel Microsoft Office Excel 2003.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Le cycle de développement des deux insectes

1.1. *Acanthoscelides obtectus*

Le cycle de développement d'*A. obtectus* (fig. 28) comporte, comme pour tous les Coléoptères, quatre stades de développement : œuf, larve, nymphe et adulte. L'élevage des insectes sur la poudre des graines du haricot nous a permis d'observer que le développement larvaire passe par plusieurs mues à savoir : Larve du 1^{er} stade (L1), larve du 2^{ème} stade (L2), larve du 3^{ème} stade (L3) et larve du 4^{ème} stade (L4). La durée totale du cycle de vie d'*A. obtectus* est en moyenne de 29 ± 1 jours dans les graines du haricot de la variété blanche, nous avons remarqué que les stades cachés (stades larvaires et nymphose) sont prédominant par leurs durée ($23 \pm 1,39$ jours).

1.2. *Tineola bisselliella*

Le cycle de développement de *T. bisselliella* (fig. 29) comporte, comme pour tous les Lépidoptères, quatre stades de développement : œuf, larve, nymphe, adulte.

La durée totale du cycle de vie de *T. bisselliella* (de l'œuf à l'adulte) est en moyenne de 80 ± 1 jours, ce cycle montre que le stade larvaire est prédominant par sa durée (55 ± 1 jours). La larve a la tête de couleur brun jaunâtre et le corps blanc, et sa taille augmente avec le temps, sans changement concernant sa morphologie externe.

Quand la croissance des larves est terminée, elles tissent un cocon de soie, cessent de s'alimenter et devient une nymphe et après 15 jours, il en sort un adulte.



Figure 27 : Développement larvaire chez *T. bisselliella* (à droite une larve d'environ 6 jours, à gauche une larve d'environ 50 jours) G \times 10 (Photo originale).

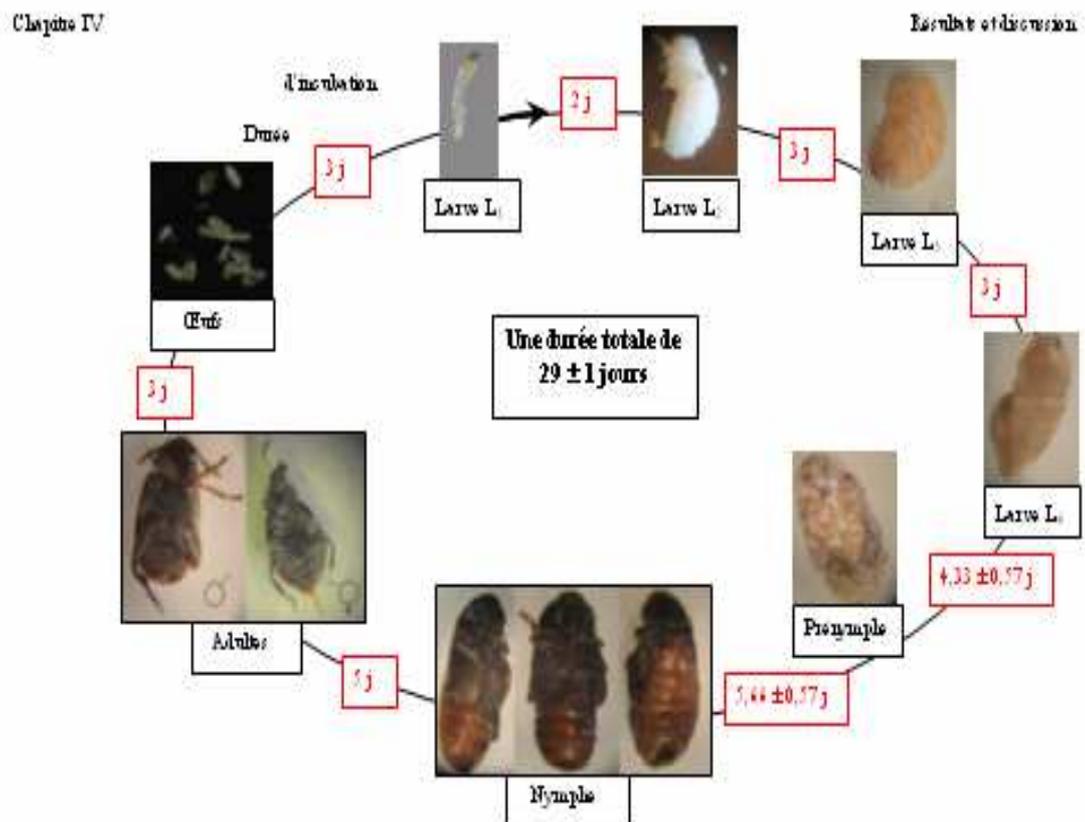


Figure 26 : Cycle de développement de la larve du larve *Acanthoscelus obscurus* (moyenne \pm écart type) G x 10 (Photos originales).

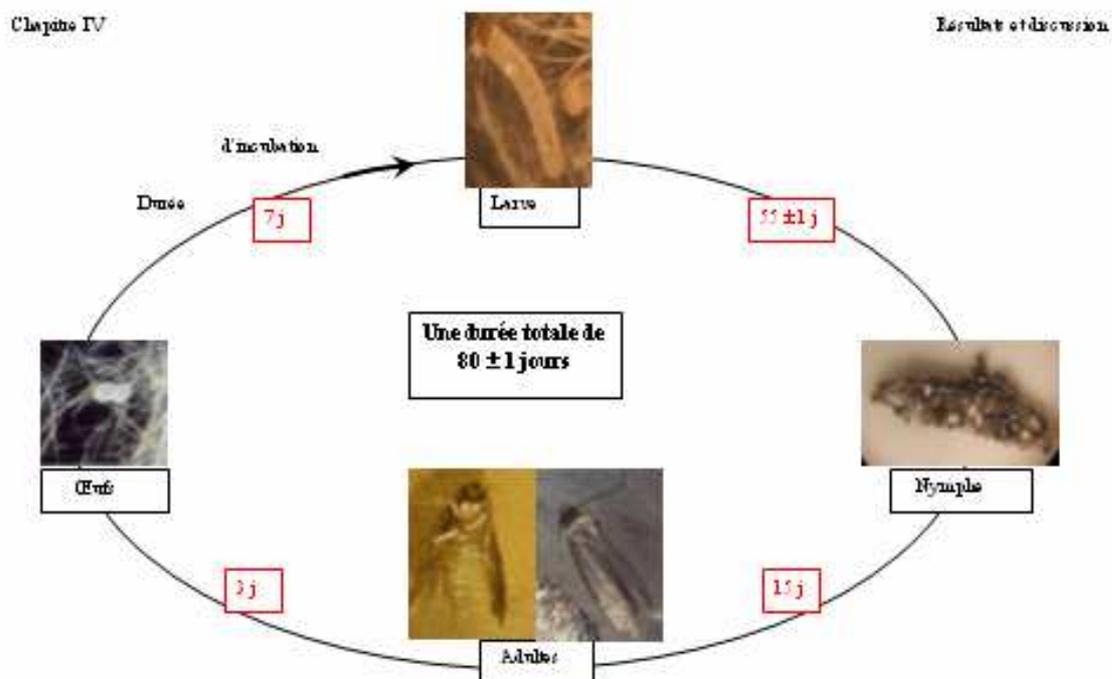


Figure 29: Cycle de développement de la tique *Tetranychus bimaculatus* (moyenne \pm écart-type) ($G = \times 10$) (Photos originales).

1.3. Discussion

Pour mieux contrôler les dégâts il est important d'étudier le cycle de développement des deux insectes *Acanthoscelides obtectus* et *Tineola bisselliella*.

Concernant la bruche *A. obtectus*, le développement larvaire et la nymphose s'effectuent à l'intérieur de la graine. Après éclosion, la larve creuse une galerie vers l'intérieur de la graine, ceci rend très difficile la détermination du nombre des larves et la durée des stades larvaires (**LABEYRIE, 1962**). Pour pouvoir observer les stades cachés, on peut utiliser la radiographie (**ASSEM, 1971 ; OSUJI, 1982**) ou selon **KELLOUCHE (2005)** recourir aux dissections des graines et dans ce cas le travail est fastidieux et les individus découverts ne peuvent poursuivre leur développement, sauf s'il s'agit de larves âgées ou de nymphes.

L'élevage des bruches sur la poudre des graines du haricot de la variété blanche nous a permis d'observer les stades cachés, les résultats obtenus nous ont permis d'identifier quatre stades larvaires. Les travaux antérieurs montrent que le cycle de développement des Bruchidae comporte quatre stades larvaires, c'est l'exemple de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* qui est une bruche polyvoltine (**KELLOUCHE, 2005**), et la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* qui est une bruche univoltine (**MEDJDOUB et al., 2007**). Nos résultats montrent que le cycle de développement de la bruche *A. obtectus* sur les graines du haricot de la variété blanche dure 29 ± 1 jours dans les conditions de laboratoire (26°C de température et 70% d'humidité relative). **KASSEMI (2006)** a obtenu des résultats presque identiques sur la variété blanche (29 à 31 jours) et 30 jours sur la variété marron du haricot. Selon **BOUCHIKHI TANI (2006)**, et dans les mêmes conditions de laboratoire, la durée totale du cycle de développement de la bruche *A. obtectus* est de 31 jours sur la variété noire et 30 jours sur la variété rognon blanc du haricot. La plus courte durée de développement est observée sur la variété blanche qui semble être l'hôte préféré pour *A. obtectus*.

KELLOUCHE (2005) signale que la durée du cycle de développement de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* varie selon la variété des graines. Le cycle de développement est plus court en présence de l'hôte préféré. La température agit directement sur la durée de développement d'*A. obtectus*. Au-dessous de 10°C , le développement des insectes est bloqué (**CRUZ et al., 1988**), et les températures élevées supérieures à 30°C inhibent totalement le développement d'*A. obtectus* (**HUIGNARD & BIEMONT, 1974**).

Concernant la mite *T. bisselliella*, les résultats montrent que le développement larvaire est prédominant, représenté par 55 ± 1 jours, soit 68, 75% la durée totale du cycle de développement. Il est difficile de connaître le nombre des mues larvaires, car seule la taille des larves augmente avec le temps sans changement concernant la morphologie externe. Selon

CHAUVIN (1977), suivant les conditions écologiques, le nombre de mues larvaires peut varier de 5 à 20, et la durée du cycle de développement peut dépasser 250 jours. En conditions défavorables, les larves peuvent effectuer des mues surnuméraires et ainsi retarder le stade nymphal ce qui conduit à une émergence de l'adulte dans des conditions optimales (**CHAUVIN & GUEGUEN, 1983**).

Selon **COX et PINNIGER (2007)**, il y a habituellement cinq ou six stades larvaires, bien que **GRISWOLD (1944)**, a enregistré en particulier 21 mues larvaires.

Selon **COX et PINNIGER (2007)**, la température, l'humidité relative, le type et la disponibilité des produits alimentaires restent les principaux facteurs affectant la durée du cycle de développement de la mite *T. bisselliella*. **PEREIRA (1960)**, à montré qu'à une température de 23,5°C et humidité relative de 50%, la durée totale du cycle de développement de *T. bisselliella* est de 63 jours, et à 31°C et à 66% HR, la durée totale du cycle de développement est de 55 jours.

Sur des régimes alimentaires pauvres, comme des plumes et des cheveux humains, le développement peut s'allonger sur plus d'une année pour être achevée (**GRISWOLD, 1944**), mais sur la farine de soja, la durée totale du cycle de développement est de 66 jours (**COX & SIMMS, 1978**).

1.4. Conclusion

A 26°C et 70% HR, la durée totale du cycle de développement d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* est en moyenne de 29 ± 1 jours et 80 ± 1 jours respectivement. Les deux cycles de développement montrent que les stades larvaires et nymphaux sont prédominants par leur durée.

Pour les deux insectes étudiés, l'adulte ne s'alimente pas, ses activités principales étant l'accouplement, le vol et la ponte. Seules les larves occasionnent les dégâts, et il serait prépondérant de lutter contre les formes adultes avant l'apparition des larves. Cependant il est très difficile de lutter contre les larves d'*A. obtectus* car leur développement s'effectue à l'intérieur des graines et donc ils sont à l'abri des insecticides.

2. Effet de la poudre des feuilles

2.1. Effet insecticide de la poudre des feuilles sur les deux insectes étudiés

d) Sur les adultes d'*A. obtectus*

La mortalité d'*A. obtectus* (témoin) est représentée dans le tableau 12

Tableau 12 : Mortalité des adultes d'*A. obtectus* (témoin)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	moyenne	mortalité (%)
1er jour	0	0	0	0	0
2 jours	1	1	0	0,66	6,66
3 jours	2	1	1	1,33	13,33
4 jours	3	2	2	2,33	23,33
5 jours	5	2	3	3,33	33,33
6 jours	5	4	5	4,66	46,66

a.1. *Ammoïdes verticillata*

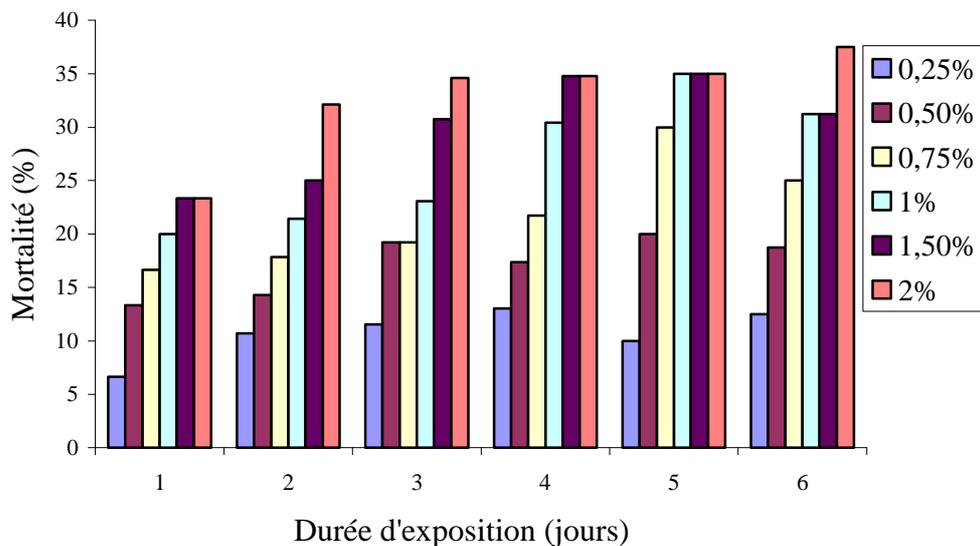


Figure 30 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Ammoïdes verticillata*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d' *Ammoïdes verticillata*, nous notons une variation hautement significative entre les taux de mortalité avec $F = 62,08$ pour $P = 2,79 \cdot 10^{-13}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence significative entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 13,50$ pour $P = 1,95 \cdot 10^{-6}$.

a.2. *Mentha pulegium*

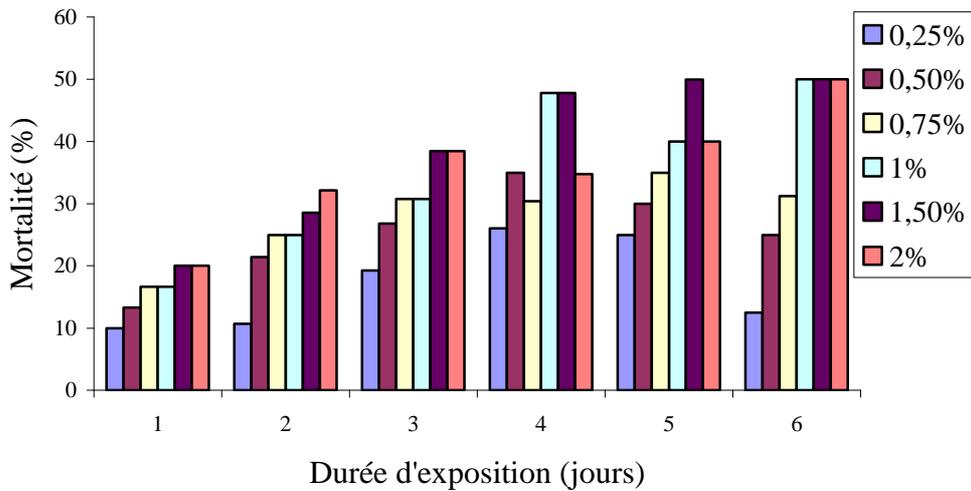


Figure 31 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Mentha pulegium*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Mentha pulegium*, une différence significative avec $F = 14,31$ pour $P = 1,16 \cdot 10^{-6}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 15,82$ pour $P = 4,73 \cdot 10^{-7}$.

a.3. *Lavandula stoechas*

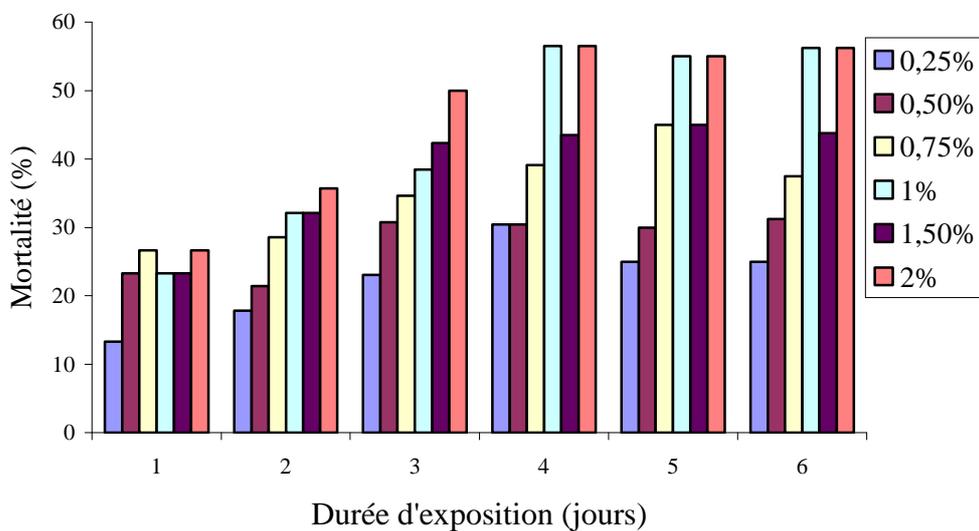


Figure 32 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 23,37$ pour $P = 1,10 \cdot 10^{-8}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 19,61$ pour $P = 6,23 \cdot 10^{-8}$.

a.4. *Cistus ladaniferus*

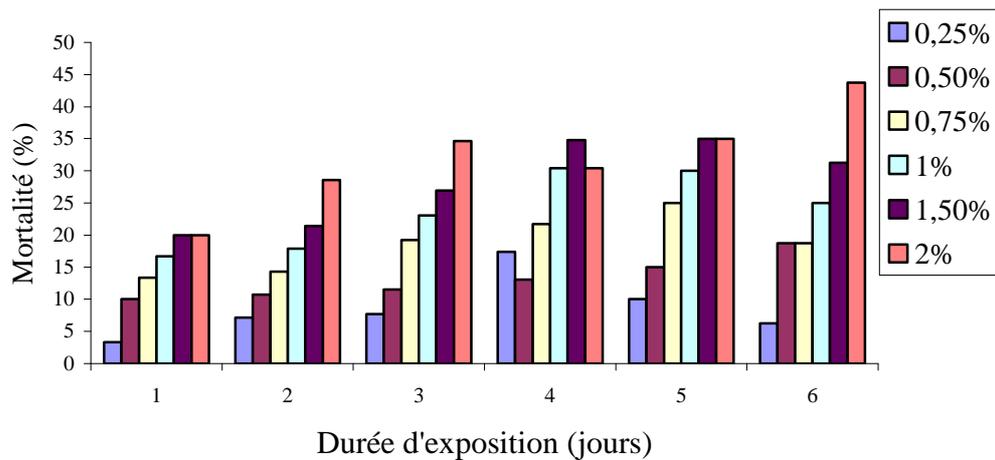


Figure 33 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 37,79$ pour $P = 7,13 \cdot 10^{-11}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 10,08$ pour $P = 2,23 \cdot 10^{-5}$.

a.5. *Origanum glandulosum*

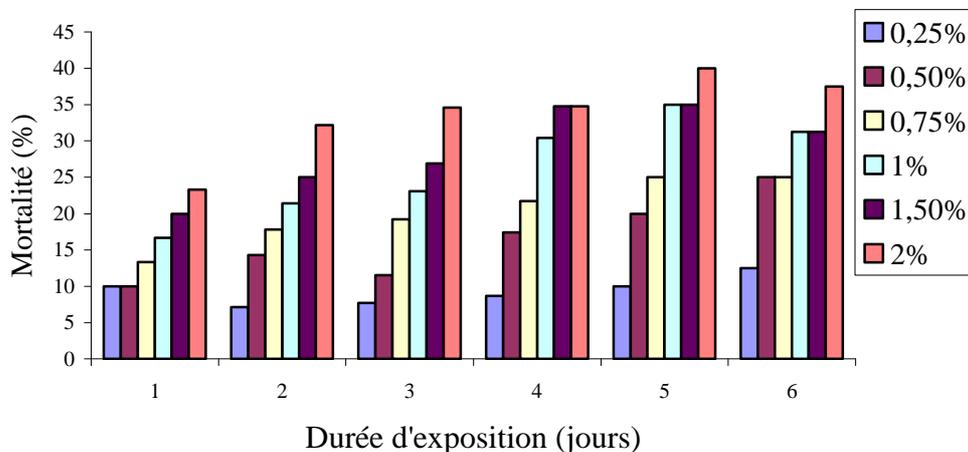


Figure 34 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Origanum glandulosum*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Origanum glandulosum*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 59,96$ pour $P = 4,11 \cdot 10^{-13}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 16,79$ pour $P = 2,72 \cdot 10^{-7}$.

a.6. *Ruta chalepensis*

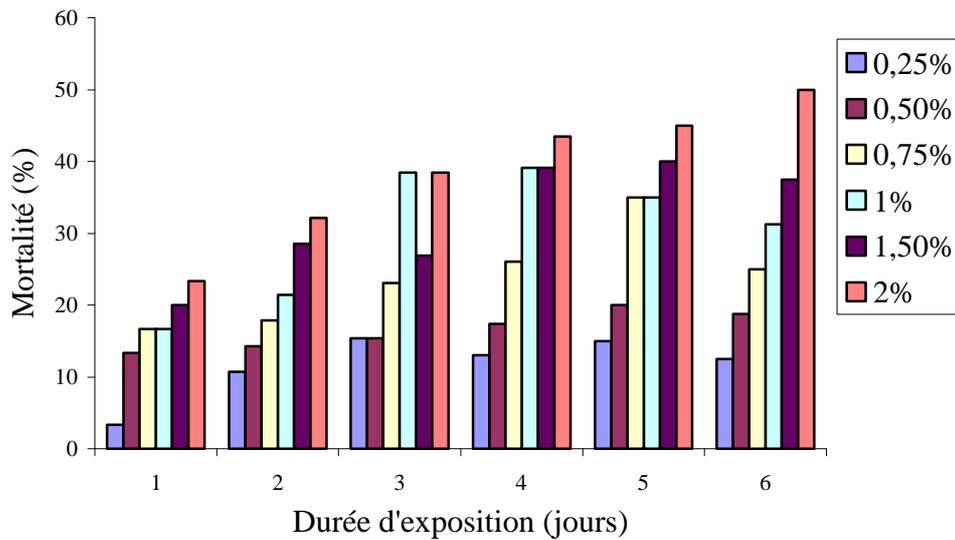


Figure 35 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Ruta chalepensis*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Ruta chalepensis*, une différence significative avec $F = 35,43$ pour $P = 1,43 \cdot 10^{-10}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 13,09$ pour $P = 2,57 \cdot 10^{-6}$.

a.7. *Thymus capitatus*

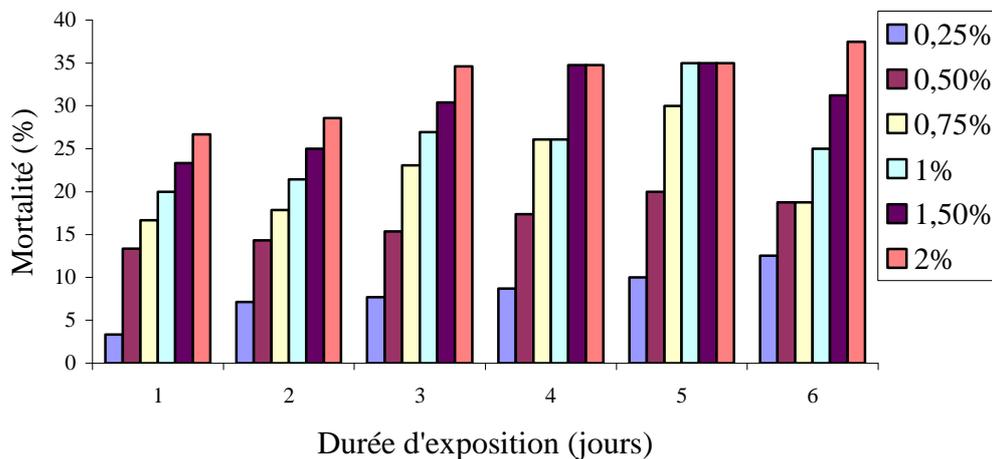


Figure 36 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Thymus capitatus*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Thymus capitatus*, une différence hautement significative avec $F = 90,40$ pour $P = 3,49 \cdot 10^{-13}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 15,68$ pour $P = 5,13 \cdot 10^{-7}$.

a.8. *Schinus molle*

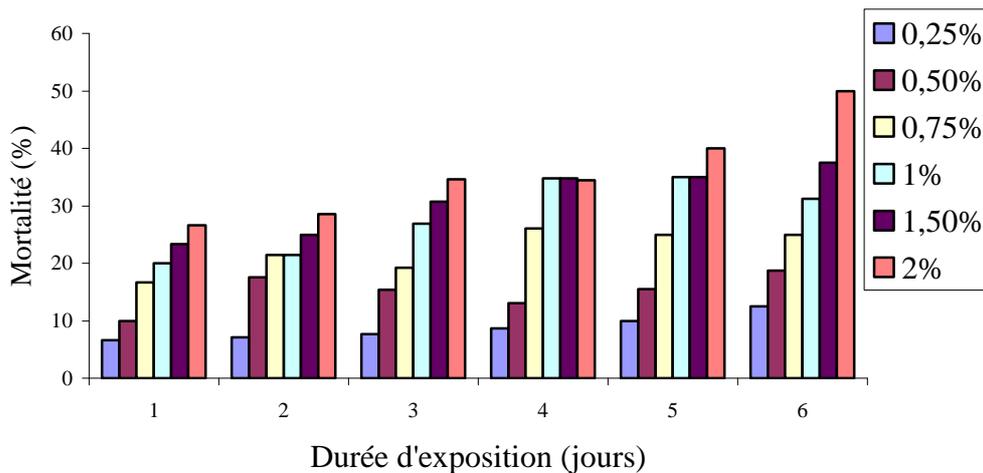


Figure 37 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Schinus molle*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles de *Schinus molle*, une variation hautement significative entre les taux de mortalité avec $F = 52,11$ pour $P = 2,02.10^{-12}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 9,79$ pour $P = 2,81.10^{-5}$.

a.9. *Rosmarinus officinalis*

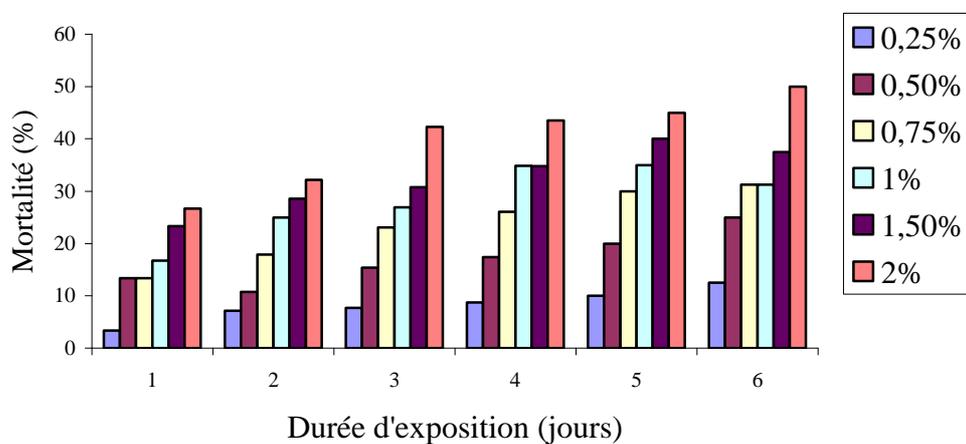


Figure 38 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*, une différence hautement significative avec $F = 95,57$ pour $P = 1,81.10^{-15}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 25,87$ pour $P = 3,93.10^{-9}$.

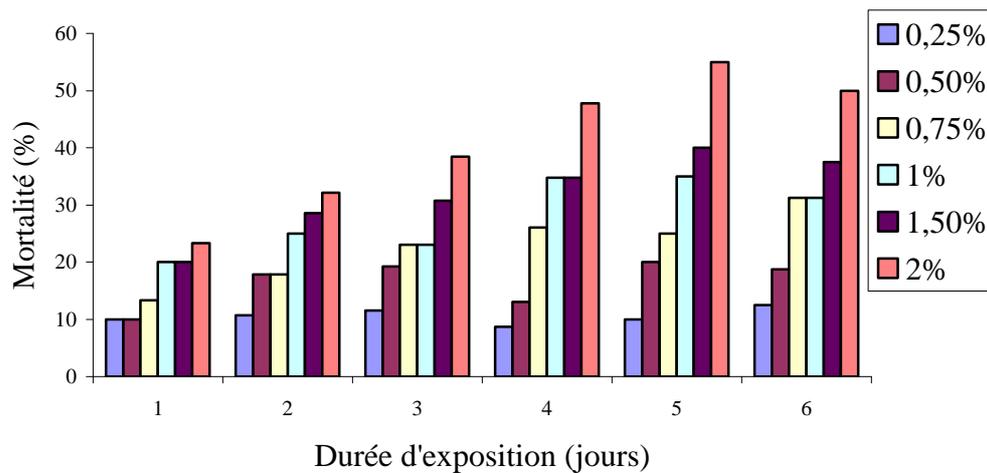
a.10. *Artemisia herba-alba*

Figure 39 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 33,59$ pour $P = 2,54.10^{-10}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 8,65$ pour $P = 7,22.10^{-5}$.

2.1.1 Comparaison de la toxicité des poudres des feuilles sur les adultes d'*A. obtectus*

La transformation des pourcentages de mortalité des adultes d'*A. obtectus* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en poudre des feuilles a permis d'obtenir les équations et les DL_{50} suivants :

Ammoïdes verticillata, $Y = 4,21433 + 0,829043X$ ($R^2 = 97,0 \%$) $DL_{50} = 8,70 \%$ poids de poudre par poids de graines

Mentha pulegium, $Y = 4,33660 + 0,781128X$ ($R^2 = 91,6 \%$) $DL_{50} = 6,91\%$ poids de poudre par poids de graines

Lavandula stoechas, $Y = 4,46155 + 0,653270X$ ($R^2 = 94,0 \%$) $DL_{50} = 6,60 \%$ poids de poudre par poids de graines

Cistus ladaniferus, $Y = 4,07630 + 0,977825X$ ($R^2 = 98,6 \%$) $DL_{50} = 8,70 \%$ poids de poudre par poids de graines

Origanum glandulosum, $Y = 4,19452 + 1,06753X$ ($R^2 = 98,9 \%$) $DL_{50} = 5,62\%$ poids de poudre par poids de graines

Ruta chalepensis, $Y = 4,23550 + 0,878147X$ ($R^2 = 96,8 \%$) $DL_{50} = 7,41\%$ poids de poudre par poids de graines

Thymus capitatus, $Y = 4,17112 + 0,994026X$ ($R^2 = 98,3 \%$) $DL_{50} = 6,76 \%$ poids de poudre par poids de graines

Schinus molle, $Y = 4,21047 + 0,932380X$ ($R^2 = 89,9 \%$) $DL_{50} = 6,91\%$ poids de poudre par poids de graines

Rosmarinus officinalis, $Y = 4,22082 + 1,20890X$ ($R^2 = 97,2 \%$) $DL_{50} = 4,36 \%$ poids de poudre par poids de graines

Artemisia herba-alba, $Y = 4,24267 + 1,26551X$ ($R^2 = 91,1 \%$) $DL_{50} = 3,89\%$ poids de poudre par poids de graines

Les poudres des feuilles des plantes aromatiques testées sont classées selon leur efficacité sur le tableau 13.

Tableau 13 : Classement des poudres des feuilles selon leur toxicité sur la bruche *A. obtectus*

Les plantes aromatiques testées	DL_{50}
1. <i>Artemisia herba-alba</i>	$DL_{50} = 3,89 \%$ soit (1,16g en poudre)
2. <i>Rosmarinus officinalis</i>	$DL_{50} = 4,36 \%$ soit (1,30g en poudre)
3. <i>Origanum glandulosum</i>	$DL_{50} = 5,62 \%$ soit (1,68g en poudre)
4. <i>Lavandula stoechas</i>	$DL_{50} = 6,60 \%$ soit (1,98g en poudre)
5. <i>Thymus capitatus</i>	$DL_{50} = 6,76 \%$ soit (2,02g en poudre)
6. <i>Mentha pulegium</i>	$DL_{50} = 6,91 \%$ soit (2,07g en poudre)
7. <i>Schinus molle</i>	$DL_{50} = 6,91 \%$ soit (2,07g en poudre)
8. <i>Ruta chalepensis</i>	$DL_{50} = 7,41 \%$ soit (2,22g en poudre)
9. <i>Ammoïdes verticillata</i>	$DL_{50} = 8,70 \%$ soit (2,61g en poudre)
10. <i>Cistus ladaniferus</i>	$DL_{50} = 8,70 \%$ soit (2,61g en poudre)

e) Sur les adultes de *T. bisselliella*

Mortalité de *T. bisselliella* (témoin) est représentée dans le tableau 14.

Tableau 14 : Mortalité des adultes de *T. bisselliella* (témoin)

	B1	B2	B3	moyenne	mortalité (%)
1er jour	1	0	0	0,33	3,33
2 jours	1	1	1	1	10
3 jours	2	1	2	1,66	16,66
4 jours	3	2	3	2,66	26,66
5 jours	5	4	4	4,33	43,33
6 jours	5	4	6	5	50

b.1. *Ammoïdes verticillata*

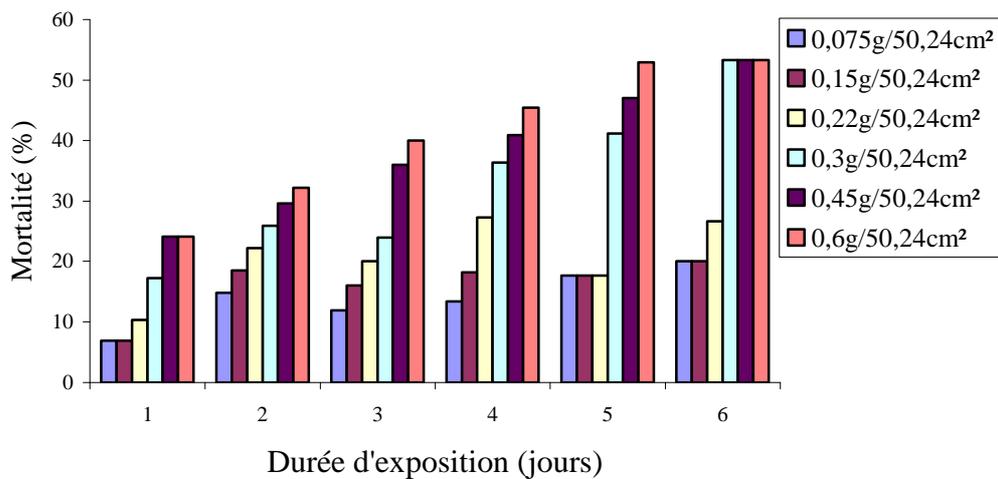


Figure 40 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Ammoïdes verticillata*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Ammoïdes verticillata*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 31,62$ pour $P = 4,85 \cdot 10^{-10}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 14,32$ pour $P = 1,16 \cdot 10^{-6}$.

b.2. *Mentha pulegium*

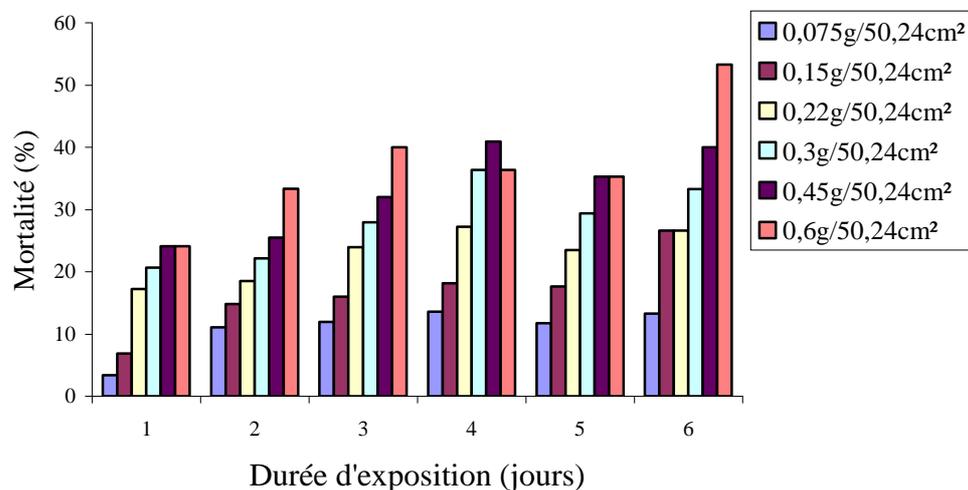


Figure 41 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Mentha pulegium*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Mentha pulegium*, une différence significative avec $F = 53,38$ pour $P = 1,54 \cdot 10^{-12}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 17,50$ pour $P = 1,84 \cdot 10^{-7}$.

b.3. *Lavandula stoechas*

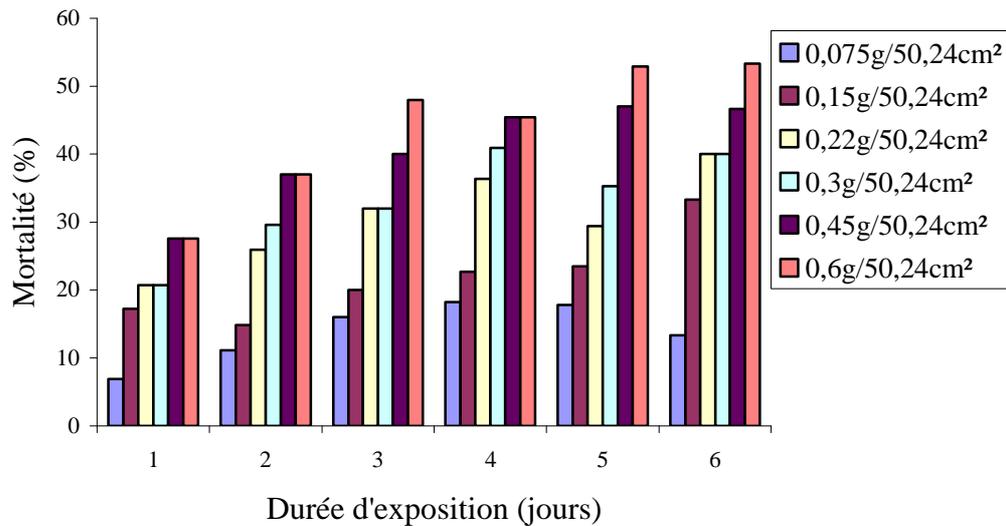


Figure 42 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 59,64$ pour $P = 4,36.10^{-13}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 20,03$ pour $P = 5,08.10^{-8}$.

b.4. *Cistus ladaniferus*

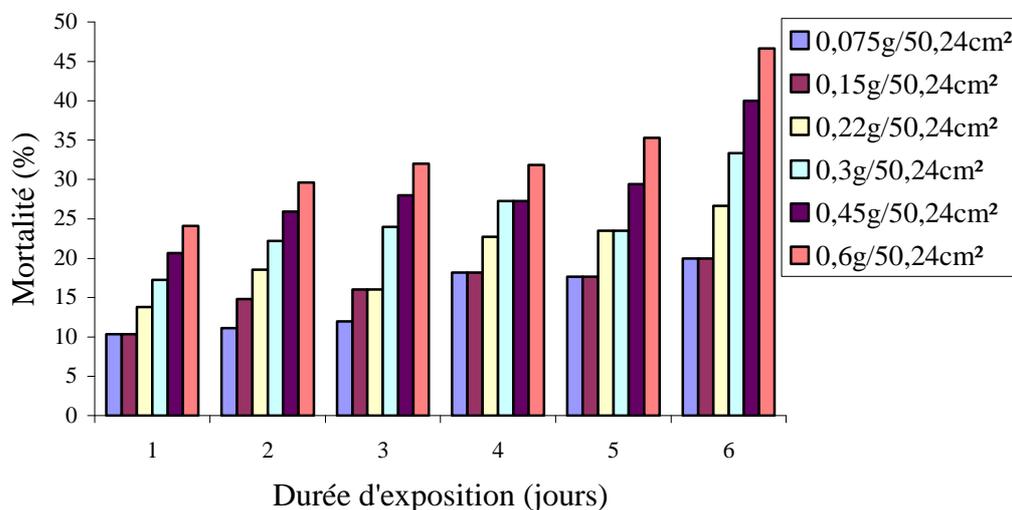


Figure 43 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 57,84$ pour $P = 6,19.10^{-13}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 28,37$ pour $P = 1,51.10^{-9}$.

b.5. *Origanum glandulosum*

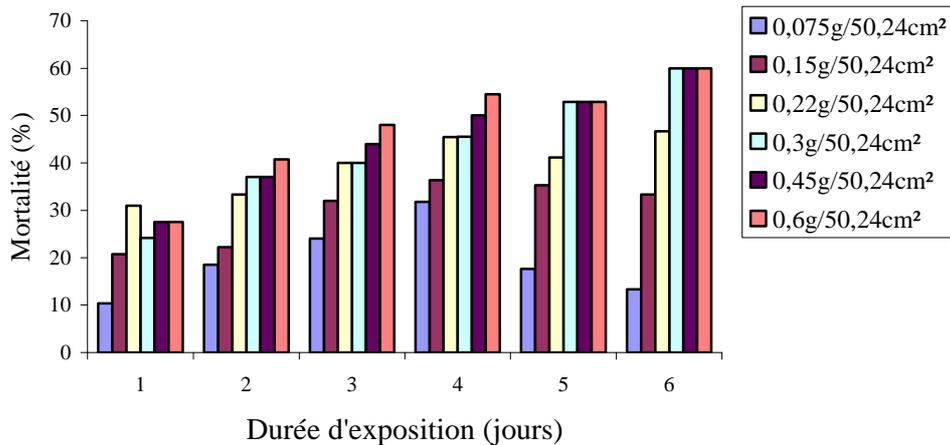


Figure 44 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Origanum glandulosum*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Origanum glandulosum*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 24,03$ pour $P = 8,32.10^{-9}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 14,80$ pour $P = 8,64.10^{-7}$.

b.6. *Ruta chalepensis*

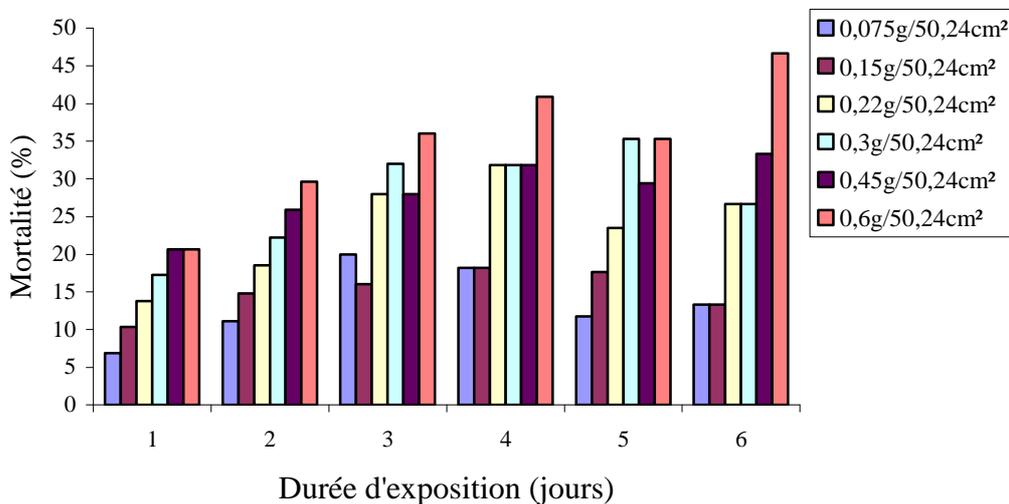


Figure 45 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Ruta chalepensis*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Ruta chalepensis*, une différence significative avec $F = 32,35$ pour $P = 3,80.10^{-10}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 12,89$ pour $P = 2,92.10^{-6}$.

b.7. *Thymus capitatus*

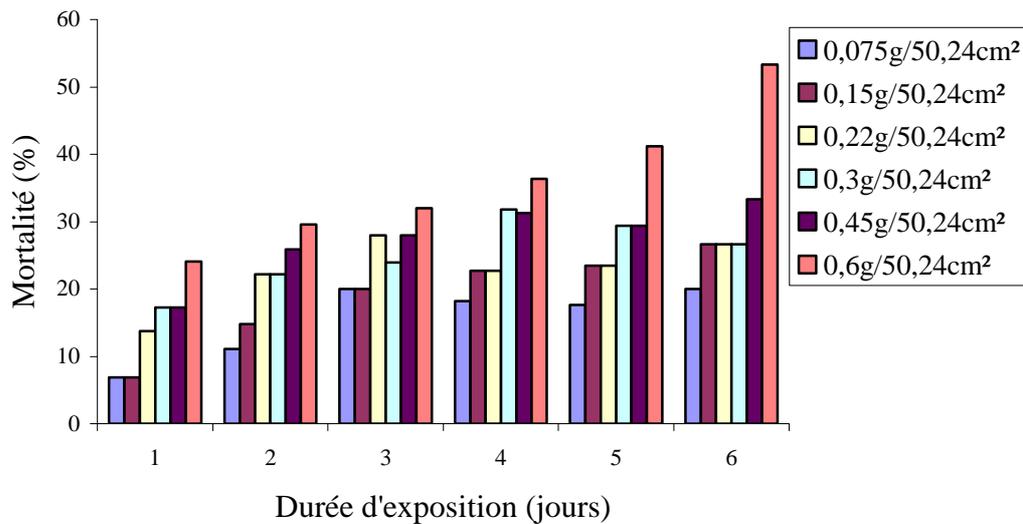


Figure 46 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Thymus capitatus*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Thymus capitatus*, une différence significative avec $F = 25,65$ pour $P = 4,29 \cdot 10^{-9}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 17,64$ pour $P = 1,71 \cdot 10^{-7}$.

b.8. *Schinus molle*

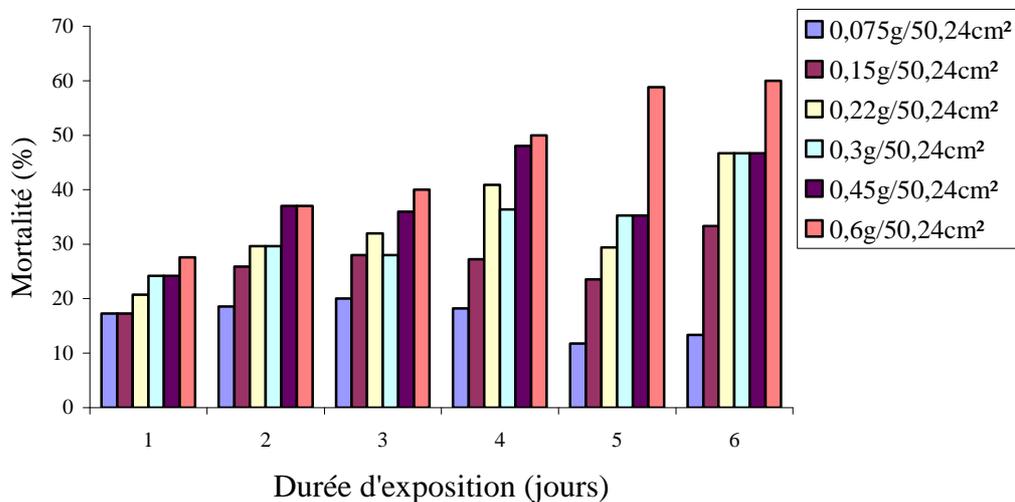


Figure 47 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Schinus molle*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles de *Schinus molle*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 17,66$ pour $P = 1,69 \cdot 10^{-7}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 7,66$ pour $P = 0,00$.

b.9. *Rosmarinus officinalis*

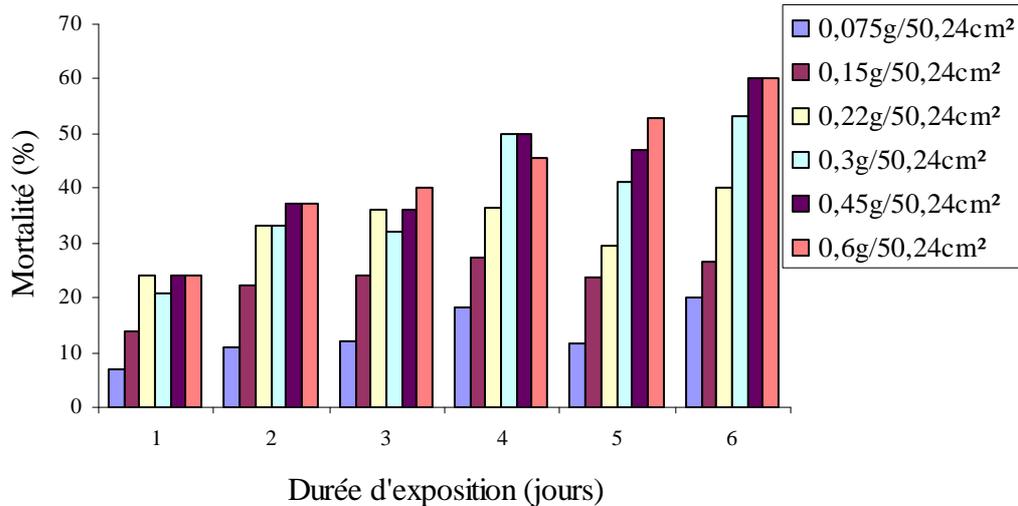


Figure 48 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 34,02$ pour $P = 2,22 \cdot 10^{-10}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 16,86$ pour $P = 2,62 \cdot 10^{-7}$.

b.10. *Artemisia herba-alba*

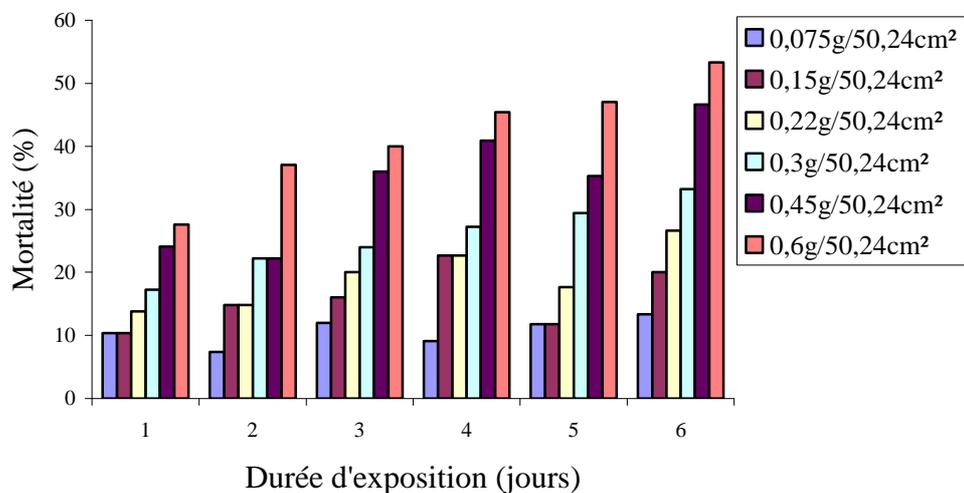


Figure 49 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 54,33$ pour $P = 1,26 \cdot 10^{-12}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 11,74$ pour $P = 6,48 \cdot 10^{-6}$.

2.1.2. Comparaison de la toxicité des poudres des feuilles sur les adultes de *T. bisselliella*

La transformation des pourcentages de mortalité des adultes de *T. bisselliella* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en huiles essentielles, a permis d'obtenir les équations et les DL₅₀ suivants :

Ammoïdes verticillata, $Y = 4,68913 + 0,677048X$ ($R^2 = 99,1 \%$) DL₅₀ = 2,87g / 50,24 cm²

Mentha pulegium, $Y = 4,68031 + 0,850648X$ ($R^2 = 96,7 \%$) DL₅₀ = 2,37 g / 50,24 cm²

Lavandula stoechas, $Y = 4,99452 + 1,11366X$ ($R^2 = 94,8 \%$) DL₅₀ = 1,01g / 50,24 cm²

Cistus ladaniferus, $Y = 4,62733 + 0,785823X$ ($R^2 = 99,3 \%$) DL₅₀ = 2,98 g / 50,24 cm²

Origanum glandulosum, $Y = 4,97660 + 0,776451X$ ($R^2 = 90,8 \%$) DL₅₀ = 1,07 g / 50,24cm²

Ruta chalepensis, $Y = 4,62733 + 0,785823X$ ($R^2 = 99,3 \%$) DL₅₀ = 2,98 g/50,24 cm²

Thymus capitatus, $Y = 4,64457 + 0,775864X$ ($R^2 = 95,9 \%$) DL₅₀ = 2,87 g/50,24 cm²

Schinus molle, $Y = 4,84281 + 0,636749X$ ($R^2 = 96,0 \%$) DL₅₀ = 1,76g/50,24 cm²

Rosmarinus officinalis, $Y = 4,22082 + 1,20890X$ ($R^2 = 87,2 \%$) DL₅₀ = 0,93g/50,24 cm²

Artemisia herba-alba, $Y = 4,77512 + 1,10101X$ ($R^2 = 91,1 \%$) DL₅₀ = 1,60g/50,24cm²

Les poudres des feuilles des plantes aromatiques testées sont classées selon leur efficacité sur le tableau 15.

Tableau 15 : Classement des poudres des feuilles selon leur toxicité sur la mite *T. bisselliella*

Les plantes aromatiques testées	DL ₅₀
1. <i>Rosmarinus officinalis</i>	DL ₅₀ = 0,93g / 50,24 cm ²
2. <i>Lavandula stoechas</i>	DL ₅₀ = 1,01g / 50,24 cm ²
3. <i>Origanum glandulosum</i>	DL ₅₀ = 1,07 g / 50,24cm ²
4. <i>Artemisia herba-alba</i>	DL ₅₀ = 1,60g / 50,24cm ²
5. <i>Schinus molle</i>	DL ₅₀ = 1,76g / 50,24 cm ²
6. <i>Mentha pulegium</i>	DL ₅₀ = 2,37 g / 50,24 cm ²
7. <i>Thymus capitatus</i>	DL ₅₀ = 2,87 g / 50,24 cm ²
8. <i>Ammoïdes verticillata</i>	DL ₅₀ = 2,87 g / 50,24 cm ²
9. <i>Cistus ladaniferus</i>	DL ₅₀ = 2,98 g / 50,24 cm ²
10. <i>Ruta chalepensis</i>	DL ₅₀ = 2,98 g / 50,24 cm ²

f) Sur les larves de *T. bisselliella*

La mortalité des larves de *T. bisselliella* (témoin) est représentée sur le tableau 16.

Tableau 16 : Mortalité des larves de *T. bisselliella* (témoin)

	B1	B2	B3	moyenne	mortalité (%)
1er jour	0	0	0	0	0
2 jours	0	1	1	0,66	6,66
3 jours	1	1	1	1	10
4 jours	2	2	3	2,33	23,33
5 jours	3	4	3	3,33	33,33
6 jours	3	4	5	4	40

c.1. *Ammoïdes verticillata*

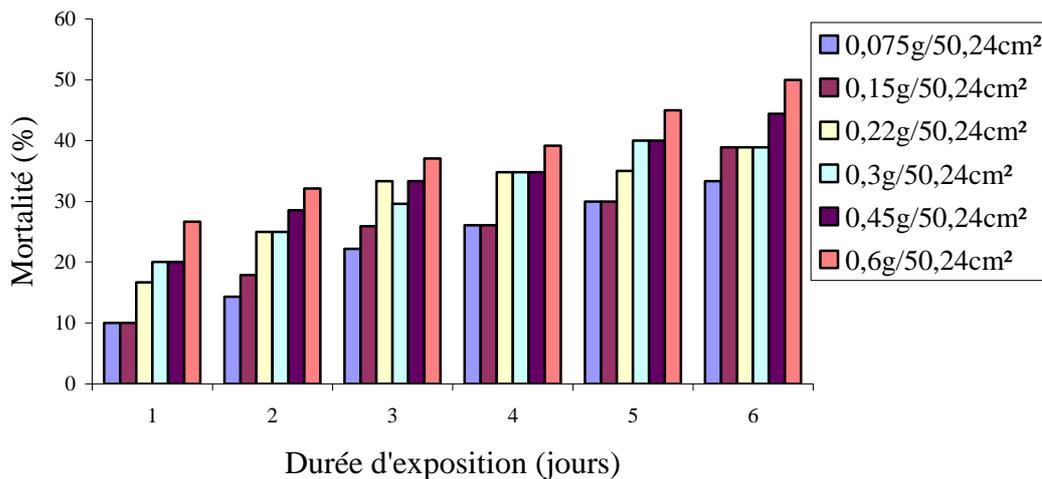


Figure 50 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Ammoïdes verticillata*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Ammoïdes verticillata*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 62,11$ pour $P = 2,74.10^{-13}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence hautement significative entre les taux de mortalité avec $F = 138,59$ pour $P = 2,16.10^{-17}$.

c.2. *Mentha pulegium*

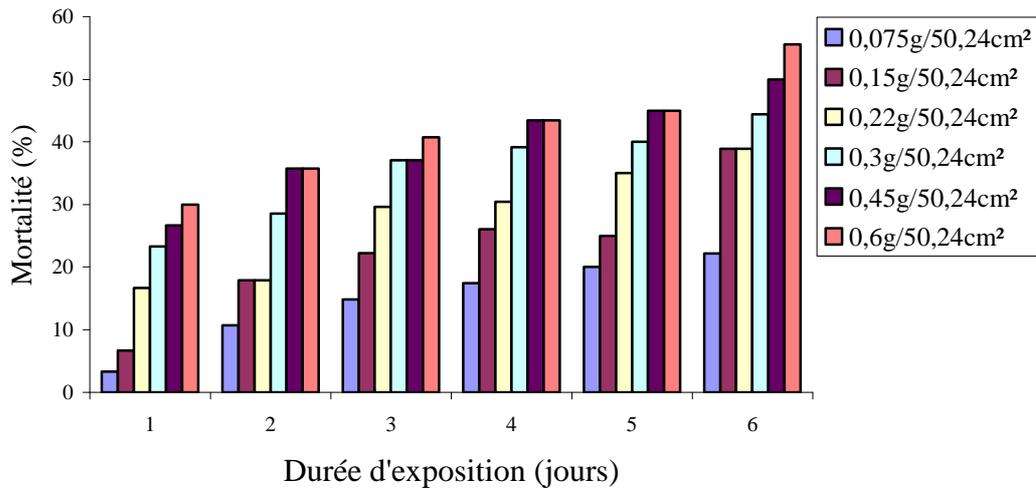


Figure 51 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Mentha pulegium*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Mentha pulegium*, une différence hautement significative avec $F = 131.69$ pour $P = 3,99.10^{-17}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 84.56$ pour $P = 7,66.10^{-15}$.

c.3. *Lavandula stoechas*

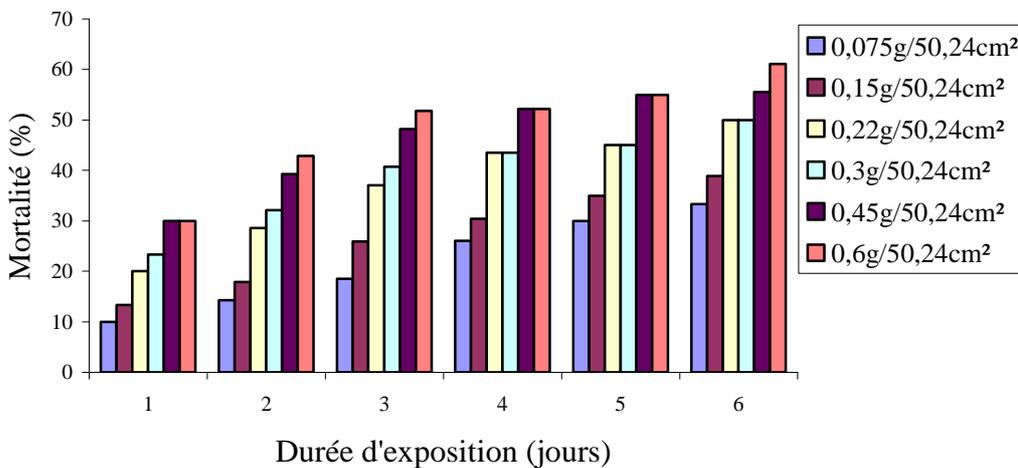


Figure 52 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas*, une variation hautement significative entre les taux de mortalité avec $F = 196,87$ pour $P = 1,12.10^{-18}$.

Selon la durée d'exposition, une variation hautement significative avec $F = 177,12$ pour $P = 1,12.10^{-8}$.

c.4. *Cistus ladaniferus*

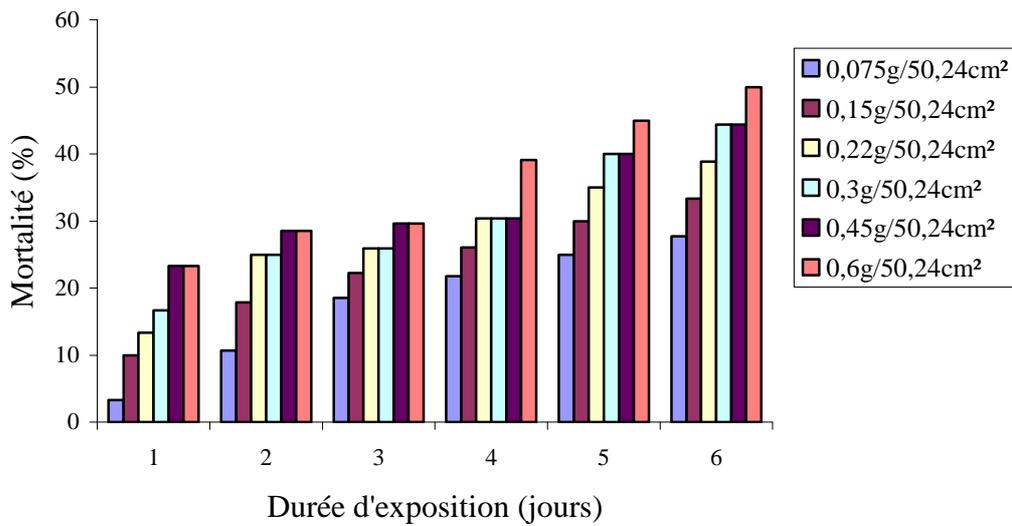


Figure 53 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 55,96$ pour $P = 9,03.10^{-13}$.

Selon la durée d'exposition, une variation hautement significative avec $F = 105,46$ pour $P = 5,65.10^{-16}$.

c.5. *Origanum glandulosum*

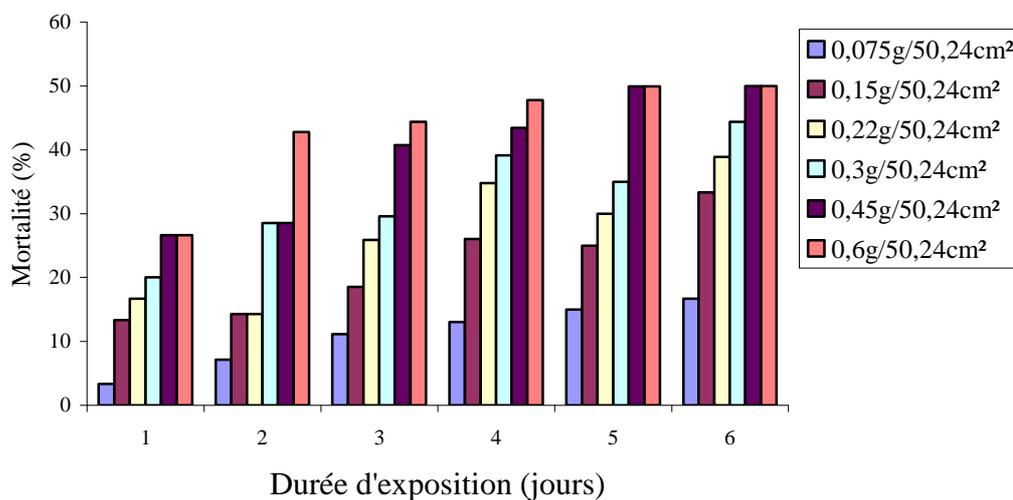


Figure 54 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Origanum glandulosum*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Origanum glandulosum*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 75,52$ pour $P = 2,87.10^{14}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 32,88$ pour $P = 3,19.10^{-10}$.

c.6. *Ruta chalepensis*

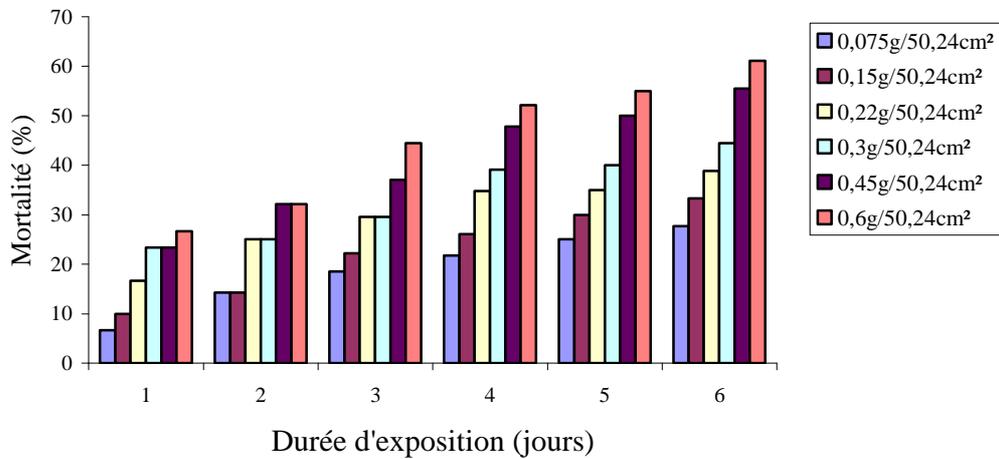


Figure 55 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Ruta chalepensis*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Ruta chalepensis*, une différence significative avec $F = 81,29$ pour $P = 1,21.10^{-14}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 75,26$ pour $P = 2,98.10^{-14}$.

c.7. *Thymus capitatus*

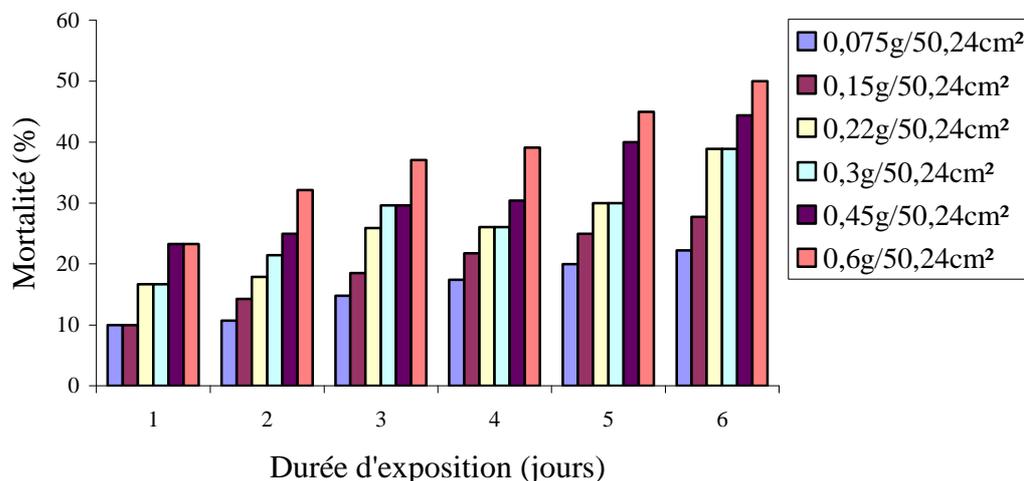


Figure 56 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Thymus capitatus*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Thymus capitatus*, une différence significative avec $F = 75,89$ pour $P = 2,71.10^{-14}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 64,71$ pour $P = 1,71.10^{-13}$.

c.8. *Schinus molle*

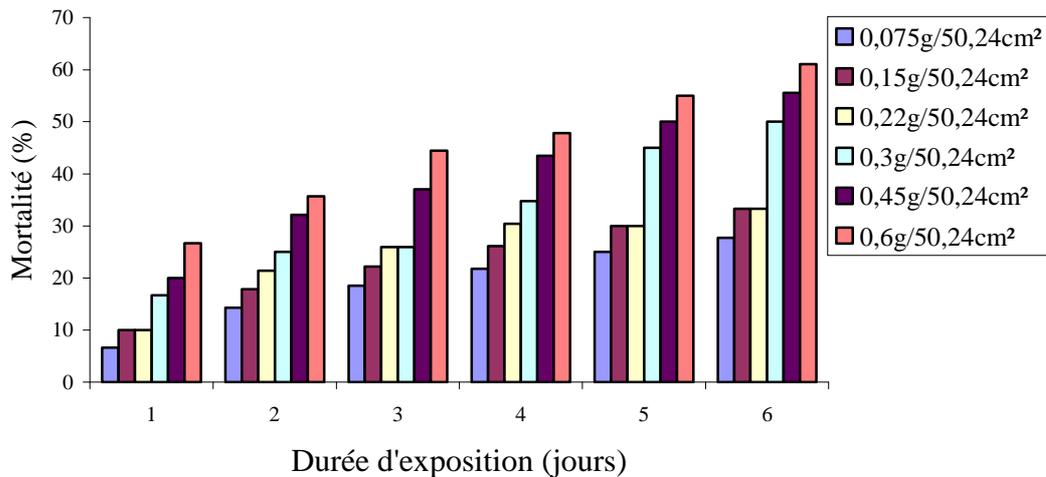


Figure 57 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Schinus molle*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles de *Schinus molle*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 66,51$ pour $P = 1,25 \cdot 10^{-13}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 68,99$ pour $P = 8,19 \cdot 10^{-14}$.

c.9. *Rosmarinus officinalis*

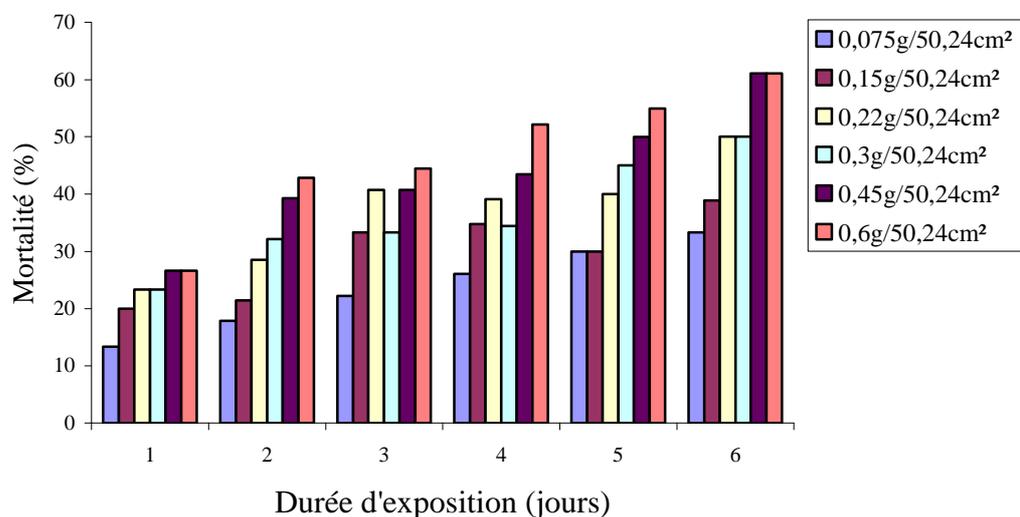


Figure 58 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis*.

Selon les doses en poudre des feuilles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 37,77$ pour $P = 7,17 \cdot 10^{-11}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 44,19$ pour $P = 1,28 \cdot 10^{-11}$.

c.10. *Artemisia herba-alba*

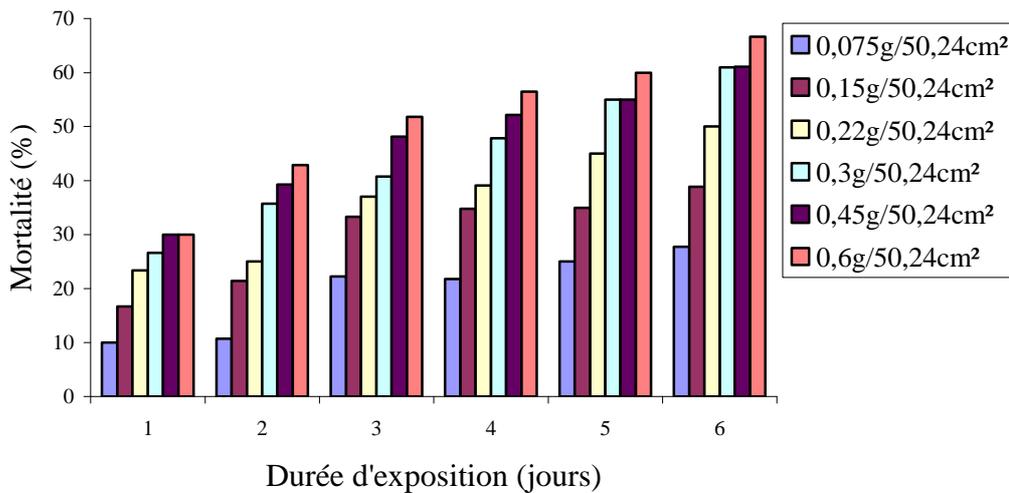


Figure 59 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba*.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba*, une variation hautement significative entre les taux de mortalité avec $F = 100,37$ pour $P = 1,01.10^{-15}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 77,61$ pour $P = 2,08.10^{-14}$.

2.1.3. Comparaison de la toxicité des poudres des feuilles sur les larves de *T. bisselliella*

La transformation des pourcentages de mortalité des larves de *T. bisselliella* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en huiles essentielles, a permis d'obtenir les équations et les DL_{50} suivants :

Ammonoïdes verticillata, $Y = 4,68744 + 0,677017X$ ($R^2 = 96,0 \%$) $DL_{50} = 2,89 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Mentha pulegium, $Y = 4,90350 + 1,03841X$ ($R^2 = 94,2 \%$) $DL_{50} = 1,23 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Lavandula stoechas, $Y = 5,07026 + 1,06037X$ ($R^2 = 96,7 \%$) $DL_{50} = 0,85 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Cistus ladaniferus, $Y = 4,68996 + 0,757430X$ ($R^2 = 90 \%$) $DL_{50} = 2,56 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Origanum glandulosum, $Y = 5,01510 + 1,37074X$ ($R^2 = 92,5 \%$) $DL_{50} = 0,97 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Ruta chalepensis, $Y = 4,75017 + 0,790462X$ ($R^2 = 87,7 \%$) $DL_{50} = 2,07 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Thymus capitatus, $Y = 4,65689 + 0,842328X$ ($R^2 = 97,3 \%$) $DL_{50} = 2,55 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Schinus molle, $Y = 4,77993 + 0,806421X$ ($R^2 = 97,4 \%$) $DL_{50} = 1,87 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Rosmarinus officinalis, $Y = 4,99964 + 0,868617X$ ($R^2 = 97,7 \%$) $DL_{50} = 1 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Artemisia herba-alba, $Y = 5,14299 + 1,19290X$ ($R^2 = 97,3 \%$) $DL_{50} = 0,75 \text{ g}/50,24 \text{ cm}^2$

Les poudres des feuilles des plantes aromatiques testées sont classées selon leur efficacité sur le tableau 17.

Tableau 17 : Classement des poudres des feuilles selon leur toxicité sur les larves de la mite *T. bisselliella*

Les plantes aromatiques testées	DL ₅₀
1. <i>Artemisia herba-alba</i>	DL ₅₀ = 0,75 g/50,24cm ²
2. <i>Lavandula stoechas</i>	DL ₅₀ = 0,85 g/50,24 cm ²
3. <i>Origanum glandulosum</i>	DL ₅₀ = 0,97g/50,24cm ²
4. <i>Rosmarinus officinalis</i>	DL ₅₀ = 1 g/50,24 cm ²
5. <i>Mentha pulegium</i>	DL ₅₀ = 1,23 g/50,24 cm ²
6. <i>Schinus molle</i>	DL ₅₀ = 1,87 g/50,24 cm ²
7. <i>Ruta chalepensis</i>	DL ₅₀ = 2,07g/50,24 cm ²
8. <i>Thymus capitatus</i>	DL ₅₀ = 2,55 g/50,24 cm ²
9. <i>Cistus ladaniferus</i>	DL ₅₀ = 2,56 g/50,24 cm ²
10. <i>Ammoïdes verticillata</i>	DL ₅₀ = 2,89 g/50,24 cm ²

Nous pouvons déduire que chez les adultes d'*A. obtectus* les poudres des feuilles les plus efficaces sont d'*Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis* et *Origanum glandulosum* avec DL₅₀ de 3,89 %, 4,36 %, et 5,62 % poids de poudre par poids des graines respectivement.

Les poudres des feuilles de *Lavandula stoechas*, *Thymus capitatus*, *Mentha pulegium* et *Schinus molle* présentent une toxicité peu variable avec DL₅₀ de 6,60 %, 6,76 %, 6,91 %, 6,91% poids de poudre par poids des graines respectivement.

Alors que la toxicité la plus faible est représentée par *Ruta chalepensis*, *Ammoïdes verticillata*, et *Cistus ladaniferus* avec DL₅₀ de 7,41 %, 8,70 %, 8,70 % poids de poudre par poids des graines respectivement.

Chez les adultes de *T. bisselliella* les poudres des feuilles de *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula stoechas*, et *Origanum glandulosum* sont les plus toxiques avec des DL₅₀ de 0,93 g/50,24 cm², 1,01 g/50,24 cm² et 1,07 g/50,24cm² respectivement.

Des doses plus importantes en poudre de feuilles d'*Artemisia herba-alba*, *Schinus molle*, et *Mentha pulegium* conduisent à la mortalité de 50% d'individus soit des DL₅₀ de 1,60 g/50,24cm², 1,76 g/50,24 cm² et 2,37 g/50,24 cm² respectivement, tandis que *Thymus capitatus* et *Ammoïdes verticillata* présentent des toxicités identiques avec une DL₅₀ de 2,87 g/50,24 cm².

Une dose de 2,98 g/50,24 cm² en poudre de feuilles de *Cistus ladaniferus* et *Ruta chalepensis* conduit à la mortalité de 50% des mites, ces deux dernières plantes aromatiques restent les moins toxiques vis-à-vis des adultes de *T. bisselliella*.

Chez les larves de *T. bisselliella*, *Artemisia herba-alba*, *Lavandula stoechas* et *Origanum glandulosum* sont les plantes les plus toxiques avec des DL₅₀ de 0,75 g/50,24cm², 0,85 g/50,24 cm² et 0,97g/50,24cm² respectivement.

Rosmarinus officinalis, *Mentha pulegium*, et *Schinus molle* représentent une toxicité peu variable avec des DL₅₀ de 1 g/50,24 cm², 1,23 g/50,24 cm², et 1,87 g/50,24 cm², alors que les DL₅₀ de *Ruta chalepensis*, *Thymus capitatus*, *Cistus ladaniferus*, et *Ammoïdes verticillata* sont supérieur à 2 g/50,24 cm². La poudre des feuilles d'*Ammoïdes verticillata* reste la moins toxique sur les larves de *T. bisselliella* avec une DL₅₀ de 2,89 g/50,24 cm².

2.1.4. Discussion

Les résultats obtenus montrent que les poudres des feuilles des dix plantes aromatiques testées présentent un effet insecticide sur les adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* et les larves de *T. bisselliella*. En effet, l'efficacité de la poudre des feuilles d'une telle plante aromatique varie selon l'insecte traité (*A. obtectus* ou *T. bisselliella*), et même selon le stade traité (adulte ou larve). Pour chaque plante aromatique testée, les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en poudre des feuilles et la durée d'exposition.

Les plantes aromatiques ont été utilisées traditionnellement par les paysans pour la protection des grains stockés contre les bruches dans de nombreux pays, en France (**REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI, 1993**), au Togo (**KETOH, 1998**), Cameroun (**TAPONDJOU et al., 2003**), et Congo (**KALOMA et al., 2008 ; MUNYULI, 2009**).

Il est plus pratique d'utiliser les plantes aromatiques sous forme de poudre par rapport aux feuilles fraîches, **MUNYULI (2009)** a testé l'efficacité sur la bruche *A. obtectus* d'un mélange des plantes de la région de Sud-Kivu « Congo » connues par leurs propriétés insecticides/insectifuges: *Cuppressus lusitanica* L. (Cuppressacées), *Eucalyptus sp* (Myrtacées), *Tetradenia riparia* L. (Lamiacées), *Maesa lanceolata* Forsk. (Myrsinacées), *Nicotiana tabacum* L. (Solanacées), *Chincona ledgeriana* L. (Rubiacees), *Tephrosia vogelii* Hook. (Fabacées), *Capsicum fruitensis* L. (Solanacées), *Vernonia amygdalina* Del. (Astéracées), *Tithonia diversifolia* L. (Astéracées), *Momordica foetida* L. (Cucurbitacées) et *Ricinus communis* L. (Euphorbiacées). Les plantes ont été testées sous forme d'un mélange de feuilles fraîches à des doses de 750 g et 1500 g/ 5 kg de graines de haricot, et sous forme d'un

mélange de poudre des feuilles à des doses de 100 et 200g de poudre/5 kg de graines de haricot. Il a constaté que la dose de 200 g de poudre pour 5 kg de graines réduisent significativement la prolifération des bruches, et que les poudres des feuilles sont beaucoup plus efficaces comparativement aux feuilles fraîches des plantes.

REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI (1993), ont testé l'efficacité des feuilles de dix plantes aromatiques sur la bruche *A. obtectus*, et les résultats ont montré que les plantes de la famille des Labiées (Lamiacées) telles que *Mentha piperata*, *Origanum serpyllum*, *Rosmarinus officinalis*, *Satureia hortensis*, *Thymus serpyllum*, *Thymus vulgaris*, sont plus efficaces que les plantes appartenant à d'autres familles, *Allium sativum* (Liliacées), *Cymbopogon nardus* (graminées), *Eucalyptus globulus* (Myrtacées), *Laurus nobilis* (Lauracées), et *Origanum serpyllum* est la plus efficace, selon **NDOMO et al. (2009)**. La poudre des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtacées) n'a aucun effet sur les adultes d'*A. obtectus* quelque soit la dose utilisée.

Les résultats montrent que les plantes aromatiques de la famille des Lamiacées sont révélées très toxiques sur *A. obtectus* et *T. bisselliella* (*Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum*, *Lavandula stoechas*), *Rosmarinus officinalis* est la plus toxique sur la mite *T. bisselliella*, mais *Artemisia herba-alba* de la famille des Astéracées (Composées) reste la plus toxique sur la bruche *A. obtectus*.

Les travaux de **DELOBEL & MALONGA (1987)**, ont montré que les poudres de feuilles sèches de *Chenopodium ambrosioides* (Chénopodiacées), mélangées aux grains d'arachide et du haricot en stockage protégeaient des attaques d'insectes comme *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae), *Caryedon serratus* Olivier (Coleoptera: Bruchidae) et *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae). **TAPONDJOU et al. (2002)**, ont montré que la dose 0,4% (poids de poudre par poids des graines) en poudre des feuilles de *C. ambrosioides* provoque une mortalité de 60% des adultes d'*A. obtectus* après deux jours d'exposition, alors que la dose 6,4% (poids de poudre par poids des graines) en poudre des feuilles de la même plante provoque une mortalité totale des adultes du charonçan du maïs *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), après deux jours d'exposition. Par ailleurs, une étude similaire réalisée par **TAPONDJOU et al. (2003)**, a montré que la poudre des feuilles de *C. ambrosioides* est très efficace contre la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* avec une DL₅₀ après deux jours d'exposition de 0,28 %, soit 2,8 g/kg de graines.

ARAYA & EMANA (2009), ont testé la toxicité des poudres des feuilles de *Jatropha curcas* (Euphorbiacées), *Datura stramonium* (Solanacées), *Chenopodium ambrosioides* (Chénopodiacées), *Phytolacca dodecondra* (Phytolaccacées), *Azadirachta indica* (Meliacées),

et *Parthenium hysterophorus* (Astéracées), sur la bruche tropicale du pois *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) les résultats montrent que la dose 5g/ 150g des graines en poudre de feuilles de *C. ambrosioides* provoque la mortalité de 100% d'adultes de *Z. subfasciatus* après 24 heures d'exposition. Les poudres des feuilles de *J. curcas*, *D. stramonium* et *P. dodecondra* provoquent une mortalité de 90% avec la dose de 15g/150g des graines après 96 heures d'exposition, *A. indica* et *P. hysterophorus* sont les moins toxiques, provoquant une mortalité semblable a celle du témoin quelque soit la dose utilisée.

KELLOUCHE & SOLTANI (2004), ont observé une réduction significative du nombre de descendants chez la bruche *Callosobruchus maculatus* en testant les poudres des feuilles du figuier *Ficus carica* (Moracées), l'eucalyptus *Eucalyptus globulus* (Myrtacées), l'olivier *Olea europaea* (Oleacées), et le citronnier *Citrus limon* (Rutacées), la poudre des feuille de *Ficus carica* reste la plus active.

Selon **LAW-OGBOMO & ENOBAKHARE (2007)**, les poudres des feuilles des plantes aromatiques présentent un effet toxique sur les insectes comme ils peuvent agir en tant que barrière physique, en bloquant les stigmates et empêcher la respiration.

2.2. Effet de la poudre des feuilles sur la fécondité des deux insectes étudiés

a) Sur la bruche *A. obtectus*

Les œufs d'*A. obtectus*, ont une forme ovoïde, de couleur blanche et mesurent de 0,4 à 0,6 mm. La ponte se fait le plus souvent sur les graines (Fig. 60) ou sur les parois internes des boîtes de Pétri. Les œufs non fécondés s'aplatissent dans les vingt quatre heures qui suivent leur émission (Fig. 61).

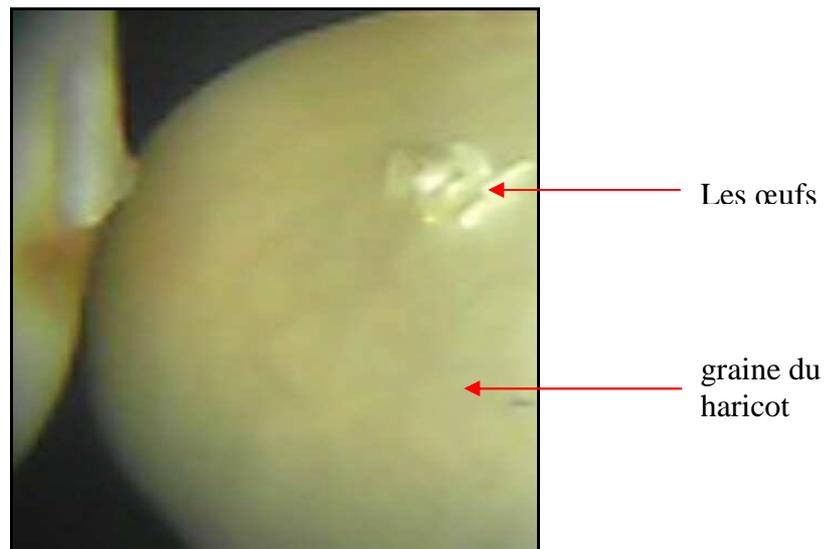


Figure 60 : Les œufs d'*A. obtectus* fixes sur les graines de *Phaseolus vulgaris* G : x 10 (photo originale).

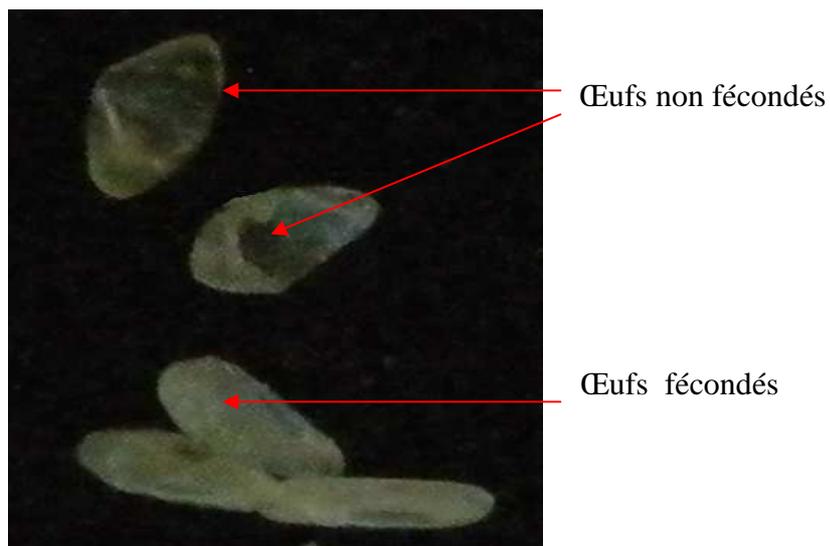


Figure 61 : Différence entre les œufs fécondés et non fécondés d'*A. obtectus* G : x 10 (photo originale).

La fécondité d'*A. obtectus* (témoin) est représentée sur le tableau 18.

Tableau 18 : Fécondité des femelles d'*A. obtectus* (témoin)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	Moyenne	écart-type
Ponte	98	104	106	102,66	4,16
Fécondité	19,6	20,8	21,2	20,53	0,83

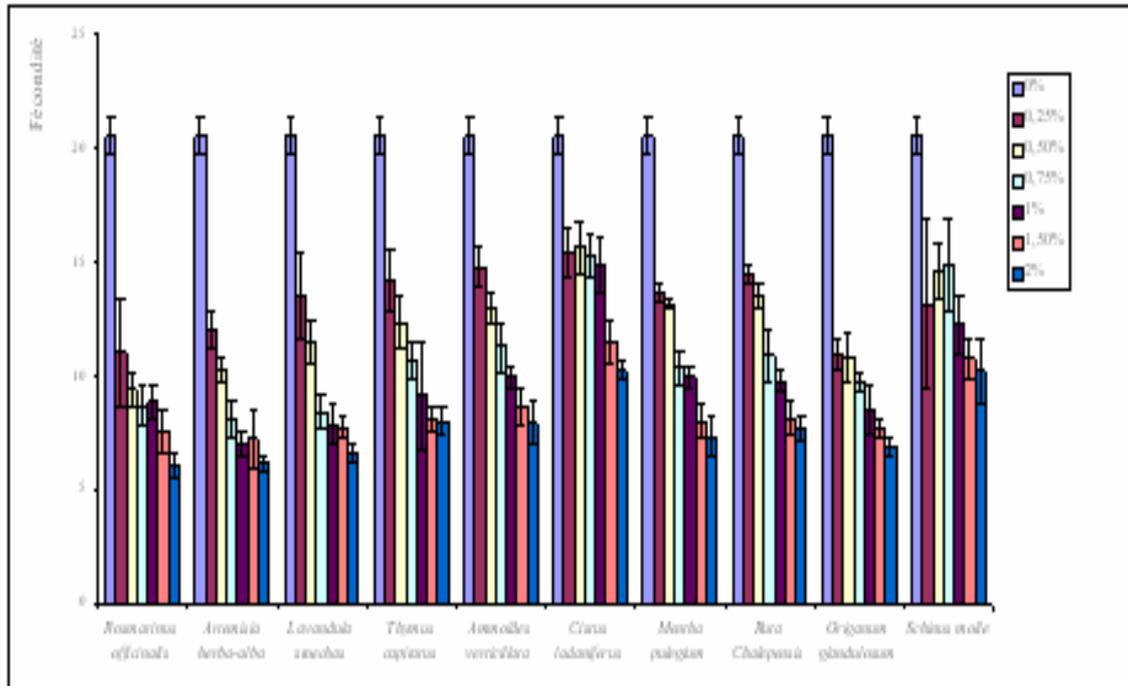


Figure 63 : Fécondité de la larve *A. abnormis* en présence de la poudre des feuilles des plantes aromatiques (moyenne \pm écart type)

La fécondité des bruches à 26 °C et 70% d'humidité relative est en moyenne de $20,53 \pm 0,83$ /femelle sur les graines du haricot de la variété blanche. Dans les mêmes conditions d'élevage, la fécondité a nettement diminué en utilisant la poudre des feuilles des plantes aromatiques testée (Fig. 63). En effet en utilisant la dose la plus élevée en poudre de feuilles (2% du poids de poudre par poids des graines) d'*Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum*, *Lavandula stoechas*, *Thymus capitatus*, *Mentha pulegium*, *Schinus molle*, *Ruta chalepensis*, *Ammoïdes verticillata*, et *Cistus ladaniferus* la fécondité enregistrée des femelles est de $6,13 \pm 0,3$; $6,06 \pm 0,5$; $6,86 \pm 0,41$; $6,6 \pm 0,4$; $8 \pm 0,6$; $7,33 \pm 0,83$; $10,2 \pm 1,4$; $7,66 \pm 0,5$; $7,93 \pm 0,94$; $10,2 \pm 0,4$ respectivement.

Selon le facteur dose en poudre des feuilles, l'étude statistique confirme une variation hautement significative entre les moyennes de fécondité avec $F = 174,57$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur plante il existe une différence significative avec $F = 14,62$ pour $P = 1,21 \cdot 10^{-11}$.

b) Sur la mite *T. bisselliella*

Les œufs de la mite *T. bisselliella* ont une forme ovoïde, d'une couleur blanche, avec une taille d'environ 0,3 à 0,5 mm (Fig. 62).



Figure 62 : Les œufs de *T. bisselliella* fixés sur toison de lapin
G : x 10 (photo originale).

La fécondité de *T. bisselliella* (témoin) est représentée sur le tableau 19.

Tableau 19 : Fécondité des femelles de *T. bisselliella* (témoin)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	Moyenne	écart-type
Ponte	96	92	89	92,33	3,51
Fécondité	19,2	18,4	17,8	18,46	0,70

A partir des résultats compilés dans le tableau 19, nous pouvons constater que dans les conditions de laboratoire, température de 26°C et humidité relative de 70%, les femelles de *T. bisselliella* ont pondu entre 89 et 96 œufs avec une fécondité moyenne de $18,46 \pm 0,70$ /femelle. Dans les mêmes conditions d'élevage, avec utilisation de la poudre des feuilles des dix plantes aromatiques testées, nous pouvons constater que la poudre des feuilles influence la ponte des femelles (Fig. 64). En effet en utilisant la dose la plus élevée en poudre des feuilles (soit 0,6 g/50,24cm²) d'*Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum*, *Lavandula stoechas*, *Thymus capitatus*, *Mentha pulegium*, *Schinus molle*, *Ruta chalepensis*, *Ammoïdes verticillata*, et *Cistus ladaniferus* la fécondité enregistrée des femelles est de $5,73 \pm 0,3$; $5,2 \pm 0,4$; $5,4 \pm 0,2$; $5,6 \pm 0,4$; $6,4 \pm 0,8$; $6,06 \pm 0,3$; $6 \pm 0,2$; $7,26 \pm 1$; $6,93 \pm 1,13$; et $7,33 \pm 0,8$ respectivement.

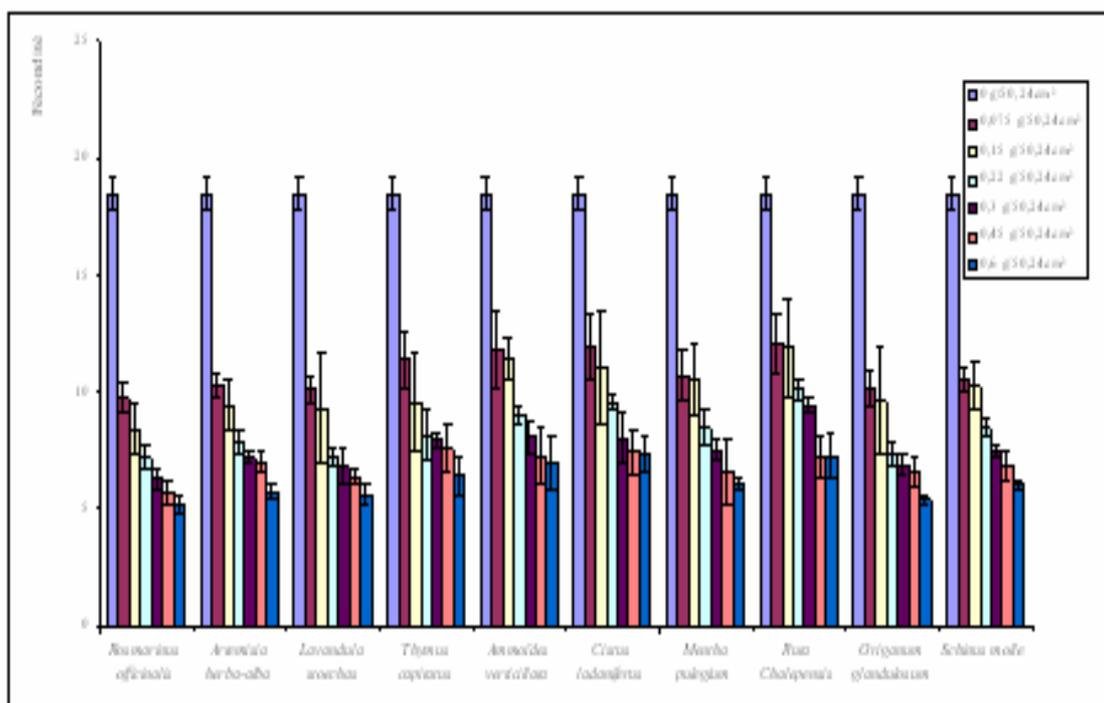


Figure 64 : Fecundité de la mite *T. bisulcatus* en présence de la poudre des feuilles des plantes aromatiques (moyenne et écart-type)

Selon le facteur dose en poudre des feuilles, l'analyse de variance à deux critères de classification confirme une variation hautement significative entre les moyennes de fécondité avec $F = 894,83$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur plante, une différence significative avec $F = 17,23$ pour $P = 5,66.10^{-13}$.

2.2.1. Discussion

La fécondité des bruches au témoin dépend de la variété des graines sur lesquelles sont élevées. **DELOBEL et al. (2000)** indiquent que la fécondité des bruches dépend du choix des légumineuses utilisées et de l'état physiologique des femelles et leur comportement au laboratoire. Selon **KELLOUCHE (2005)** dans le cas d'un choix multiple, les femelles pondent le plus grand nombre d'œufs sur les graines d'hôte préféré. Dans nos expériences, nous avons utilisé les graines du haricot de la variété blanche qui sont l'hôte préféré d'*A. obtectus*.

Concernant la fécondité de la mite *T. bisselliella* au témoin, le nombre d'œufs pondus par femelle est variable, le nombre d'œufs émis dépend essentiellement du poids des femelles, les plus volumineuses produisant plus d'œufs que les plus petites (**CHAUVIN, 1977**).

Les poudres des feuilles des dix plantes aromatiques testées influent directement sur la fécondité des deux insectes étudiés. L'analyse de la variance à deux critères de classification a montré que la fécondité des deux insectes varie selon la plante aromatique testée et la dose utilisée en poudre des feuilles.

Chez *A. obtectus*, selon les DL_{50} calculées les poudres des feuilles les plus toxiques ont été classées par ordre croissant de leur toxicité sur les adultes comme suit: *Lavandula stoechas*, *Origanum glandulosum*, *Rosmarinus officinalis*, et *Artemisia herba-alba*, et en utilisant la dose la plus élevée en poudres, soit 2% poids de poudre par poids des graines les poudres les plus efficaces sur la fécondité sont classées par ordre croissant dans leur efficacité comme suit: *Origanum glandulosum*, *Lavandula stoechas*, *Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis*. Parmi les dix plantes aromatiques testées, quatre se révèlent les plus efficaces sur la mortalité des bruches et sont également efficaces dans la réduction de la fécondité des femelles mais le classement de leur efficacité change. En effet la plante la plus toxique sur les adultes d'*A. obtectus* est *Artemisia herba-alba*, alors que la plante la plus efficace sur la fécondité d'*A. obtectus* est *Rosmarinus officinalis*, et donc la plante la plus toxique n'est pas forcément la plante la plus efficace sur la ponte des femelles.

Chez *T. bisselliella* les poudres des feuilles les plus toxiques ont été classées par ordre croissant de leur toxicité sur les adultes : *Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum*, *Lavandula stoechas*, *Rosmarinus officinalis*. En utilisant la dose la plus élevée en poudres soit

0,6 g/50,24 cm² les poudres les plus efficaces sur la fécondité des femelles, elles sont classées par ordre croissant de leur efficacité comme suit: *Artemisia herba-alba*, *Lavandula stoechas*, *Origanum glandulosum*, *Rosmarinus officinalis*.

Parmi les dix plantes aromatiques testées, les plus efficaces sur la mortalité des mites sont également efficaces dans la réduction de la fécondité des femelles. Si on compare entre l'efficacité des poudres des feuilles sur la mortalité et sur la fécondité des mites, on remarque que les poudres ont gardé presque le même classement de leur efficacité. En effet la poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis* reste la plus toxique sur les adultes et la plus efficace sur la fécondité des femelles de *T. bisselliella*, dans ce cas la plante la plus toxique est celle la plus efficace sur la ponte des femelles.

Selon **KELLOUCHE & SOLTANI (2004)**, la réduction de la fécondité n'est pas seulement liée à la diminution de la période de ponte ou de survie des femelles adultes, mais elle peut être également le résultat d'une perturbation du processus de vitellogénèse.

KELLOUCHE (2005), a observé une réduction de fécondité chez les femelles de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en utilisant les poudres des feuilles du figuier *Ficus carica* (Moracées), l'eucalyptus *Eucalyptus globulus* (Myrtacées), l'olivier *Olea europaea* (Oleacées), et le citronnier *Citrus limon* (Rutacées). Ces poudres ont un effet limité sur le nombre d'œufs pondus, par contre les pontes sont complètement inhibées avec la poudre de giroflier *Syzygium aromaticum* (Myrtacées) aux faibles doses soit 0,20 et 0,25%.

Une inhibition des pontes a été observée chez la bruche du niébé, une fois celle-ci traitée avec les poudres de feuilles de *Nicotiana tabacum* (Solanacées), d'*Erythrophleum suaveolus* (Caesalpiniacées) et d'*Ocimum gratissimum* (**OFUYA, 1990**), ou avec la poudre de neem (*A. indica*) (**SECK et al., 1991**).

Selon **REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI (1993)**, les plantes de la famille des Labiées (Lamiacées) telles que *Mentha piperata*, *Origanum serpyllum*, *Rosmarinus officinalis*, *Satureia hortensis*, *Thymus serpyllum*, *Thymus vulgaris* provoquent une diminution significative d'oviposition des femelles d'*A. obtectus*.

Le comportement de ponte chez deux Lépidoptères *Pieris brassicae* et *P. napi* est inhibé par des extraits d'oignon (**LUNDGREN, 1975**). Pareillement, des extraits d'ail réduisent significativement le taux de ponte des femelles de psylle du poirier, *Cocopsylla pyricola* (**WEISLING et al., 1997**).

2.3. Conclusion

Les résultats montrent que les dix plantes aromatiques testées sont efficaces contre la bruche *A. obtectus* et la mite *T. bisselliella*, ces plantes présentent des propriétés insecticides sur *A. obtectus*, insecticides et larvicides sur *T. bisselliella*, l'efficacité de ces poudres varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition.

Les poudres des feuilles des plantes testées influent aussi sur la fécondité des deux insectes étudiés, en effet leur efficacité sur la fécondité des femelles est limitée, car elles diminuent la fécondité sans l'inhiber complètement. L'efficacité des poudres sur la fécondité varie selon la plante et la dose utilisée.

Les plantes *Artemisia herba-alba* (Asteracées), *Rosmarinus officinalis* (Lamiacées), *Origanum glandulosum* (Lamiacées) et *Lavandula stoechas* (Lamiacées) sont les plus efficaces sur la longévité des adultes d'*A. obtectus*, les adultes et les larves de *T. bisselliella* et la fécondité des femelles des deux insectes. L'efficacité change selon l'insecte traité (*A. obtectus* ou *T. bisselliella*) et le stade traité (adulte ou larve) et selon le test d'efficacité (efficacité sur la longévité des insectes ou sur la fécondité des femelles).

Sur la bruche *A. obtectus*, les résultats obtenus ouvrent des perspectives intéressantes pour l'utilisation des poudres des feuilles des plantes aromatiques dans le contrôle de la bruche du haricot dans les conditions réelles de stockage, et donc des essais en milieux réels restent à effectuer pour évaluer l'efficacité pratique de ces plantes sous forme de poudres des feuilles.

Ces poudres peuvent présenter une solution alternative supplémentaire pour les agriculteurs locaux qui traitent leurs récoltes avec des pesticides synthétiques qui ont des inconvénients notables sur l'homme et sur son environnement. Comme ils paraissent plus facilement utilisables par les agriculteurs, ils peuvent être dispersés sur les graines du haricot dans les stocks avec des doses bien étudiées.

Sur la mite *T. bisselliella*, les résultats obtenus avec les poudres des feuilles des plantes aromatiques se sont révélés intéressants, il est bien connu que les poudres des feuilles ne dégradent pas les matières composant les vêtements ou les objets à protéger dans les musées, mais ces poudres ne peuvent pas être dispersés dans les armoires pour le contrôle des mites.

A cause de la difficulté d'emploi des poudres des feuilles sur les mites et leur efficacité limitée sur les deux insectes étudiés (notamment sur la fécondité des femelles), nous envisageons de tester l'efficacité des plantes aromatiques sous une autre forme plus active, il s'agit des huiles essentielles extraites de ces plantes.

3. Effet des huiles essentielles

3.1. Rendement en huiles essentielles

Les feuilles des dix plantes aromatiques testées renferment des huiles essentielles, mais le rendement varie d'une plante à une autre (Fig.65), *Ammoïdes verticillata* possède le rendement le plus élevé en huiles essentielles (2,58%) alors que *Cistus ladaniferus* représente le rendement le plus faible (0,22%).

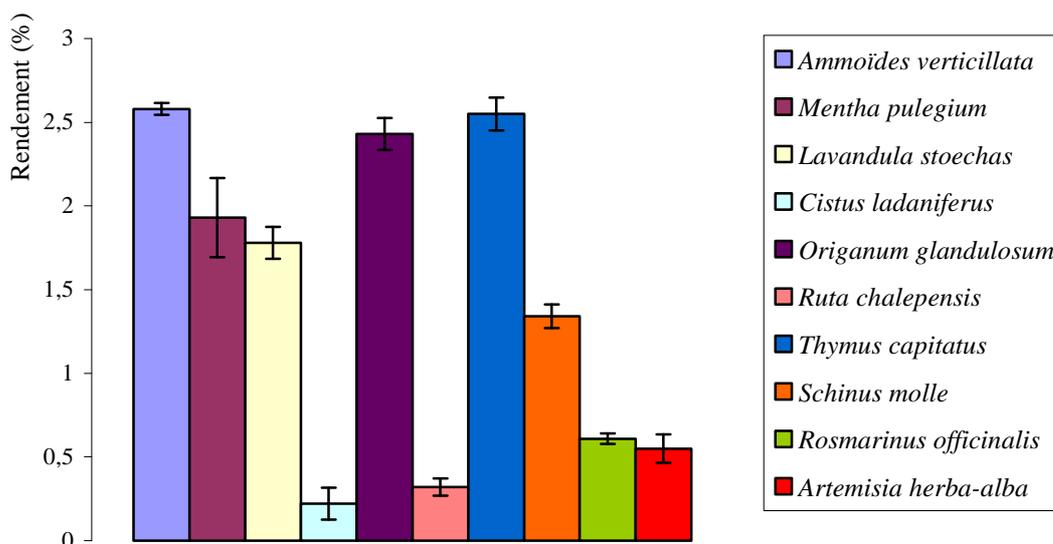


Figure 65 : Rendement en huiles essentielles obtenu par hydrodistillation (moyenne \pm écart-type).

3.2. Effet insecticide des huiles essentielles sur les deux insectes étudiés

g) Sur les adultes d'*A. obtectus*

La mortalité d'*A. obtectus* (témoin : graines traitées avec acétone uniquement) est représentée dans le tableau 20.

Tableau 20 : Mortalité des adultes d'*A. obtectus* (témoin)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	moyenne	mortalité (%)
1er jour	1	1	1	1	10
2 jours	1	2	2	1,66	16,6
3 jours	2	2	2	2	20
4 jours	3	5	3	3,66	36,6
5 jours	4	6	3	4,33	43,3
6 jours	6	6	4	5,33	53,3

a.1. *Ammoïdes verticillata*

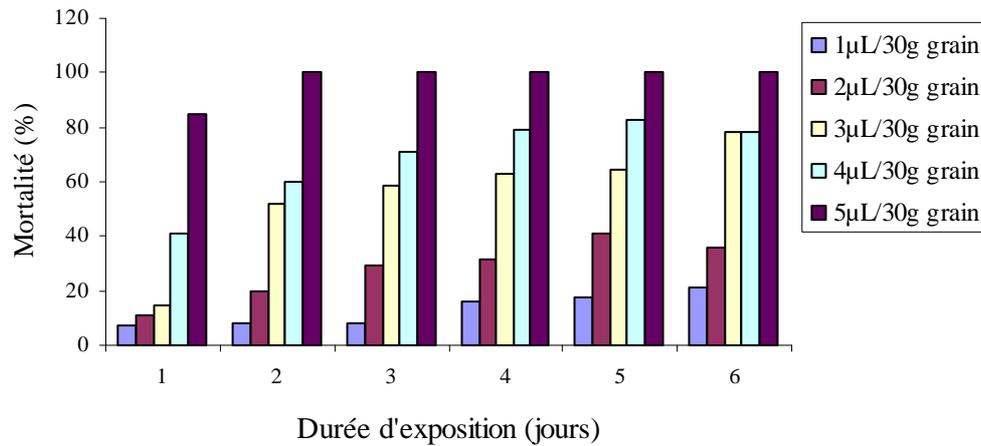


Figure 66 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Ammoïdes verticillata*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles extraites d'*Ammoïdes verticillata*, nous notons une variation hautement significative entre les taux de mortalité avec $F = 189,90$ pour $P = 1,32.10^{-15}$. Selon le facteur durée d'exposition, il y a une différence entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 52,03$ pour $P = 8,81.10^{-11}$.

a.2. *Mentha pulegium*

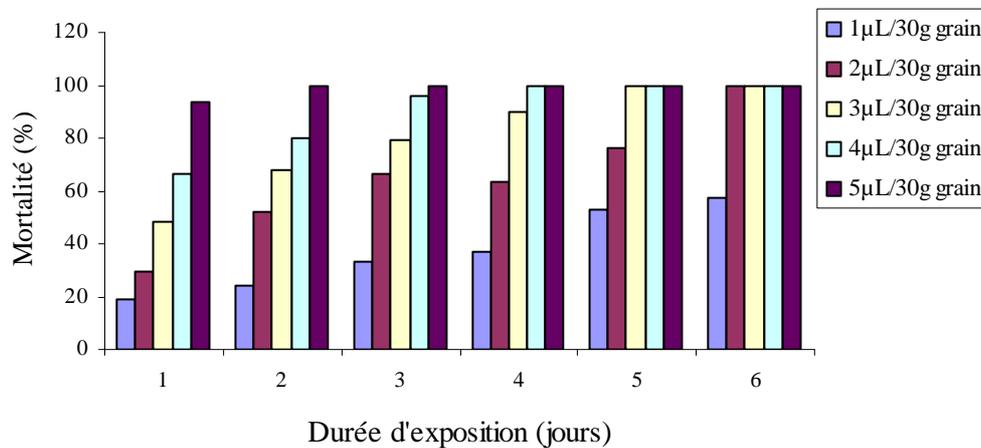


Figure 67 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Mentha pulegium*.

Selon les doses en huiles essentielles extraites de *Mentha pulegium*, il y a une différence significative avec $F = 41,65$ pour $P = 1,98.10^{-9}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 12,39$ pour $P = 1,45.10^{-5}$.

a.3. *Lavandula stoechas*

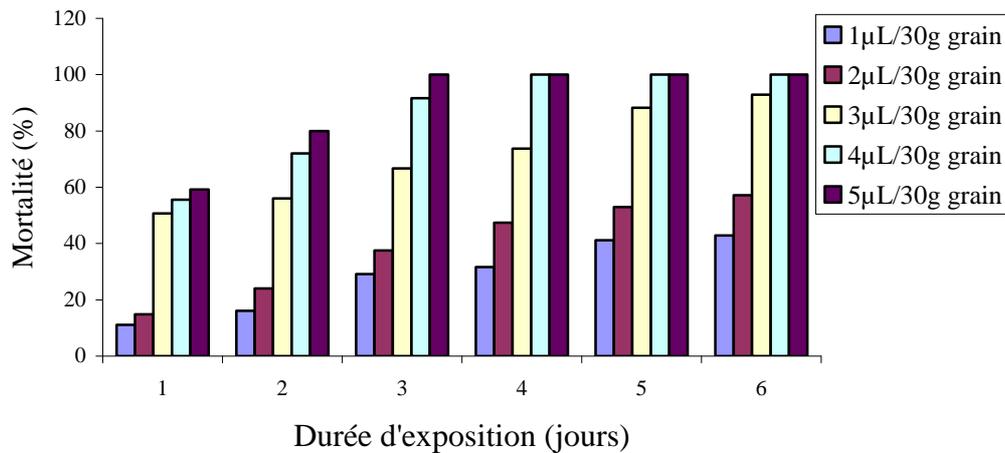


Figure 68 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Lavandula stoechas*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Lavandula stoechas*, une variation hautement significative entre les taux de mortalité avec $F = 105,46$ pour $P = 3,80 \cdot 10^{-13}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 10,45$ pour $P = 4,82 \cdot 10^{-5}$.

a.4. *Cistus ladaniferus*

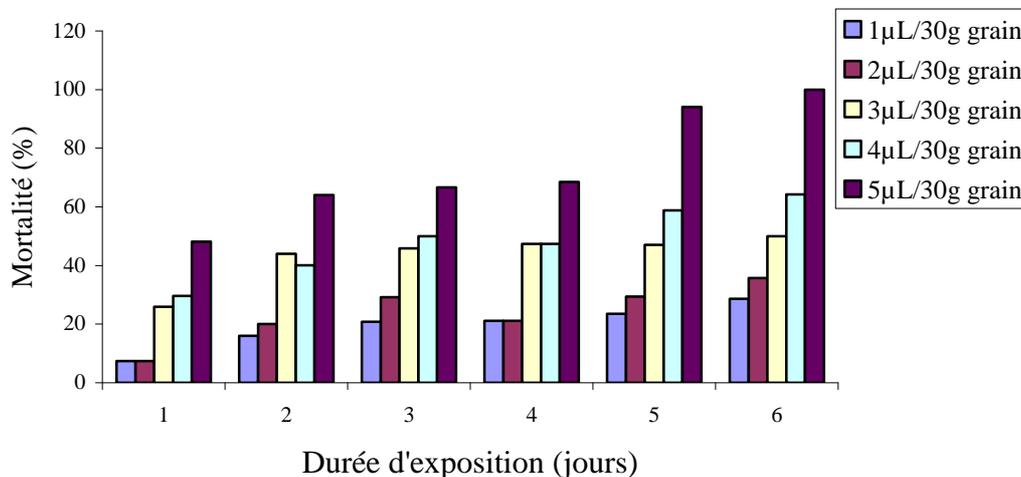


Figure 69 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 76,29$ pour $P = 8,04 \cdot 10^{-12}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 16,99$ pour $P = 1,34 \cdot 10^{-6}$.

a.5. *Origanum glandulosum*

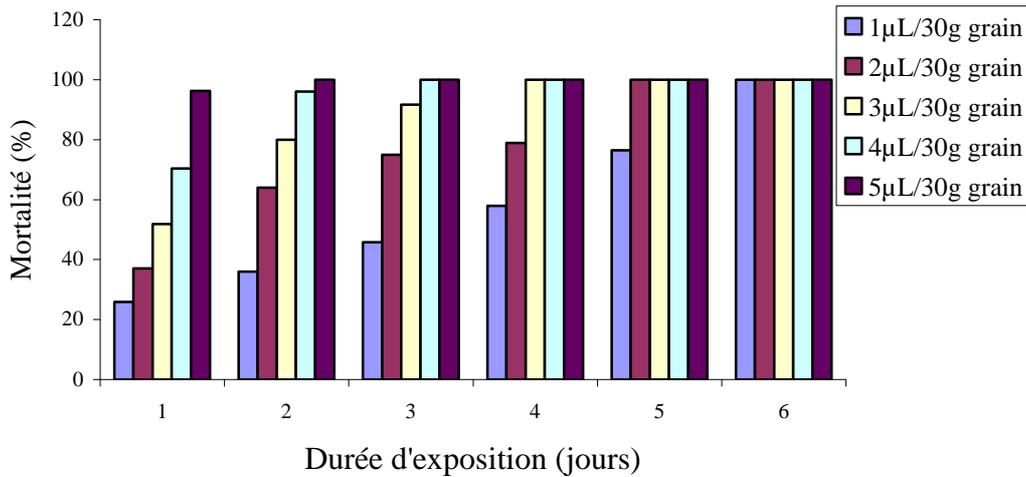


Figure 70 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles extraites d'*Origanum glandulosum*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 11,62$ pour $P = 4,83.10^{-5}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 8,37$ pour $P = 0,00$.

a.6. *Ruta chalepensis*

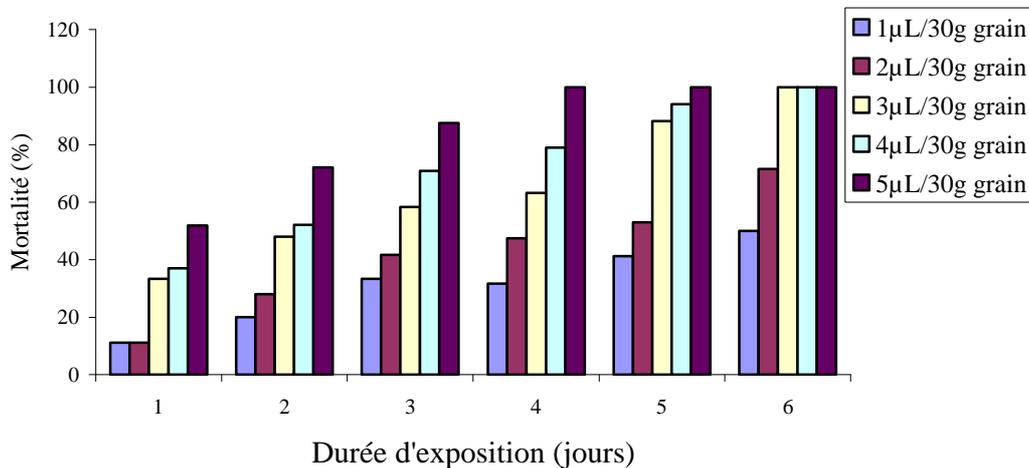


Figure 71 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Ruta chalepensis*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Ruta chalepensis*, une différence hautement significative avec $F = 70,84$ pour $P = 1,60.10^{-11}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 49,82$ pour $P = 1,31.10^{-10}$.

a.7. *Thymus capitatus*

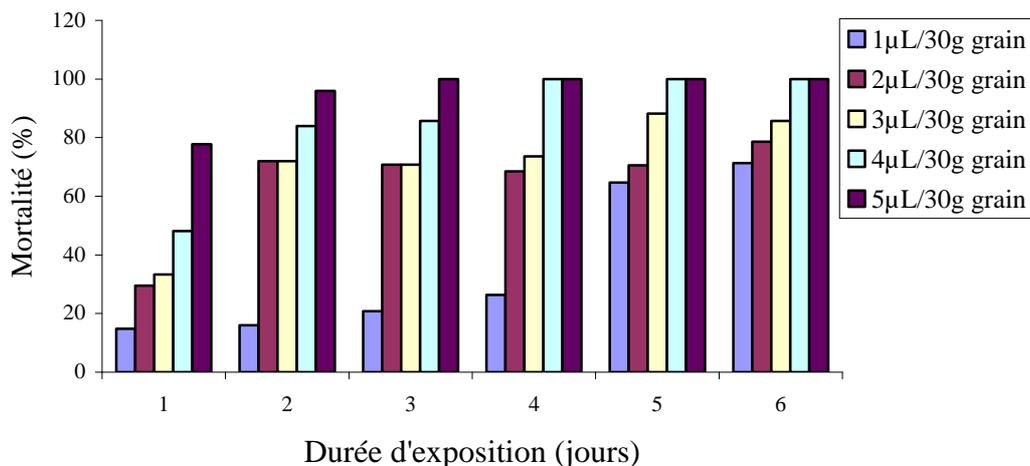


Figure 72 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Thymus capitatus*.

Selon les doses en huiles essentielles extraites de *Thymus capitatus*, une différence significative avec $F = 28,23$ pour $P = 5,63.10^{-8}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 12,24$ pour $P = 1,59.10^{-5}$.

a.8. *Schinus molle*

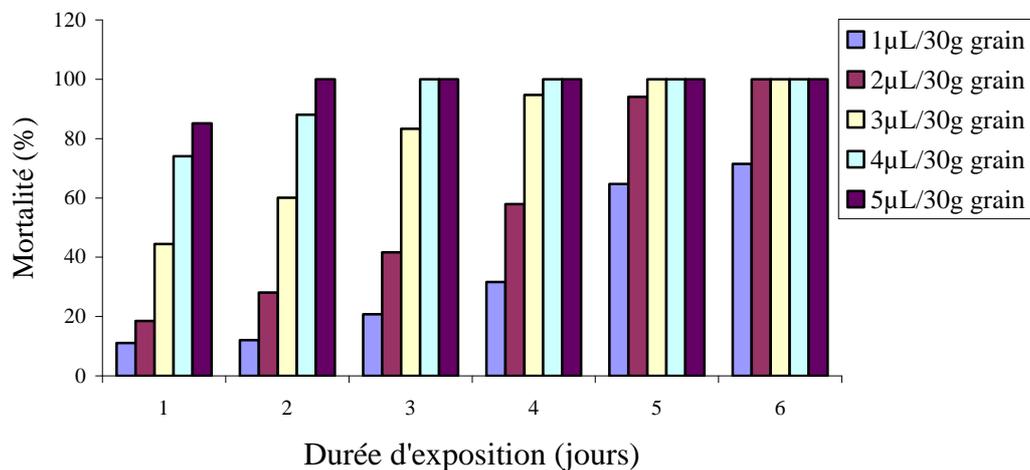


Figure 73 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Schinus molle*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles de *Schinus molle*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 21,16$ pour $P = 5,90.10^{-7}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 8,98$ pour $P = 0,00$.

a.9. *Rosmarinus officinalis*

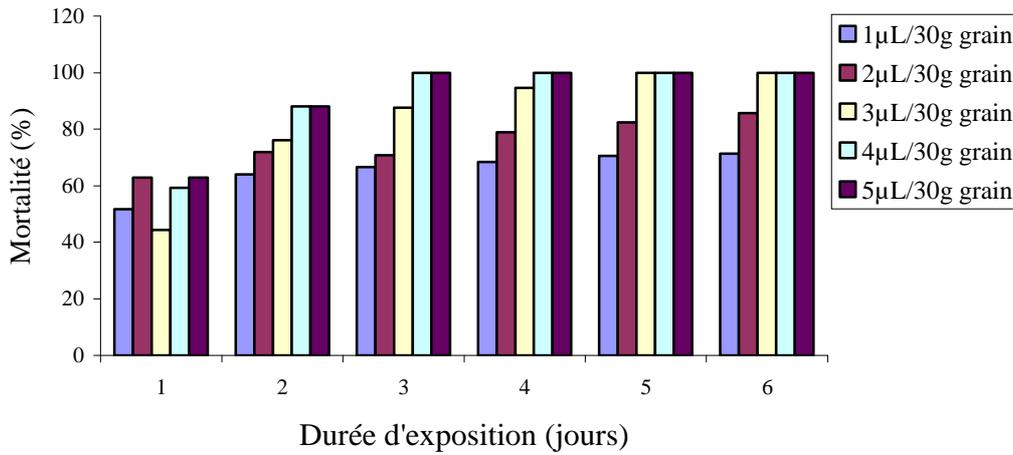


Figure 74 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 17,10$ pour $P = 3,06 \cdot 10^{-6}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 20,35$ pour $P = 3,18 \cdot 10^{-7}$.

a.10. *Artemisia herba-alba*

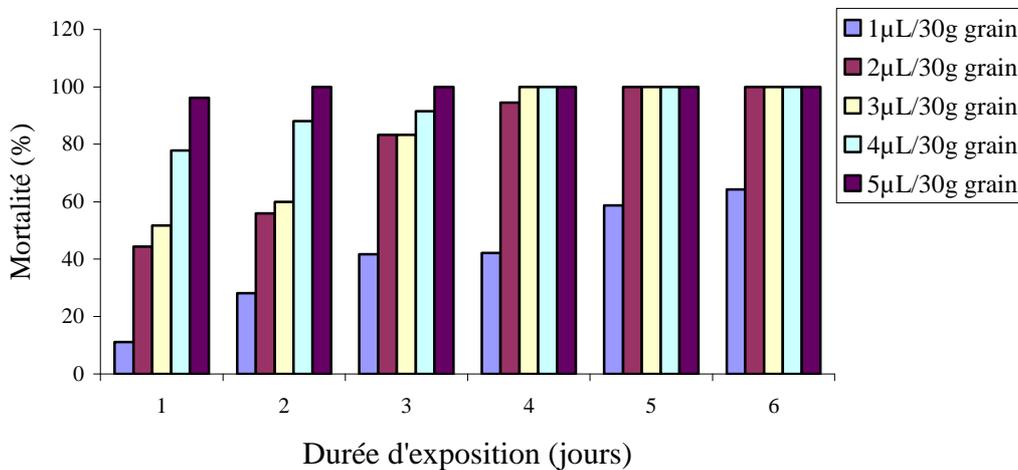


Figure 75 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 29,96$ pour $P = 3,42 \cdot 10^{-8}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 10,63$ pour $P = 4,29 \cdot 10^{-5}$.

3.2.1. Comparaison de la toxicité des huiles essentielles sur les adultes d'*A. obtectus*

La transformation des pourcentages de mortalité des adultes d'*A. obtectus* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en huiles essentielles, a permis d'obtenir les équations et les DL₅₀ suivants :

Ammoïdes verticillata, $Y = 3,81605 + 2,78622 X$ ($R^2 = 88,4\%$) DL₅₀ = 2,63µL/30g de graines

Mentha pulegium, $Y = 3,90939 + 4,46265 X$ ($R^2 = 72,6\%$) DL₅₀ = 1,75µL/30g de graines

Lavandula stoechas, $Y = 3,03529 + 5,27601 X$ ($R^2 = 70,3\%$) DL₅₀ = 2,34 µL/30g de graines

Cistus ladaniferus, $Y = 3,88675 + 1,80401 X$ ($R^2 = 82,5\%$) DL₅₀ = 4,13 µL/30g de graines

Origanum glandulosum, $Y = 4,27857 + 4,50831X$ ($R^2=85,1\%$) DL₅₀=1,44 µL/30g de graines

Ruta chalepensis, $Y = 4,03256 + 1,94039 X$ ($R^2 = 90,4\%$) DL₅₀ = 3,14 µL/30g de graines

Thymus capitatus, $Y = 4,13437 + 3,48323 X$ ($R^2 = 92,2\%$) DL₅₀ = 1,77µL/30 g de graines

Schinus molle, $Y = 3,27780 + 5,51991 X$ ($R^2 = 81,1 \%$) DL₅₀ = 2,04 µL/30 g de graines

Rosmarinus officinalis, $Y = 15,2817 + 1,25178X$ ($R^2 = 88,4\%$) DL₅₀ = 0,59µL/30 g de graines

Artemisia herba-alba, $Y = 3,99689 + 4,37708 X$ ($R^2 = 72,6\%$) DL₅₀ = 1,69µL/30g de graines

Les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques testées sont classées selon leur efficacité dans le tableau 21.

Tableau 21 : Classement des huiles essentielles selon leur toxicité sur la bruche *A. obtectus*

Les plantes aromatiques testées	DL ₅₀
1. <i>Rosmarinus officinalis</i>	DL ₅₀ = 0,59µL/30g de graines
2. <i>Origanum glandulosum</i>	DL ₅₀ = 1,44 µL/30g de graines
3. <i>Artemisia herba-alba</i>	DL ₅₀ = 1,69µL/30g de graines
4. <i>Mentha pulegium</i>	DL ₅₀ = 1,75µL/30g de graines
5. <i>Thymus capitatus</i>	DL ₅₀ = 1,77µL/30 g de graines
6. <i>Schinus molle</i>	DL ₅₀ = 2,04 µL/30 g de graines
7. <i>Lavandula stoechas</i>	DL ₅₀ = 2,34 µL/30g de graines
8. <i>Ammoïdes verticillata</i>	DL ₅₀ = 2,63µL/30g de graines
9. <i>Ruta chalepensis</i>	DL ₅₀ = 3,14 µL/30g de graines
10. <i>Cistus ladaniferus</i>	DL ₅₀ = 4,13 µL/30g de graines

h) Sur les adultes de *T. bisselliella*

La mortalité de *T. bisselliella* (témoin : avec acétone uniquement) est représentée dans le tableau 22.

Tableau 22 : Mortalité des adultes de *T. bisselliella* (témoin)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	moyenne	mortalité (%)
1er jour	0	1	1	0,66	6,66
2 jours	1	2	2	1,66	16,66
3 jours	2	2	3	2,33	23,33
4 jours	4	5	3	4	40
5 jours	4	6	4	4,66	46,66
6 jours	6	8	7	7	70

b.1. *Ammoïdes verticillata*

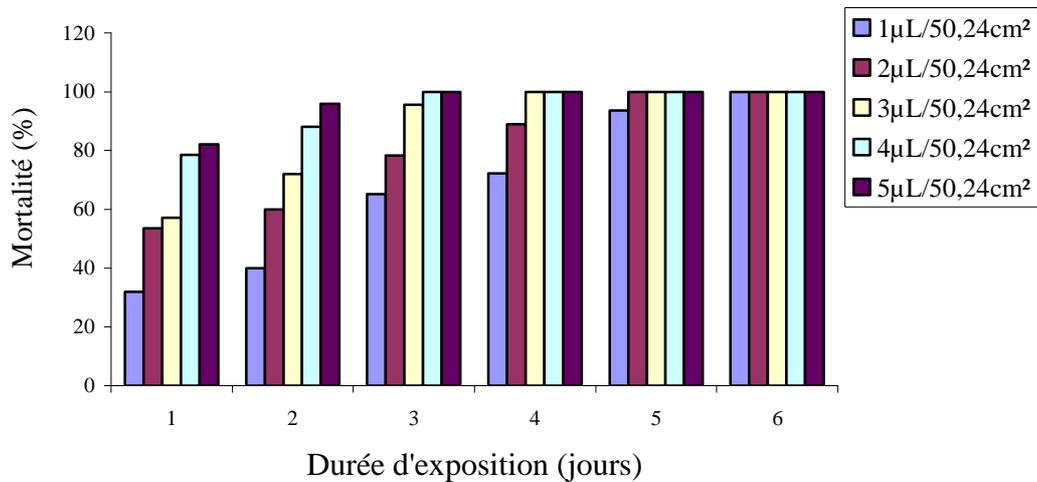


Figure 76 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Ammoïdes verticillata*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles d'*Ammoïdes verticillata*, on note une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 9,11$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 13,51$ pour $P = 7,73.10^{-6}$.

b.2. *Mentha pulegium*

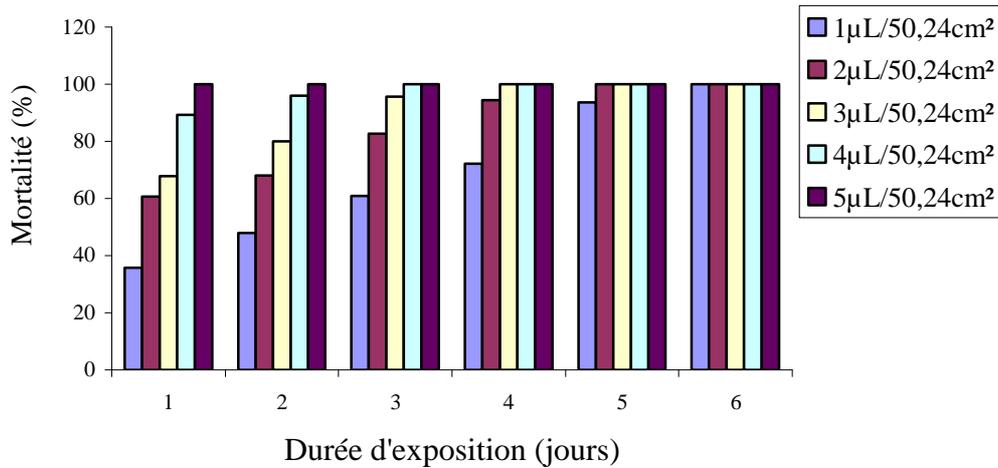


Figure 77 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Mentha pulegium*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Mentha pulegium*, on note une différence significative avec $F = 8,51$ pour $P = 0,00$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 6,06$ pour $P = 0,00$.

b.3. *Lavandula stoechas*

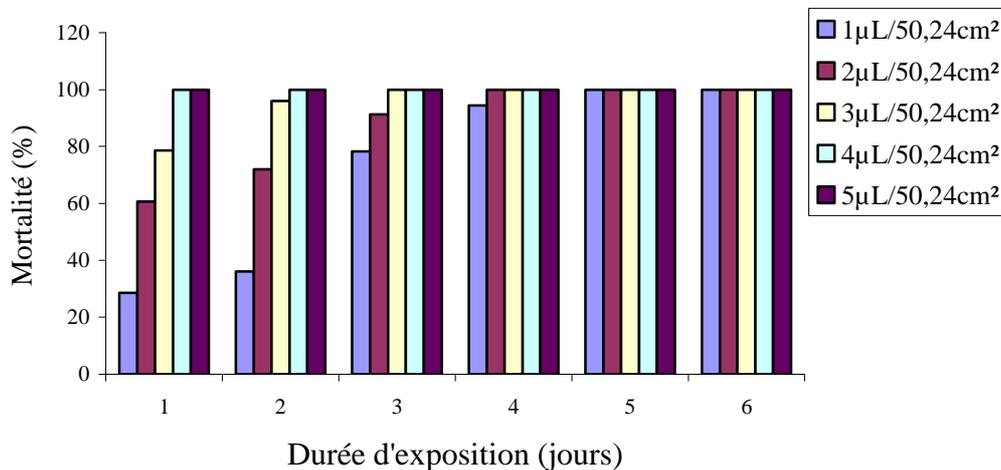


Figure 78 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Lavandula stoechas*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Lavandula stoechas*, il y a une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 4,05$ pour $P = 0,01$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 3,28$ pour $P = 0,02$.

b.4. *Cistus ladaniferus*

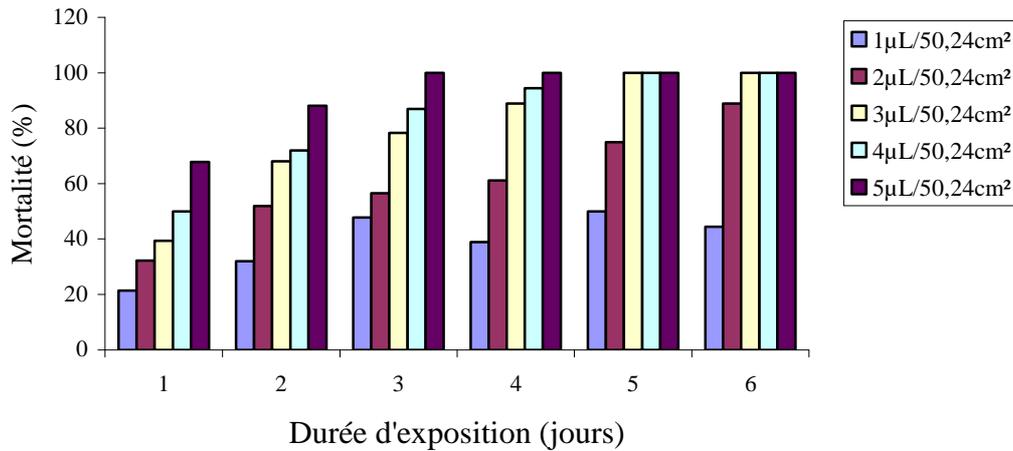


Figure 79 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 53,97$ pour $P = 1,94.10^{-10}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 27,46$ pour $P = 2,60.10^{-8}$.

b.5. *Origanum glandulosum*

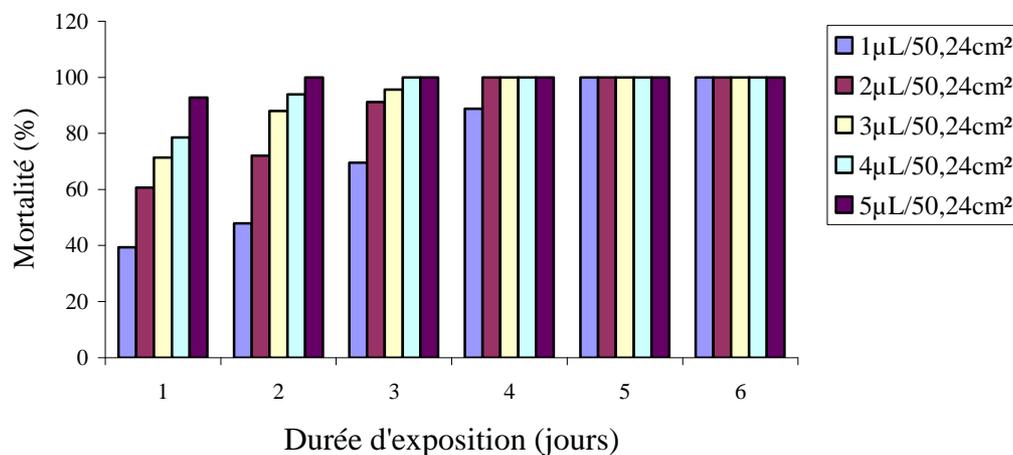


Figure 80 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 5,77$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 8,53$ pour $P = 0,00$.

b.6. *Ruta chalepensis*

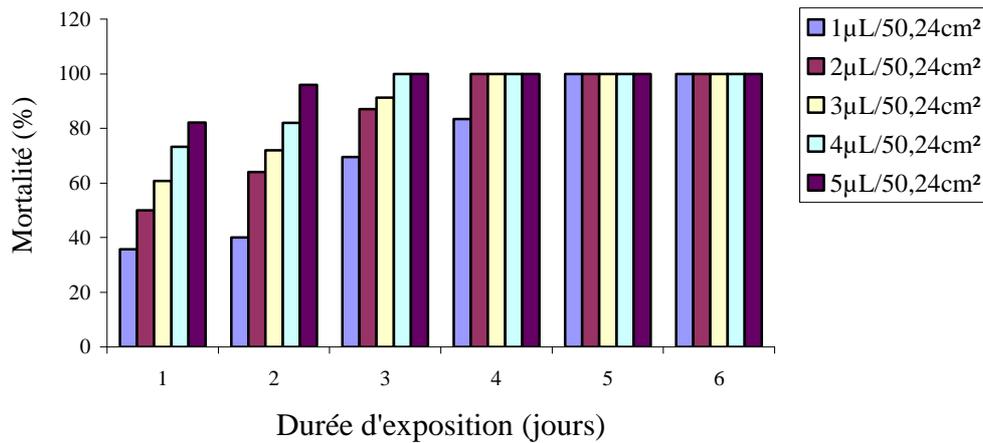


Figure 81 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Ruta chalepensis*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Ruta chalepensis*, une différence significative avec $F = 6,73$ pour $P = 0,00$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 16,15$ pour $P = 1,99 \cdot 10^{-6}$.

b.7. *Thymus capitatus*

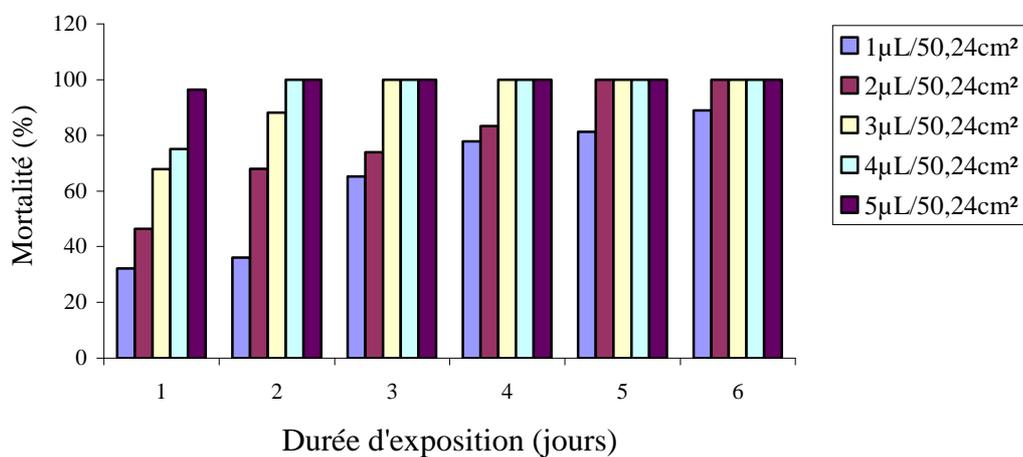


Figure 82 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Thymus capitatus*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Thymus capitatus*, une différence significative avec $F = 12,19$ pour $P = 3,49 \cdot 10^{-5}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 7,82$ pour $P = 0,00$.

b.8. *Schinus molle*

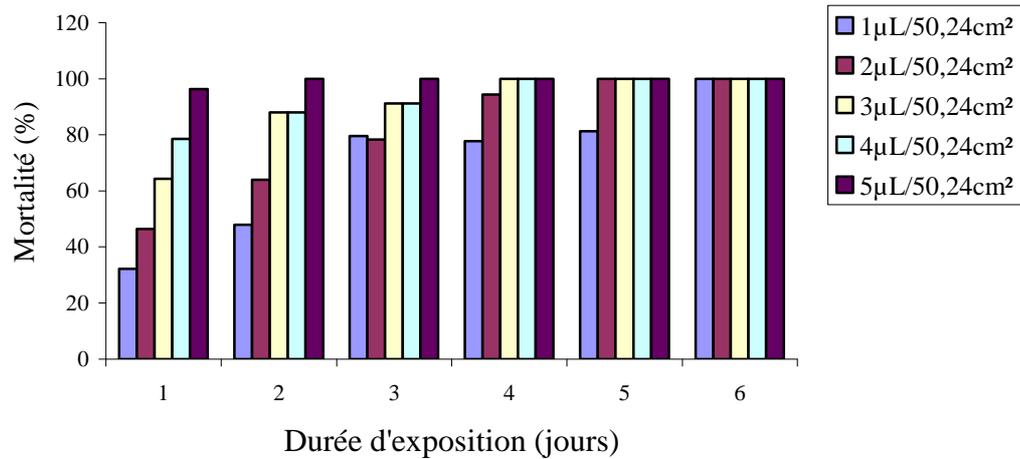


Figure 83 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Schinus molle*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles de *Schinus molle*, il y a une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 7,68$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 8,99$ pour $P = 0,00$.

b.9. *Rosmarinus officinalis*

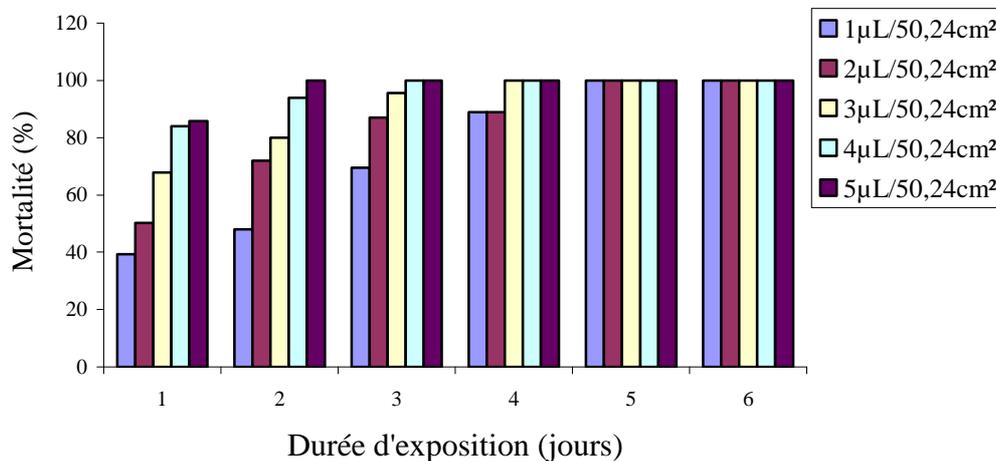


Figure 84 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 6,09$ pour $P = 0,00$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 10,09$ pour $P = 6,12 \cdot 10^{-5}$.

b.10. *Artemisia herba-alba*

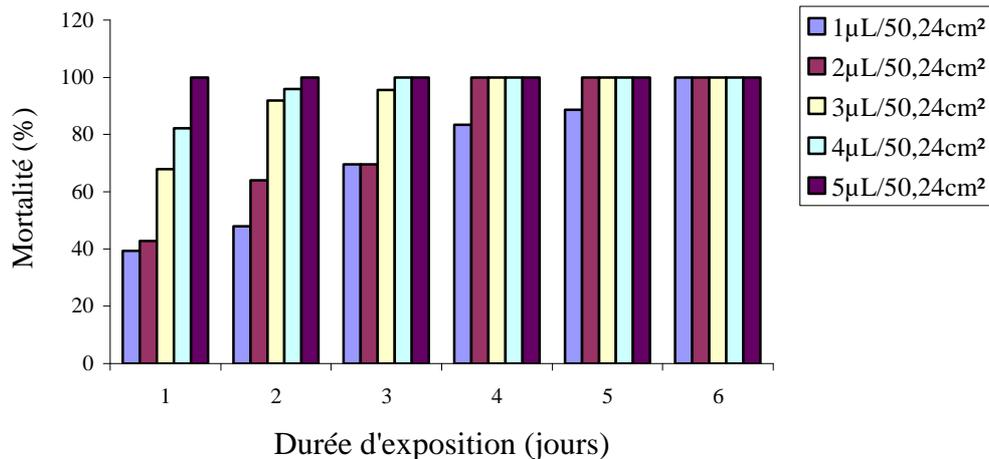


Figure 85 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 6,69$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 6,48$ pour $P = 0,00$.

3.2.2. Comparaison de la toxicité des huiles essentielles des dix plantes testées sur la mite

La transformation des pourcentages de mortalité des adultes de *T. bisselliella* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en huiles essentielles, a permis d'obtenir les équations et les DL_{50} suivants :

Ammoïdes verticillata, $Y = 4,57457 + 2,71278X$ ($R^2 = 91,3\%$) $DL_{50} = 1,43\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Mentha pulegium, $Y = 4,54835 + 3,98858X$ ($R^2 = 78,6\%$) $DL_{50} = 1,29\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Lavandula stoechas, $Y = 4,38995 + 5,38992X$ ($R^2 = 94,6\%$) $DL_{50} = 1,29\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Cistus ladaniferus, $Y = 4,46034 + 2,16954X$ ($R^2 = 94,3\%$) $DL_{50} = 1,77\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Origanum glandulosum, $Y = 4,72291 + 3,77067X$ ($R^2 = 80,7\%$) $DL_{50} = 1,23\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Ruta chalepensis, $Y = 4,62802 + 2,51197X$ ($R^2 = 88\%$) $DL_{50} = 1,40\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Thymus capitatus, $Y = 4,75299 + 4,48269X$ ($R^2 = 79,2\%$) $DL_{50} = 1,36\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Schinus molle, $Y = 4,52648 + 3,87277X$ ($R^2 = 75,7\%$) $DL_{50} = 1,32\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Rosmarinus officinalis, $4,60664 + 3,83868X$ ($R^2 = 77,7\%$) $DL_{50} = 1,26\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Artemisia herba-alba, $Y = 4,58342 + 4,15924X$ ($R^2 = 85,9\%$) $DL_{50} = 1,25\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$

Les huiles essentielles extraites des feuilles des plantes aromatiques testées sont classées selon leur toxicité dans le tableau 23.

Tableau 23 : Classement des huiles essentielles selon leur toxicité sur la mite *T. bisselliella*

Les plantes aromatiques testées	DL ₅₀
1. <i>Origanum glandulosum</i>	DL ₅₀ = 1,23µL/50,24cm ²
2. <i>Artemisia herba-alba</i>	DL ₅₀ = 1,25µL/50,24cm ²
3. <i>Rosmarinus officinalis</i>	DL ₅₀ = 1,26µL/50,24cm ²
4. <i>Lavandula stoechas</i>	DL ₅₀ = 1,29µL/50,24cm ²
5. <i>Mentha pulegium</i>	DL ₅₀ = 1,29µL/50,24cm ²
6. <i>Schinus molle</i>	DL ₅₀ = 1,32µL/50,24cm ²
7. <i>Thymus capitatus</i>	DL ₅₀ = 1,36µL/50,24cm ²
8. <i>Ruta chalepensis</i>	DL ₅₀ = 1,40µL/50,24cm ²
9. <i>Ammoïdes verticillata</i>	DL ₅₀ = 1,43µL/50,24cm ²
10. <i>Cistus ladaniferus</i>	DL ₅₀ = 1,77µL/50,24cm ²

i) Sur les larves de *T. bisselliella*

La mortalité des larves de *T. bisselliella* (témoin : avec acétone uniquement) est représentée dans le tableau 24.

Tableau 24 : Mortalité des larves de *T. bisselliella* (témoin)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	moyenne	mortalité (%)
1er jour	0	0	0	0	0
2 jours	1	1	1	1	10
3 jours	2	3	2	2,33	23,33
4 jours	2	3	3	2,66	26,66
5 jours	4	4	3	3,66	36,66
6 jours	5	4	5	4,66	46,66

c.1. *Ammoïdes verticillata*

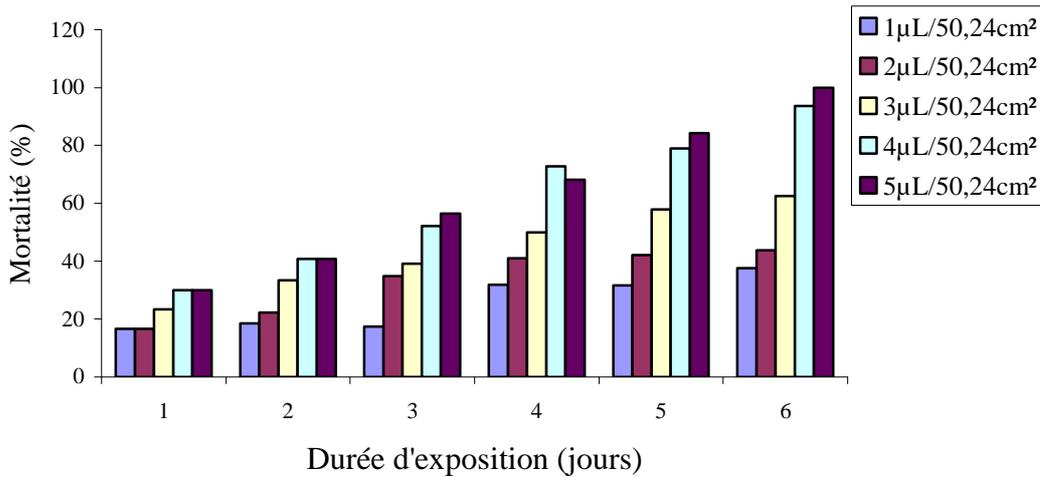


Figure 86 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Ammoïdes verticillata*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles d'*Ammoïdes verticillata*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 23,53$ pour $P = 2,52.10^{-7}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence significative entre les taux de mortalité avec $F = 20,38$ pour $P = 3,14.10^{-7}$.

c.2. *Mentha pulegium*

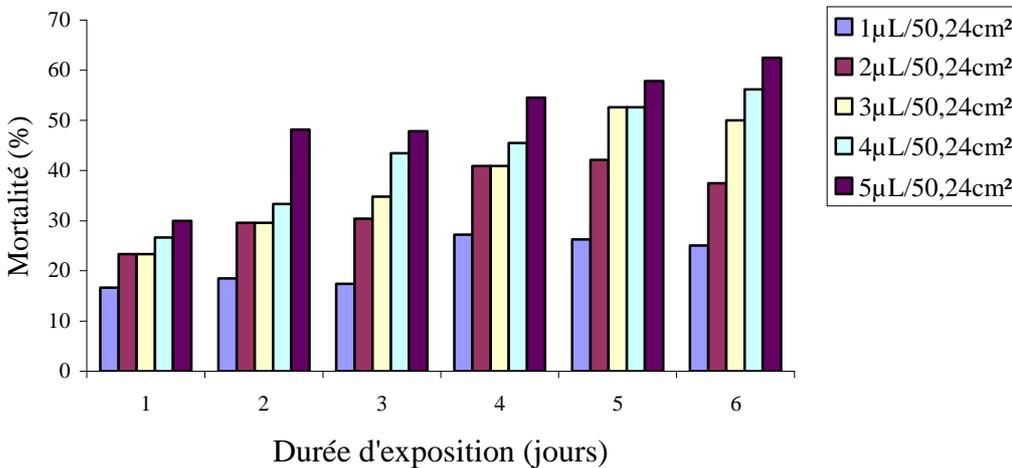


Figure 87 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Mentha pulegium*.

Selon les doses en huiles essentielles de *Mentha pulegium*, une différence significative avec $F = 37,51$ pour $P = 4,97.10^{-9}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 22,01$ pour $P = 1,66.10^{-7}$.

c.3. *Lavandula stoechas*

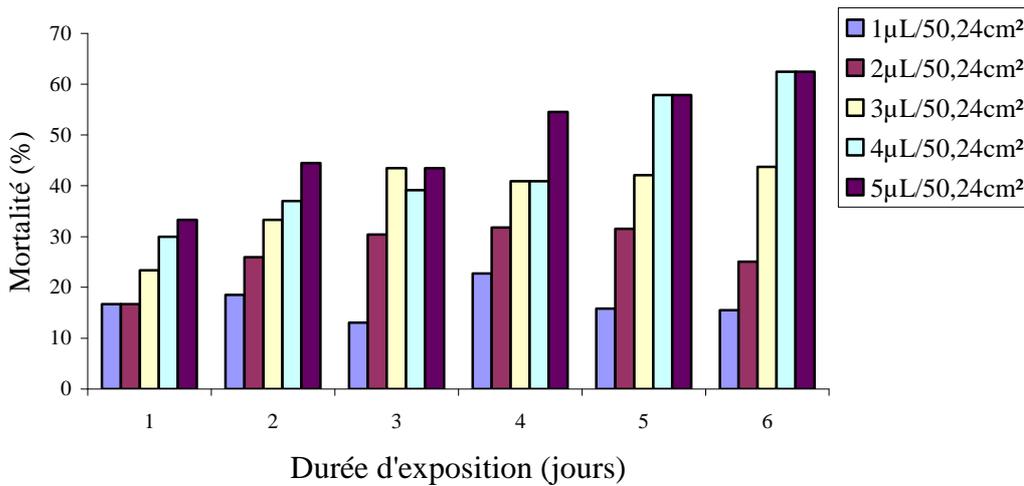


Figure 88 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Lavandula stoechas*.

Selon les doses en en huiles essentielles de *Lavandula stoechas*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 25,44$ pour $P = 1,33.10^{-7}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 5,51$ pour $P = 0,00$.

c.4. *Cistus ladaniferus*

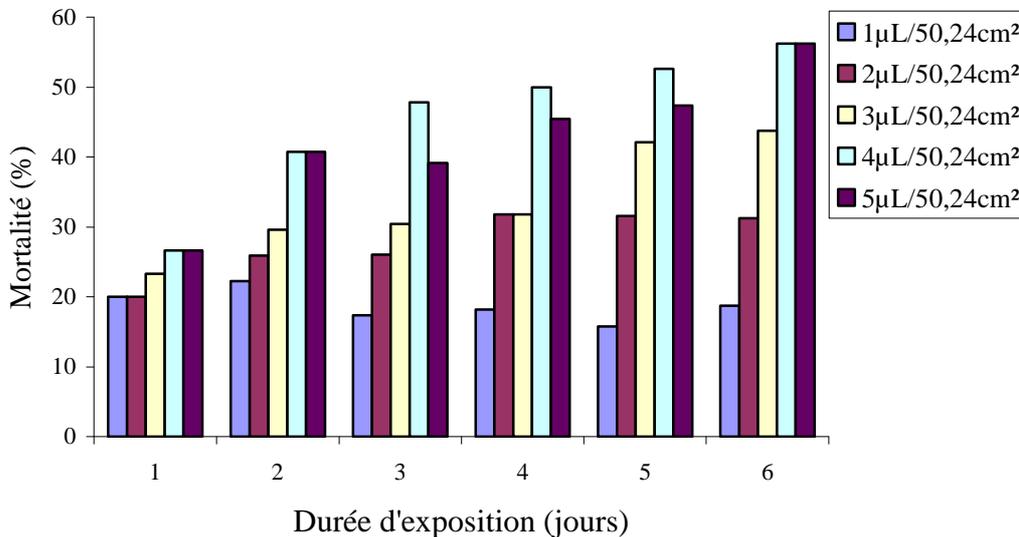


Figure 89 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*.

Selon les doses en en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 26,51$ pour $P = 9,50.10^{-8}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 6,99$ pour $P = 0,00$.

c.5. *Origanum glandulosum*

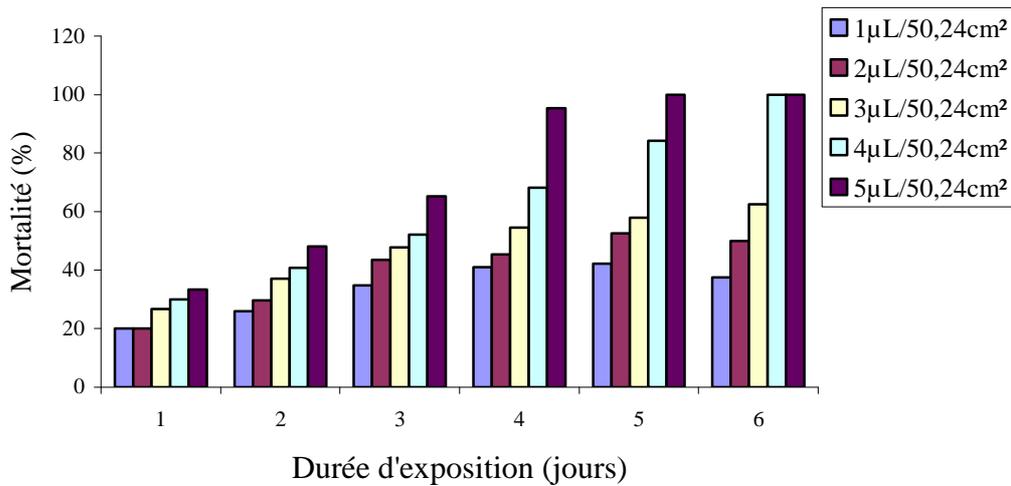


Figure 90 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*.

Selon le facteur dose en en huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 16,03$ pour $P = 4,97.10^{-6}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entres les taux de mortalité avec $F = 15,57$ pour $P = 2,65.10^{-6}$.

c.6. *Ruta chalepensis*

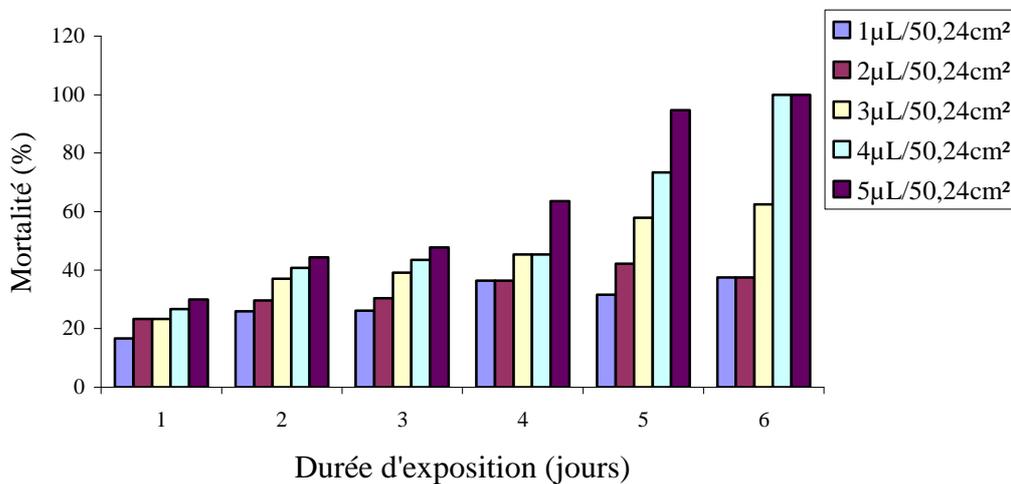


Figure 91 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Ruta chalepensis*.

Selon les doses en en huiles essentielles de *Ruta chalepensis*, une différence significative avec $F = 9,58$ pour $P = 0,00$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 10,10$ pour $P = 6,11.10^{-5}$.

c.7. *Thymus capitatus*

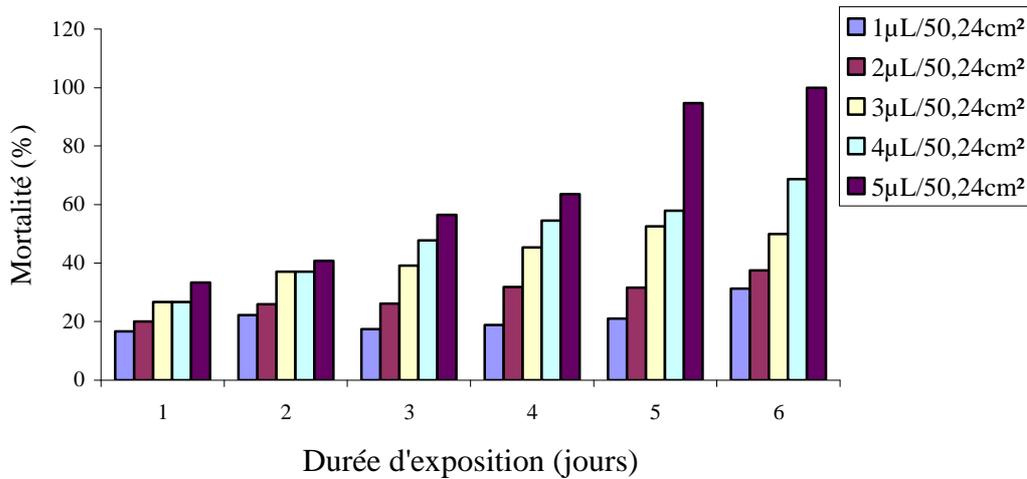


Figure 92 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Thymus capitatus*.

Selon les doses en en huiles essentielles de *Thymus capitatus*, une différence significative avec $F = 17,41$ pour $P = 2,67.10^{-6}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 7,34$ pour $P = 0,00$.

c.8. *Schinus molle*

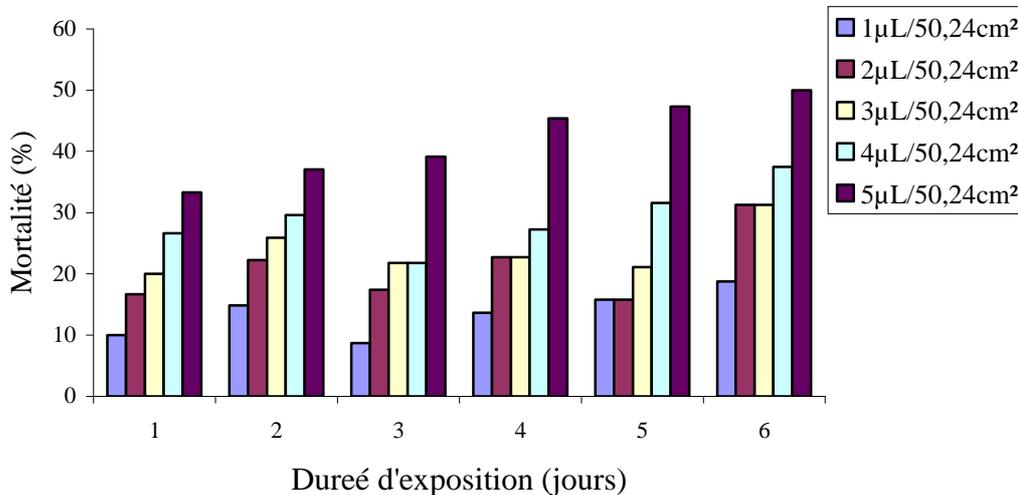


Figure 93 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Schinus molle*.

Selon le facteur dose en en huiles essentielles de *Schinus molle*, une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 75,95$ pour $P = 8,39.10^{-12}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 11,26$ pour $P = 2,88.10^{-5}$.

c.9. *Rosmarinus officinalis*

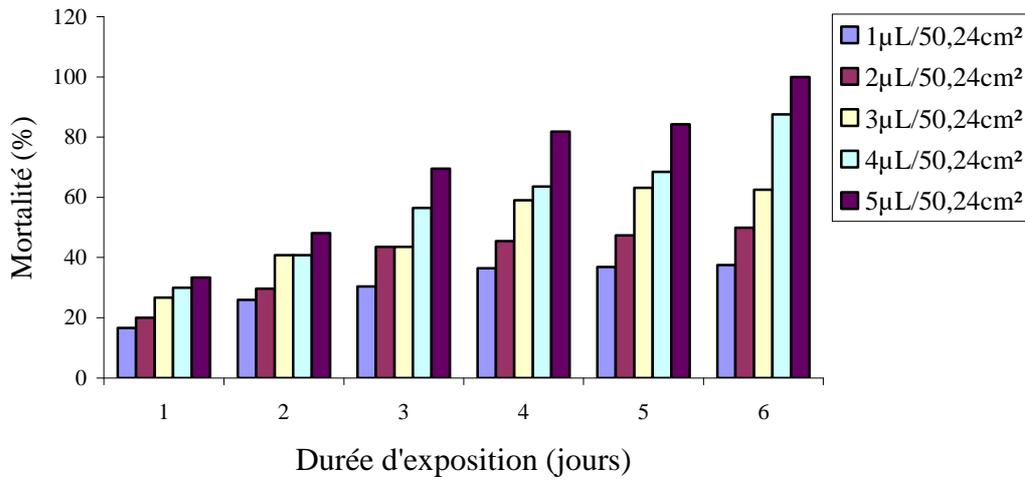


Figure 94 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*.

Selon les doses en en huiles essentielles de *Cistus ladaniferus*, une différence significative avec $F = 25,28$ pour $P = 1,40.10^{-7}$.

Selon la durée d'exposition, une variation significative avec $F = 22,38$ pour $P = 1,45.10^{-7}$.

c.10. *Artemisia herba-alba*

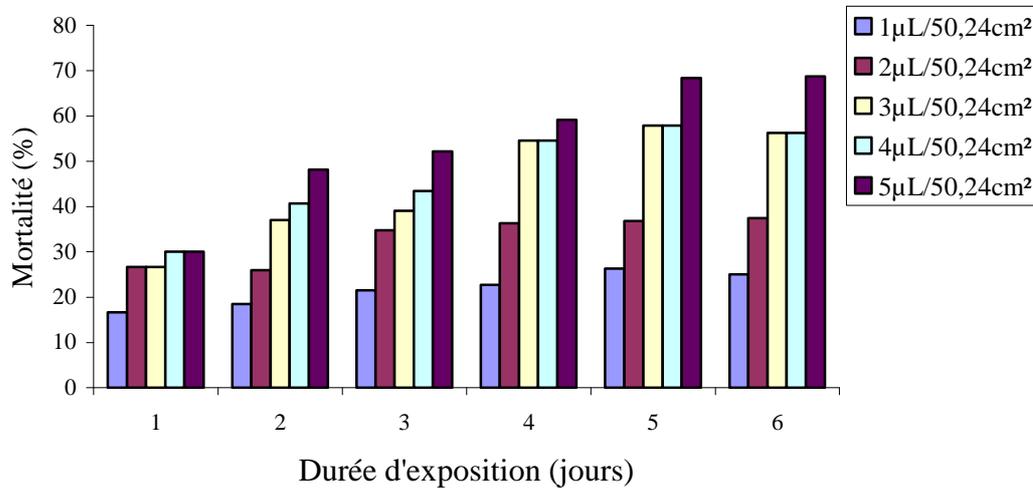


Figure 95 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*.

Selon le facteur dose en huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*, nous notons une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 36,86$ pour $P = 5,78.10^{-9}$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence entre les taux de mortalité avec $F = 15,83$ pour $P = 2,32.10^{-6}$.

3.2.3. Comparaison de la toxicité des huiles essentielles sur les larves de *T. bisselliella*

La transformation des pourcentages de mortalité des larves de *T. bisselliella* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en huiles essentielles, a permis d'obtenir les équations et les DL₅₀ suivants :

Ammoïdes verticillata, $Y = 4,04210 + 1,06329X$ ($R^2 = 92,5 \%$) DL₅₀ = 7,95µL/50,24cm²

Mentha pulegium, $Y = 4,09115 + 1,01264X$ ($R^2 = 84,6 \%$) DL₅₀ = 7,89µL/50,24cm²

Lavandula stoechas, $Y = 4,07665 + 1,04271X$ ($R^2 = 98,6 \%$) DL₅₀ = 7,68µL/50,24cm²

Cistus ladaniferus, $Y = 4,17668 + 0,816457X$ ($R^2 = 89,2 \%$) DL₅₀ = 10,19µL/50,24cm²

Origanum glandulosum, $Y = 4,30363 + 0,814162X$ ($R^2 = 92,2 \%$) DL₅₀ = 7,16µL/50,24cm²

Ruta chalepensis, $Y = 4,32223 + 0,721305X$ ($R^2 = 95,8 \%$) DL₅₀ = 8,70µL/50,24cm²

Thymus capitatus, $Y = 4,20482 + 0,801674X$ ($R^2 = 92,8 \%$) DL₅₀ = 9,81µL/50,24cm²

Schinus molle, $Y = 3,93513 + 0,964556X$ ($R^2 = 97,5 \%$) DL₅₀ = 12,70µL/50,24cm²

Rosmarinus officinalis, $Y = 4,31408 + 0,832333X$ ($R^2 = 91,5 \%$) DL₅₀ = 6,66µL/50,24cm²

Artemisia herba-alba, $Y = Y = 4,06474 + 1,21092X$ ($R^2 = 97,9 \%$) DL₅₀ = 5,92µL/50,24cm²

Les huiles essentielles testées sont classées selon leur efficacité dans le tableau 25.

Tableau 25 : Classement des huiles essentielles selon leur toxicité sur les larves de la mite *T. bisselliella*

Les plantes aromatiques testées	DL ₅₀
1. <i>Artemisia herba-alba</i>	DL ₅₀ = 5,92µL/50,24cm ²
2. <i>Rosmarinus officinalis</i>	DL ₅₀ = 6,66µL/50,24cm ²
3. <i>Origanum glandulosum</i>	DL ₅₀ = 7,16µL/50,24cm ²
4. <i>Lavandula stoechas</i>	DL ₅₀ = 7,68µL/50,24cm ²
5. <i>Mentha pulegium</i>	DL ₅₀ = 7,89µL/50,24cm ²
6. <i>Ammoïdes verticillata</i>	DL ₅₀ = 7,95µL/50,24cm ²
7. <i>Ruta chalepensis</i>	DL ₅₀ = 8,70µL/50,24cm ²
8. <i>Thymus capitatus</i>	DL ₅₀ = 9,81µL/50,24cm ²
9. <i>Cistus ladaniferus</i>	DL ₅₀ = 10,19µL/50,24cm ²
10. <i>Schinus molle</i>	DL ₅₀ = 12,70µL/50,24cm ²

L'examen des valeurs des DL_{50} après deux jours d'exposition, nous permet de déduire que chez les adultes d'*A. obtectus*, les huiles essentielles les plus efficaces sont celles extraites de *Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum*, et *Artemisia herba-alba* avec DL_{50} de $0,59\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, $1,44\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, et $1,69\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines respectivement.

Les huiles essentielles extraites des feuilles de *Mentha pulegium*, *Thymus capitatus*, *Schinus molle*, et *Lavandula stoechas* sont moins toxiques avec DL_{50} de $1,75\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, $1,77\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, $2,04\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines et $2,34\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines respectivement.

Les huiles essentielles les moins toxiques sont extraites d'*Ammoïdes verticillata*, *Ruta chalepensis*, et *Cistus ladaniferus* avec DL_{50} de $2,63\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, $3,14\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines, $4,13\mu\text{L}/30\text{g}$ de graines.

Chez les adultes de *T. bisselliella*, les huiles essentielles d'*Origanum glandulosum*, *Artemisia herba-alba*, et *Rosmarinus officinalis* sont les plus toxiques avec des DL_{50} de $1,23\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, $1,25\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, et $1,26\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ respectivement.

Une toxicité identique est remarquée chez les huiles essentielles extraites des deux plantes *Lavandula stoechas* et *Mentha pulegium* avec un DL_{50} de $1,29\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$.

Les huiles essentielles extraites de *Schinus molle*, *Thymus capitatus*, *Ruta chalepensis* sont moins toxiques avec des DL_{50} de $1,32\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, $1,36\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, et $1,40\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ respectivement.

Les huiles essentielles d'*Ammoïdes verticillata* et *Cistus ladaniferus* sont les moins toxiques vis-à-vis des adultes de *T. bisselliella* avec des DL_{50} de $1,43\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ et $1,77\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ respectivement.

Chez les larves de *T. bisselliella*, les huiles essentielles extraites d'*Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum* sont les plus toxiques avec des DL_{50} de $5,92\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, $6,66\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, et $7,16\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ respectivement.

Les huiles essentielles de *Lavandula stoechas*, *Mentha pulegium*, *Ammoïdes verticillata* représentent une toxicité un peu variable avec des DL_{50} de $7,68\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, $7,89\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, et $7,95\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ respectivement.

Ruta chalepensis, *Thymus capitatus*, et *Cistus ladaniferus* possèdent des huiles essentielles moins toxiques avec des DL_{50} de $8,70\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, $9,81\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, $10,19\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ respectivement.

L'huile essentielle de *Schinus molle* est la moins toxique sur les larves de *T. bisselliella* avec une DL_{50} de $12,70\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$.

3.2.4. Discussion

Les résultats obtenus montrent que les huiles essentielles extraites des feuilles des dix plantes aromatiques testées présentent un effet insecticide sur les adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* et les larves de *T. bisselliella*. En effet, les huiles essentielles extraites des trois plantes *Rosmarinus officinalis* (Lamiacées), *Origanum glandulosum* (Lamiacées), et *Artemisia herba-alba* (Astéracées) sont les plus toxiques sur les deux insectes traités comparativement aux autres huiles, et leurs classement d'efficacité change selon l'insecte traité (*A. obtectus* ou *T. bisselliella*) et le stade de développement traité (adulte ou larve de *T. bisselliella*). Ces huiles essentielles sont classées par ordre croissant dans leur efficacité et se présente comme suit, sur les adultes d'*A. obtectus* : *Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum*, *Rosmarinus officinalis* (DL₅₀ de 1,69µL/30g de graines, 1,44 µL/30g de graines, 0,59µL/30g de graines respectivement). Sur les adultes de *T. bisselliella* : *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum* (DL₅₀ de 1,26µL/50,24cm², 1,25µL/50,24cm², 1,23µL/50,24cm² respectivement). Enfin sur les larves de *T. bisselliella* : *Origanum glandulosum*, *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba-alba* (DL₅₀ de 7,16µL/50,24cm², 6,66µL/50,24cm², 5,92µL/50,24cm² respectivement). On remarque que les larves sont beaucoup plus résistantes aux des huiles essentielles comparativement aux adultes de *T. bisselliella*. Selon **NGAMO & HANCE (2007)** une huile essentielle n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle biologique d'un insecte, comme il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces d'insectes pour une même huile essentielle. Selon **BOSTANIAN et al. (2005)** les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des insectes et acariens à corps mou, ils sont moins efficaces avec des insectes à carapace dure tels que les coléoptères et hyménoptères adultes.

BITTNER et al. (2008) ont testé l'efficacité des huiles essentielles de cinq plantes aromatiques sur *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) et *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Les résultats montrent que les huiles extraites d'*Eucalyptus globulus* (Myrtacées) et *Thymus vulgaris* (Lamiacées) sont les plus toxiques sur *S. zeamais*, alors que les huiles de *Gomortega keule* (Gomortegacées) et *Laurelia sempervirens* (Monimiacées) sont les plus toxiques sur *A. obtectus*.

Pour chaque huile essentielle testée, les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en huiles essentielles et la durée d'exposition. Selon **KIM et al. (2003)** les effets toxiques des huiles essentielles dépendent de l'espèce d'insecte, de la plante et du temps d'exposition. Plusieurs auteurs ont démontré que les mâles d'*A. obtectus* sont plus sensibles aux huiles

essentielles comparativement aux femelles (**REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI, 1994 ; PAPACHRISTOS & STAMOPOULOS, 2002**).

L'activité insecticide des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques a fait l'objet de nombreuses recherches en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines stockées. **REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI (1994)** ont testé l'efficacité des huiles essentielles extraites de vingt-quatre plantes aromatiques de plusieurs familles sur la bruche *A. obtectus*. Les résultats ont montré que les huiles de sept plantes de la famille des Lamiacées (*Thymus serpyllum*, *Origanum vulgare*, *Satureia hortensis*, *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum majorana*, *Ocimum basilicum*) et *Petroselinum sativum* de la famille des Apiacées sont les plus toxiques provoquant une mortalité de 100% après 1-4 jours d'exposition, et à faible dose soit $10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$, *Thymus vulgaris* et *Salvia officinalis* (Lamiacées), *Laurus nobilis* et *Cinnamomum verum* (Lauracées) provoquent une mortalité de 100% après 2-6 jours d'exposition, à la dose de $5.10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$, alors que parmi les vingt-quatre huiles essentielles testées, l'huile essentielle de *Citrus limon* (Rutacées) est la moins toxique qui provoque après 8 jours d'exposition une mortalité de 43% et 67% à des doses de $10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$ et $5.10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$ respectivement.

RAJA et al. (2001) ont observé une réduction significative de la longévité des adultes de *C. maculatus* avec les huiles volatiles de *Mentha arvensis*, *M. piperita*, *M. spicata* (Lamiacées) et *Symbologon nardus* (Rutaceae). Les résultats de l'étude réalisée par **SERI-KOUASSI et al. (2004)**, montrent que les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire, *Melaleuca quinquenervia* (Myrtacées) et *Ocimum gratissimum* (Lamiacées), ont une action certaine dans le contrôle de *C. maculatus*, en effet les DL_{50} après 24heures d'exposition de ces huiles sont de 3,09 $\mu\text{l/l}$, et 6,99 $\mu\text{l/l}$ respectivement.

La toxicité des huiles essentielles extraites de la plante aromatique *Cymbopogon schoenanthus* (Poacées) sur *C. maculatus*, a été démontrée par **KETOH et al. (2005)** avec une DL_{50} de 2,3 $\mu\text{l/l}$.

SIM et al. (2006) ont étudié la toxicité de quarante-quatre huiles essentielles extraites des plantes aromatiques sur les larves de la pyrale *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). Les résultats montrent que les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* sont les plus toxiques avec une DL_{50} de 64,6 mg/litre d'air.

L'efficacité biologique des huiles essentielles de *Laurus nobilis* (Lauracées), *Citrus bergamia* (Rutacées), et *Lavandula hybrida* (Lamiacées) a été démontrée par **COSIMI et al. (2009)** sur les adultes des charançons du maïs *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), les charançons du blé *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae), et sur les larves des

charançons du riz *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Selon **RIGHI (2010)** l'huile essentielle du Thym provoque une mortalité de 100% des adultes de la bruche *Callosobruchus chinensis* après une heure d'exposition avec une dose de 10 μ L.

La toxicité des huiles essentielles sur les insectes est induite par l'action de leurs composés majoritaires (**SERI-KOUASSI et al., 2004**). Les composés majoritaires des huiles essentielles ont des efficacités insecticides soit singulière ou lorsqu'elles sont mises ensemble (**NGAMO & HANCE, 2007**). **ASAWALAM et al., (2008)** ont testé la toxicité des composants majoritaires des huiles essentielles extraites de *Vernonia amygdalina* (Asteracées) sur *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), qui sont 1,8-cinéole, β -pinène, α -pinène, myrtenal, pinanol, L-carveol, transpinocarveol, et linalool. La dose létale minimale qui provoque une mortalité de 100% des adultes de *S. zeamais* par les huiles essentielles de *V. amygdalina*, elle provoque une mortalité de $63 \pm 2,1\%$ par 1,8-cinéole, $37 \pm 2,4\%$ par β -pinène, $00 \pm 00\%$ par chacun des autres composants, et 100% par le mélange des huit composants majoritaires. Les résultats montrent que l'action toxique combinée des composants majoritaires est plus remarquable que l'action individuelle de ces composants.

Selon **OJIMELUKWE & ADLER (1999)**, α -pinène a révélé un effet insecticide intéressant contre le ténébrion brun de la farine *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), des effets similaires ont été également notés avec le α -terpinéol, le cinéole et le limonène (**PRATES et al., 1998**). Selon **IBRAHIM et al. (2001)** la toxicité du limonène a été démontrée sur différents insectes ravageurs des conifères *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae), *Diaphania nitidalis* (Lepidoptera: Pyralidae), *Trioza apicalis* (Homoptera: Psyllidae), *Dioryctria zimmermanni* (Lepidoptera: Pyralidae).

Le safrol et l'eugénol ont des fortes activités insecticides sur les ténébrions et surtout sur *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) ainsi que sur la bruche du haricot *A. obtectus* (**NGAMO & HANCE, 2007**). Selon **KELLOUCHE (2005)** l'eugénol est très toxique vis-à-vis de la bruche du pois-chiche *Callosobruchus maculatus* à la dose de 5μ l/50 g de graines il réduit fortement la longévité des adultes ($1,0 \pm 0,0$ jours) comparativement au témoin ($7,00 \pm 0,8$ jours). Selon **BITTNER et al. (2008)**, les huiles essentielles riches en 1,8-cinéol (eucalyptol) et le safrol présentent une forte activité insecticide. **REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI (1995)** ont observé un effet toxique des monoterpènes sur la bruche *A. obtectus*. Le linalool étant le plus toxique et l'estragole étant le moins. Le carvacrol, linalool, eugénol, thymol, et terpinéol agissent sur l'émergence des adultes d'*A. obtectus* selon **REGNAULT-ROGER et al. (2002)**. Le linalool extrait des huiles essentielles de la plante

aromatique *Ocimum canum* (Lamiacées) agit directement sur la longévité des adultes de la bruche tropicale du pois *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae), la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae), le ravageur des céréales *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) et le charançon du riz *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), avec des DL₅₀ après 48 heures d'exposition de 428 µg/cm², 405µg/cm², 428µg/cm², 427µg/cm² respectivement (**WEAVER et al., 1991**).

L'α-pinène, β-pinène sont très toxiques vis-à-vis des deux moustiques *Culex pipiens* et *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), et le ravageur des conifères *Pityogenes bidentatus* (Coleoptera: Curculionidae) (**MERCIER et al., 2009**). Les propriétés insecticides de 1,8-cinéole, le linalool, l'eugénol, α-terpinéol et le cymol ont été démontrées sur plusieurs insectes *Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae), *Rhyzoperta dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) et *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) (**OBENG-OFORI et al., 1997**). Le thymol et carvacrol présentent une forte activité larvicide sur *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) avec CL₅₀ de 36 mg.10⁻¹ et 37,6 mg.10⁻¹ respectivement (**TCHOUMBOUNANG et al., 2009**).

Les méthodes d'analyse des huiles essentielles ont beaucoup évolué depuis 10 ans et il est maintenant possible d'isoler et d'identifier des composés auparavant inconnus; ceci permet le développement de nouveaux mélanges pouvant avoir un effet additif ou synergique (**CHIASSEON & BELOIN, 2007**).

La composition chimique des huiles essentielles extraites de *Rosmarinus officinalis* et *Artemisia herba-alba* de la région de Mechria selon **BENDAHOU (2007)**, et *Origanum glandulosum* de la région de Terni selon **BEKHECHI (2008)**, (les mêmes régions de récolte de nos plantes) montre que les composés majoritaires de *R. officinalis*, sont 1,8-cineole 48,8%, le camphre 18,3%, α-pinène 7,8%, β-pinène 7,1%, α-terpinéol 3,6%, les composés majoritaires d'*A. herba-alba* sont β-thujone 41,2%, camphre 22,2%, 1,8-cineole 3,7%, α-thujone 2,9%, et les composés majoritaires d'*O. glandulosum* sont le thymol 45,4%, γ-terpinène 20%, *p*-cymène 17,7%, carvacrol 3,6%, myrcène 2%. Le limonène est présenté par 0,3% chez *O. glandulosum*.

D'après la composition chimique des huiles essentielles les plus toxiques sur les adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* et les larves de *T. bisselliella*, on remarque la présence des composants majoritaires connus pour leurs propriétés insecticides, c'est le cas de 1,8-cineole, le camphre, thymol, α-pinène, β-pinène, α-terpinéol, le carvacrol et le limonène ce qui explique les résultats obtenus.

Les mécanismes d'action des huiles essentielles sont méconnus et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (ISMAN, 2000). Les travaux récents montrent que les monoterpènes agissent au niveau des récepteurs de l'acétyl-cholinestérase des jonctions neuromusculaires (NGAMO & HANCE, 2007). En effet, d'après les travaux de OBENGOFORI et al. (1997), le 1,8-cinéole au contact avec les insectes agit en bloquant la synthèse de l'hormone juvénile, il inhibe l'acétyl-cholinestérase en occupant le site hydrophobique de cet enzyme qui est très actif. En général, les huiles essentielles sont de nos jours connues comme des neurotoxines (NGAMO & HANCE, 2007).

3.3. Effet des huiles essentielles sur la fécondité des deux insectes étudiés

c) Sur la bruche *A. obtectus*

La fécondité d'*A. obtectus* au témoin (graines traitées par acétone uniquement) est représentée dans le tableau 26.

Tableau 26 : Fécondité des femelles d'*A. obtectus* au témoin (avec acétone)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	Moyenne	écart-type
Ponte	36	42	46	41,33	5,03
Fécondité	7,2	8,4	9,2	8,26	1,00

La fécondité des bruches à une température de 26 °C et 70% d'humidité relative est en moyenne de $8,26 \pm 1$ /femelle sur des graines du haricot de la variété blanche traitées uniquement par 1 mL d'acétone. Dans les mêmes conditions d'élevage, la fécondité a nettement diminué en utilisant les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques testées (Fig. 96). En effet en utilisant la dose la plus élevée en huiles essentielles (5 μ L/30g de graines) de *Lavandula stoechas*, *Thymus capitatus*, *Mentha pulegium*, *Schinus molle*, *Ruta chalepensis*, *Ammoïdes verticillata*, et *Cistus ladaniferus* la fécondité enregistrée des femelles est de $1,4 \pm 0,52$; $0,13 \pm 0,23$; $0,33 \pm 0,3$; $0,53 \pm 0,5$; $0,2 \pm 0,34$; $0,13 \pm 0,23$; $0,93 \pm 0,41$ respectivement, alors que les huiles essentielles extraites d'*Artemisia herba-alba*, *Rosmarinus officinalis*, et *Origanum glandulosum* inhibent complètement la fécondité des bruches a la même dose.

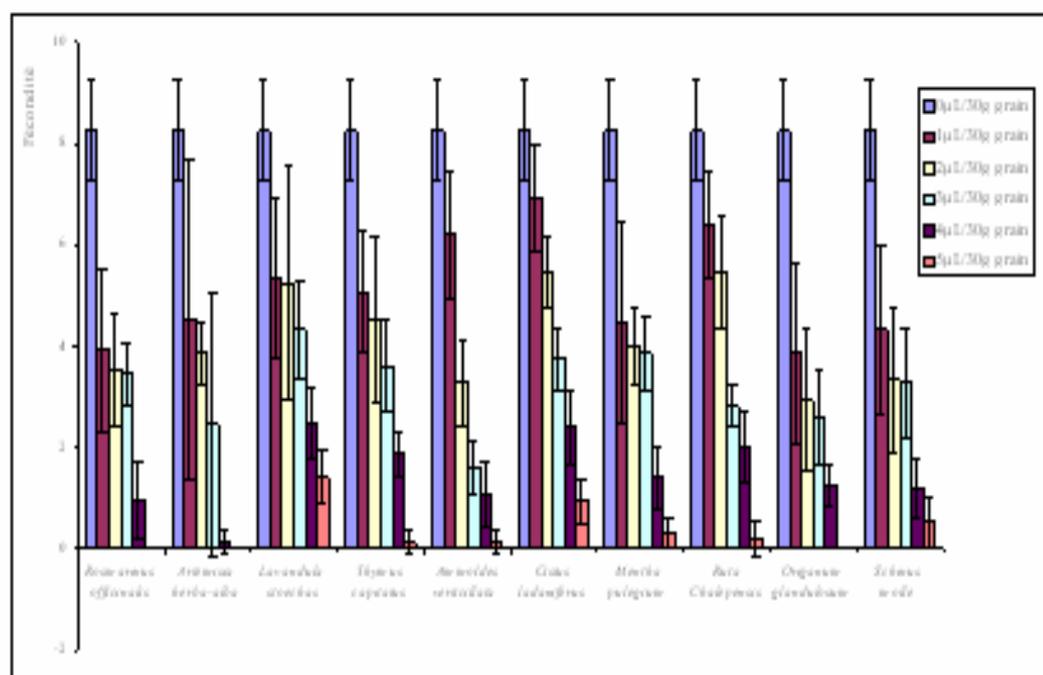


Figure 96 : Fecundité de la larve *A. obscurus* en présence des huiles essentielles des plantes aromatiques (moyenne \pm écart type)

Selon le facteur dose en huiles essentielles, l'étude statistique confirme une variation hautement significative entre les moyennes de fécondité avec $F = 220,76$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur plante il existe une différence significative avec $F = 4,74$ pour $P = 0,00$.

d) Sur la mite *T. bisselliella*

La fécondité de la mite *T. bisselliella* (témoin : acétone uniquement) est représentée dans le tableau 27.

Tableau 27 : Fécondité des femelles de *T. bisselliella* au témoin (avec acétone)

	Boite 1	Boite 2	Boite 3	Moyenne	écart-type
Ponte	54	68	72	64,66	9,45
Fécondité	10,8	13,6	14,4	12,93	1,89

La fécondité moyenne des femelles de *T. bisselliella* au témoin (avec acétone uniquement) à une température de 26°C et humidité relative de 70% est de $12,93 \pm 1,89$ /femelle.

Dans les mêmes conditions de laboratoire et en présence des huiles essentielles extraites des dix plantes aromatiques testées, la fécondité moyenne a nettement diminué (fig. 97), en effet les deux doses $4\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ et $5\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ inhibent complètement la fécondité des femelles de *T. bisselliella* que ce soit la plante utilisée, alors que les huiles essentielles extraites d'*Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum* et *Lavandula stoechas* inhibent la fécondité des mites à une dose de $3\mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$.

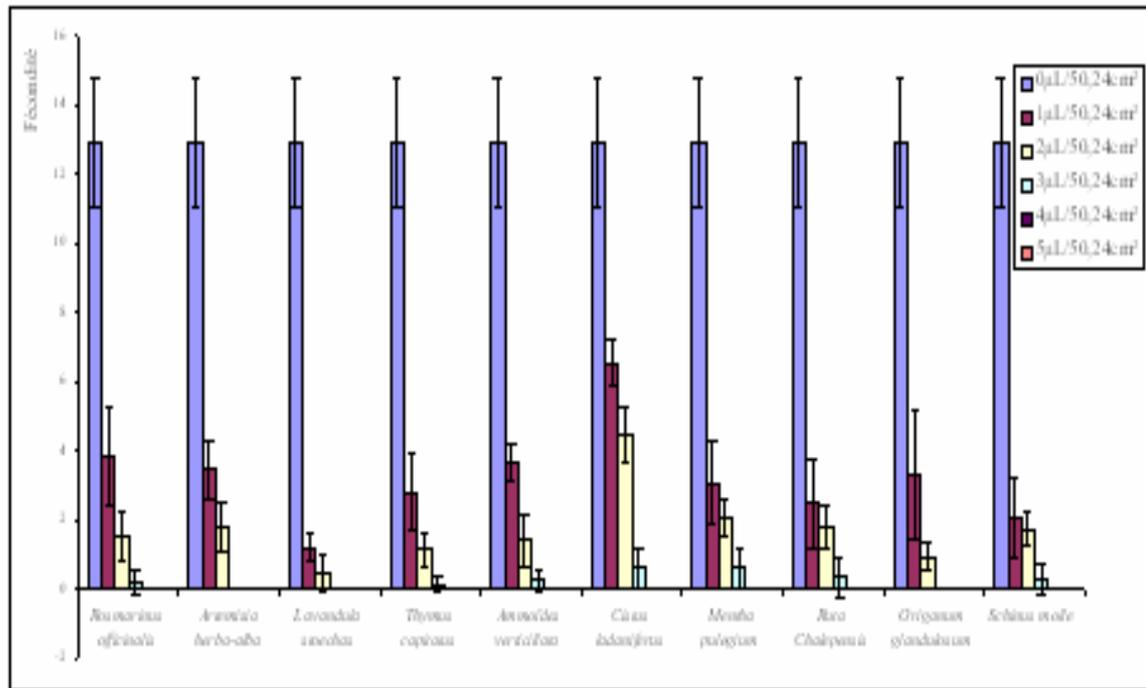


Figure 97: Fécundité de la mouche *T. biselliella* en présence des huiles essentielles des plantes aromatiques (moyenne \pm écart-type)

Selon le facteur dose en huiles essentielles, l'étude statistique montre une variation hautement significative entre les moyennes de fécondité avec $F = 592,08$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur plante, nous notons une différence significative avec $F = 2,49$ pour $P = 0,02$.

3.3.1. Discussion

Les huiles essentielles extraites des dix plantes aromatiques testées influent directement sur la fécondité des deux insectes étudiés. L'analyse de la variance à deux critères de classification a montré que la fécondité des deux insectes varie selon la plante aromatique testée et la dose utilisée en huiles essentielles.

Chez *A. obtectus*, selon les DL_{50} calculées après 24 heures d'exposition les huiles essentielles les plus toxiques ont été classées par ordre croissant de leur toxicité sur les adultes comme suit: *Mentha pulegium*, *Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum* et *Rosmarinus officinalis*, en utilisant la dose la plus élevée en huiles essentielles soit $5 \mu\text{L}/30\text{g}$ de graines les huiles extraites d'*Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum* et *Rosmarinus officinalis* inhibent complètement la ponte des femelles, *Thymus capitatus* réduit la fécondité jusqu'à $0,13 \pm 0,23$ contre $8,26 \pm 1$ au témoin.

D'après les résultats obtenus on remarque que les huiles essentielles les plus toxiques sont les plus efficaces sur la ponte des femelles d'*A. obtectus*, et donc la réduction de la fécondité résulte de la réduction de la longévité des adultes, à l'exception de l'huile extraite de *Thymus capitatus* qui provoque une forte réduction de la fécondité malgré sa faible toxicité.

Chez *T. bisselliella*, les huiles essentielles les plus toxiques ont été classées par ordre croissant de leur toxicité sur les adultes comme suit: *Lavandula stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum*, les deux doses $4 \mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ et $5 \mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$ inhibent complètement la fécondité des femelles de *T. bisselliella* concernant les dix huiles essentielles testées, alors on utilisant la dose $3 \mu\text{L}/50,24\text{cm}^2$, les huiles essentielles extraites d'*Artemisia herba-alba*, *Origanum glandulosum* et *Lavandula stoechas* inhibent complètement la fécondité des mites, et *Thymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis* réduisent la fécondité des mites jusqu'à $0,13 \pm 0,23$ et $0,2 \pm 0,34$ respectivement contre $12,93 \pm 1,89$ au témoin. Nos résultats montrent que les huiles essentielles les plus toxiques sur les adultes de *T. bisselliella* sont également les plus efficaces sur la fécondité des femelles de cette mite. L'huile essentielle extraite de *Thymus capitatus* présente une faible toxicité vis-à-vis des adultes de *T. bisselliella* et réduit fortement la fécondité des femelles.

La réduction de la fécondité des femelles des deux insectes étudiés est une conséquence directe de la mortalité des adultes, de même certains auteurs précisent que les huiles

essentielles les plus efficaces sur la fécondité sont les plus toxiques sur les femelles. **PAPACHRISTOS & STAMOPOULOS (2002)** ont testé la toxicité sur la bruche *A. obtectus* de treize huiles essentielles extraites des plantes aromatiques (*Apium graveolens*, *Citrus sinensis*, *Eucalyptus globulus*, *Juniperus oxycedrus*, *Laurus nobilis*, *Lavandula hybrida*, *Mentha microphylla*, *Mentha viridis*, *Ocimum basilicum*, *Origanum vulgare*, *Pistacia terebinthus*, *Rosmarinus officinalis*, et *Thuja orientalis*). Ils ont remarqué que les huiles les plus toxiques sur les mâles sont celles de *M. microphylla* et *M. viridis* alors que les huiles les plus toxiques sur les femelles sont celles de *L. hybrida* et *R. officinalis*.

REGNAULT-ROGER & HAMRAOUI (1994), ont testé l'efficacité des huiles essentielles extraites de vingt-quatre plantes aromatiques à deux doses différentes soit $10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$ et $5.10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$ sur la fécondité des femelles d'*A. obtectus*. Les résultats ont montré que les huiles extraites de *Thymus vulgaris* (Lamiacées), et *Cinnamomum verum* (Lauracées) diminuent efficacement la ponte des femelles à partir de la dose $10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$.

Rosmarinus officinalis et *Thymus serpyllum* (Lamiacées) inhibent complètement la ponte des femelles à partir de la plus faible dose $10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$, alors que *Satureia hortensis*, *Lavandula angustifolia*, *Origanum majorana*, *Ocimum basilicum* (Lamiacées) inhibent la ponte des femelles à partir de la dose $5.10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$. L'huile essentielle extraite de *Citrus limon* (Rutacées) donne des résultats similaires à celles du témoin et donc elle est sans aucun effet sur la ponte des femelles d'*A. obtectus*.

Selon **SERI-KOUASSI et al. (2004)**, les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire, *Melaleuca quinquenervia* (Myrtacées) et *Ocimum gratissimum* (Lamiacées), à la dose de $33,3 \mu\text{l}/\text{l}$, réduisent significativement la ponte des femelles de la bruche *C. maculatus* avec un taux respectif de réduction de $98,78 \% \pm 0,87$ et $99,94 \pm 0,35 \%$ par rapport au témoin. Des résultats similaires ont été rapportés par **EL-NAHAL et al. (1994)** en étudiant l'effet des huiles essentielles extraites d'*Acorus calamus* (Aracées) sur la fécondité de *C. maculatus*. Cette réduction de la ponte serait le fait de la mort précoce des adultes des bruches due aux vapeurs d'huiles essentielles, comme l'ont montré **SCHMIDT et al. (1991)**, avec les huiles d'*Acorus calamus* sur *C. maculatus*.

L'efficacité des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques sur la fécondité des femelles d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* pourrait être attribuée à ces composés dont le pouvoir inhibiteur de la ponte chez les insectes a été démontré par les travaux de nombreux auteurs.

Les monoterpènes sont des insecticides et inhibent la reproduction des insectes (**HARDWOOD et al., 1990 ; WRIGHT & CHANDLER, 1996**). Selon **IBRAHIM et al. (2001)**, le limonène est très efficace sur la fécondité des femelles de différents insectes

ravageurs des conifères *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae), *Cydica strobilella* (Lepidoptera: Tortricidae), *Dioryctria amatella* (Lepidoptera: Pyralidae). Le linalool, le thymol et le carvacrol influent directement sur la ponte des femelles d'*A. obtectus* (REGNAULT-ROGER et al., 2002).

Selon BENDAHOU et al. (2007), le composé majoritaire de l'huile essentielle extraite de *Thymus capitatus* récolté de la région de Terni est le carvacrol (55,66 %), ce qui explique nos résultats relatifs à cette huile essentielle sur la fécondité des deux insectes étudiées. Selon MERCIER et al. (2009), l' α -pinène, β -pinène inhibent la ponte chez *Pediculus humanis capitis* (Phthiraptera: Pediculidae). À la dose 5 μ l/50g de graines l'eugénol réduit fortement le nombre d'œufs pondus par les femelles de *Callosobruchus maculatus*, 00 \pm 00 œufs/10femelles comparativement au témoin 1134,4 \pm 204,2 œufs/10femelles (KELLOUCHE, 2005).

3.4. Conclusion

L'efficacité des huiles essentielles extraites des dix plantes aromatiques testées contre la bruche *A. obtectus* et la mite *T. bisselliella* a été prouvée. En effet, elles influent sur la population d'insectes ravageurs par une double action : Une action insecticide sur *A. obtectus*, insecticide et larvicide sur *T. bisselliella*, et une action sur la fécondité des femelles des deux insectes testés.

En effet l'étude statistique montre que l'efficacité des huiles essentielles sur la mortalité des deux insectes varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition, alors que l'efficacité des huiles essentielles sur la fécondité des femelles des bruches et mites varie selon la plante et la dose utilisée.

Les huiles essentielles extraites des trois plantes *Rosmarinus officinalis* (Lamiacées), *Origanum glandulosum* (Lamiacées), et *Artemisia herba-alba* (Astéracées), sont plus toxiques sur les deux insectes traités comparativement aux autres huiles, et leurs classement d'efficacité change selon l'insecte traité (*A. obtectus* ou *T. bisselliella*), selon le stade traité (adulte ou larve de *T. bisselliella*), et selon le test d'efficacité (efficacité sur la longévité des insectes ou sur la fécondité des femelles).

L'utilisation des huiles essentielles apte à contrôler les insectes nuisibles dans les pays en développement pourrait constituer une approche alternative complémentaire aux traitements insecticides classiques. Des expériences complémentaires sont nécessaires pour préciser la nature du (ou des) composé(s) responsable(s) de cette activité, pour optimiser les doses efficaces, il est bien connu que les composants isolés et purifiés agissent à faibles doses.

Malgré les résultats obtenus certes encourageants, l'efficacité de ces différentes huiles essentielles reste encore à démontrer en situations réelles (dans les entrepôts de stockage concernant la bruche *A. obtectus* et en maisons et les musées pour la mite *T. bisselliella*).

4. Effet des pesticides sur la mortalité et la fécondité des deux insectes étudiés

4.1. Effet de MALGRAIN 2%

a) Sur les adultes d'*A. obtectus*

La mortalité d'*A. obtectus* sur des graines du haricot traitées avec le pesticide MALGRAIN 2% est présentée sur la figure 98.

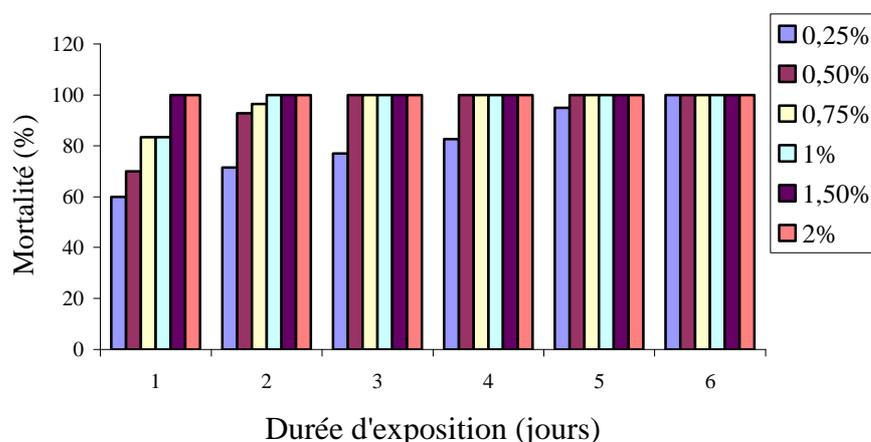


Figure 98 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en MALGRAIN 2%.

Selon le facteur dose en MALGRAIN 2%, nous notons une variation significative entre les taux de mortalité avec $F = 7,04$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, nous enregistrons une différence significative entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 5,51$ pour $P = 0,00$.

b) Sur les adultes de *T. bisselliella*

La mortalité des adultes de *T. bisselliella* sur des toisons des lapins traitées avec le pesticide MALGRAIN 2% est présentée sur la figure 99.

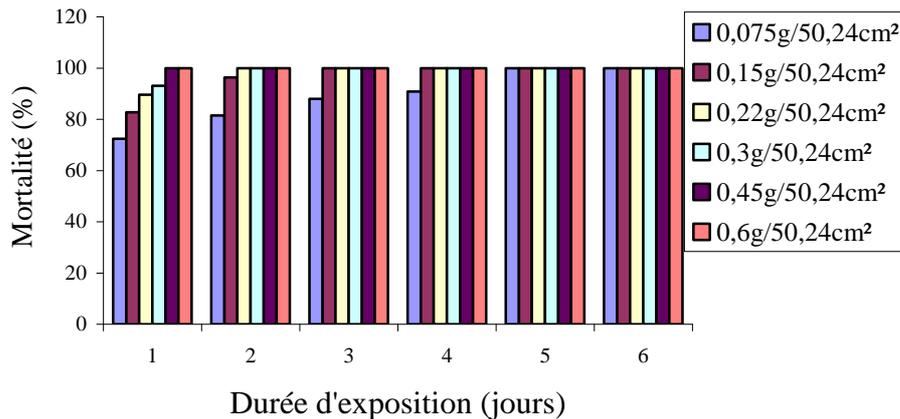


Figure 99 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en MALGRAIN 2%.

Selon le facteur dose en MALGRAIN 2%, une variation significative apparaît entre les taux de mortalité des adultes de *T. bisselliella* avec $F = 5,52$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence significative entre les taux de mortalité des mites avec $F = 4,62$ pour $P = 0,00$.

c) Sur les larves de *T. bisselliella*

La mortalité des larves de *T. bisselliella* sur des toisons des lapins traitées avec le pesticide MALGRAIN 2% est présentée sur la figure 100.

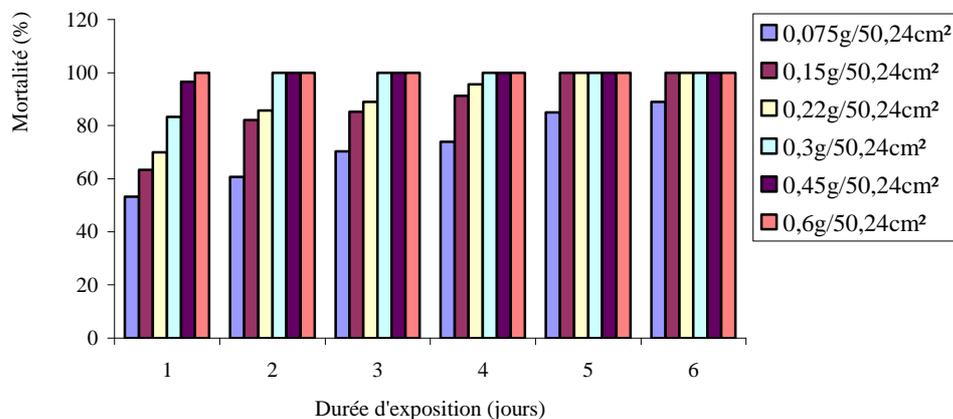


Figure 100 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en MALGRAIN 2%.

Selon le facteur dose en MALGRAIN 2%, il y a une variation significative entre les taux de mortalité des larves de *T. bisselliella* avec $F = 15,84$ pour $P = 4,68.10^{-7}$

Selon le facteur durée d'exposition, une différence significative est enregistrée entre les taux de mortalité des larves de *T. bisselliella* avec $F = 7,89$ pour $P = 0,00$.

4.1.1. Comparaison de la toxicité du MALGRAIN 2%

La transformation des pourcentages de mortalité des adultes d'*A. obtectus*, et les adultes et larves de *T. bisselliella* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en pesticide «MALGRAIN 2% », a permis d'obtenir les équations et les DL₅₀ suivants :

Sur les adultes d'*A. obtectus*, $Y = 7,47700 + 3,11272 X$ ($R^2 = 90,3 \%$)

DL₅₀ = 0,16% soit un poids de 0,048g.

Sur les adulte de *T. bisselliella*, $Y = 9,08075 + 2,57616 X$ ($R^2 = 79,7 \%$)

DL₅₀ = 0,026g/50,24cm².

Sur les larves de *T. bisselliella*, $Y = 9,14981 + 3,64275 X$ ($R^2 = 79,7 \%$)

DL₅₀ = 0,072g/50,24cm².

4.2. Effet d'ACTELLIC

a) Sur les adultes d'*A. obtectus*

La mortalité d'*A. obtectus* sur des graines du haricot traitées avec l'ACTELLIC est présentée sur la figure 101.

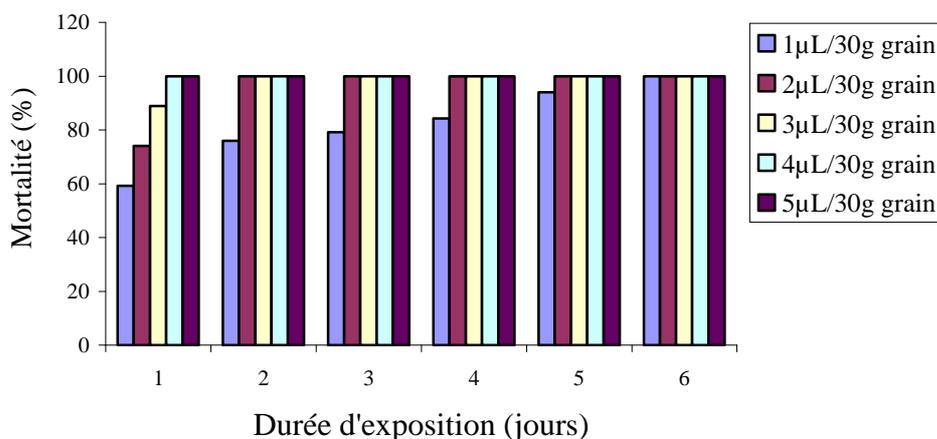


Figure 101 : Evolution de la mortalité des adultes d'*A. obtectus* en fonction du temps et des doses en ACTELLIC.

Selon le facteur dose en ACTELLIC, une variation significative apparaît entre les taux de mortalité avec $F = 7,32$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, une différence significative entre les taux de mortalité des bruches avec $F = 3,35$ pour $P = 0,00$.

b) Sur les adultes de *T. bisselliella*

La mortalité des adultes de *T. bisselliella* sur des toisons des lapins traitées avec le pesticide ACTELLIC est présentée sur la figure 102.

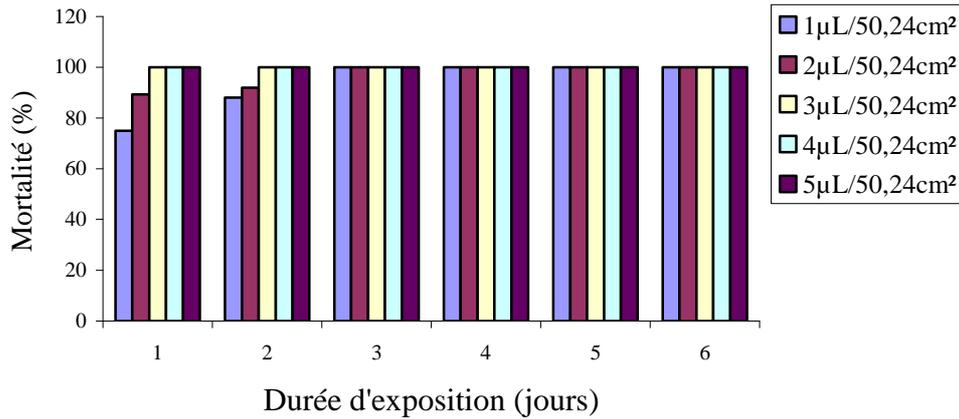


Figure 102 : Evolution de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en ACTELLIC.

Selon le facteur dose en ACTELLIC, il n'y a pas une différence significative entre les taux de mortalité avec $F = 2,13$ pour $P = 0,11$.

Selon le facteur durée d'exposition, il n'y a pas une différence significative entre les taux de mortalité des adultes de *T. bisselliella* avec $F = 2,15$ pour $P = 0,10$.

c) Sur les larves de *T. bisselliella*

La mortalité des larves de *T. bisselliella* sur des toisons des lapins traitées avec l'ACTELLIC est présentée sur la figure 103.

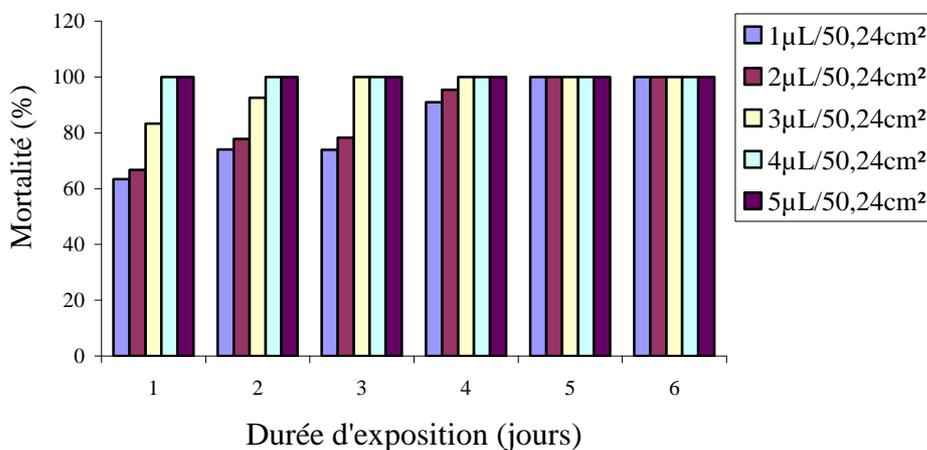


Figure 103 : Evolution de la mortalité des larves de *T. bisselliella* en fonction du temps et des doses en ACTELLIC.

Selon le facteur dose en ACTELLIC, nous notons une variation significative entre les taux de mortalité des larves de *T. bisselliella* avec $F = 6,06$ pour $P = 0,00$.

Selon le facteur durée d'exposition, il y a une différence significative entre les taux de mortalité des larves de *T. bisselliella* avec $F = 4,19$ pour $P = 0,00$.

4.2.1. Comparaison de toxicité d'ACTELLIC

La transformation des pourcentages de mortalité des adultes d'*A. obtectus*, et les adultes et larves de *T. bisselliella* après deux jours d'exposition en probits, et la régression de ces données en fonction du logarithme de la dose en pesticide «ACTELLIC», a permis d'obtenir les équations et les DL₅₀ suivants :

Sur les adultes d'*A. obtectus*, $Y = 6,25960 + 3,28738X$ ($R^2 = 71,1\%$)

DL₅₀ = 0,41 µL/30g de graines.

Sur les adulte de *T. bisselliella*, $Y = 6,02517 + 3,26901X$ ($R^2 = 81,9\%$)

DL₅₀ = 0,48 µL/50,24cm².

Sur les larves de *T. bisselliella*, $Y = 5,18390 + 3,94200X$ ($R^2 = 79,0\%$)

DL₅₀ = 0,89 µL/50,24cm².

4.3. Effet de MALGRAIN 2% sur la fécondité d'*A. obtectus* et *T. bisselliella*

a) Sur la fécondité de la bruche *A. obtectus*

La fécondité des femelles d'*A. obtectus* sur des graines du haricot traitées avec le pesticide MALGRAIN 2% est présentée sur la figure 104.

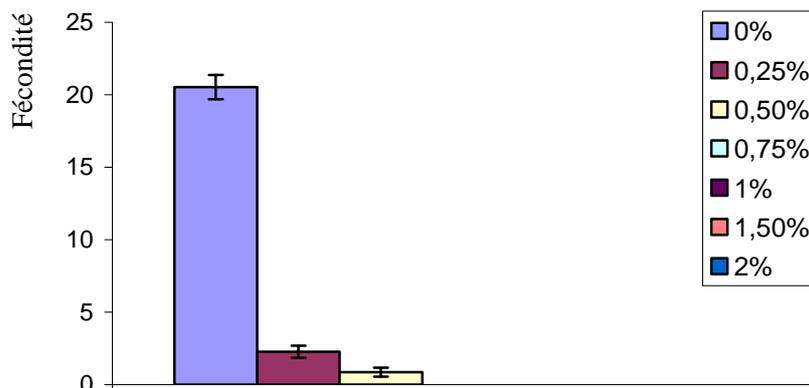


Figure 104 : Fécondité des femelles d'*A. obtectus* en présence de MALGRAIN 2% (moyenne ± écart-type)

L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence significative entre les moyennes de la fécondité des femelles d'*A. obtectus* selon le facteur dose en MALGRAIN 2%, avec $F = 57,41$ pour $P = 5,80.10^{-8}$.

b) Sur la fécondité de la mite *T. bisselliella*

La fécondité des femelles de *T. bisselliella* sur des toisons de lapin traitées avec le pesticide MALGRAIN 2% est présentée sur la figure 105.

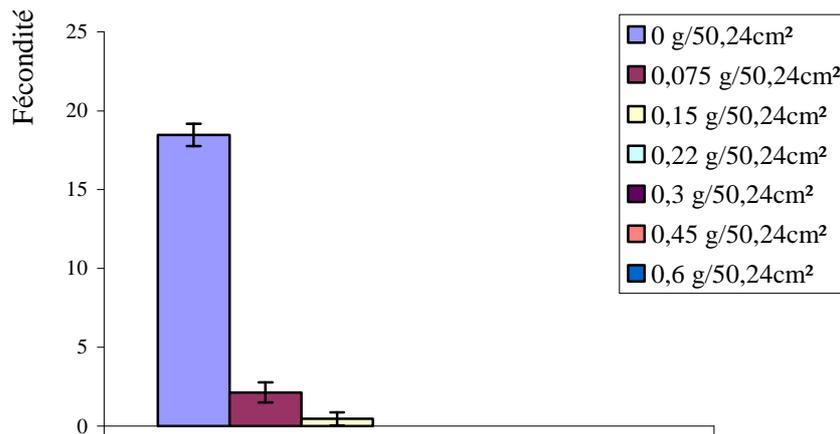


Figure 105 : Fécondité des femelles de *T. bisselliella* en présence de MALGRAIN 2% (moyenne ± écart-type)

L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence hautement significative entre les moyennes de la fécondité des femelles *T. bisselliella* selon le facteur dose en MALGRAIN 2%, avec $F = 713,61$ pour $P = 1,39 \cdot 10^{-16}$.

4.4. Effet d'ACTELLIC sur la fécondité d'*A. obtectus* et *T. bisselliella*

a) Sur la fécondité de la bruche *A. obtectus*

La fécondité des femelles d'*A. obtectus* sur des graines du haricot traitées avec le pesticide ACTELLIC est présentée sur la figure 106.

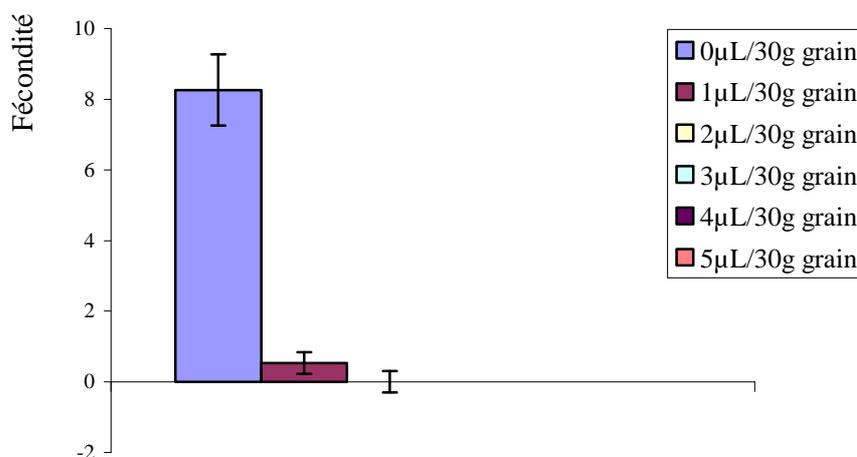


Figure 106 : Fécondité des femelles d'*A. obtectus* en présence d'ACTELLIC (moyenne ± écart-type)

L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence hautement significative entre les moyennes de la fécondité des femelles d'*A. obtectus* selon le facteur dose en ACTELLIC, avec $F = 181,24$ pour $P = 7,18.10^{-11}$.

b) Sur la fécondité de la mite *T. bisselliella*

La fécondité des femelles de *T. bisselliella* sur des toisons de lapin traitées avec le pesticide ACTELLIC est présentée sur la figure 107.

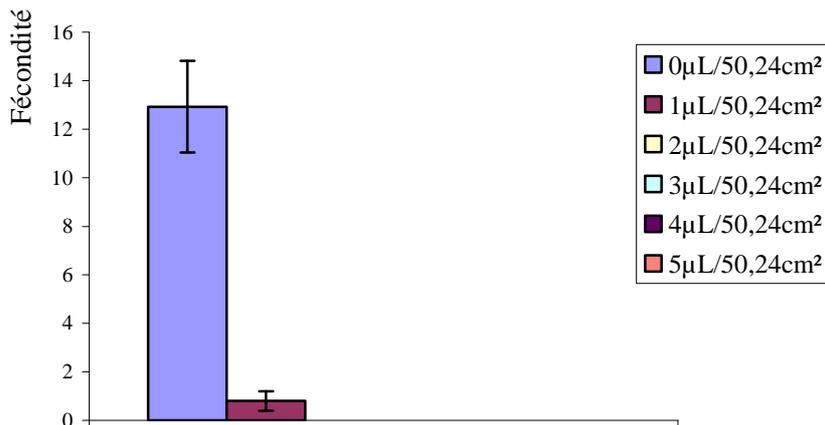


Figure 107 : Fécondité des femelles de *T. bisselliella* en présence d'ACTELLIC (moyenne ± écart-type)

L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence hautement significative entre les moyennes de la fécondité des femelles de *T. bisselliella*, selon le facteur dose en ACTELLIC, avec $F = 131,60$ pour $P = 4,72.10^{-10}$.

4.5. Discussion

Nos résultats montrent que les deux insecticides sont très toxiques à l'égard des adultes d'*A. obtectus* et les deux stades de développement larvaire et adultes de *T. bisselliella*. De même, ils agissent sur la fécondité des femelles des deux insectes étudiés.

Le pesticide MALGRAIN 2% est très toxique sur les adultes d'*A. obtectus*, avec une DL_{50} de 0,16% alors que la poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba* la plus efficace parmi les dix plantes testées possède une DL_{50} de 3,89 %.

Sur les adultes et les larves de la mite *T. bisselliella* MALGRAIN 2% présente une grande toxicité avec des DL_{50} de 0,026g/50,24cm² et 0,072g/50,24cm² respectivement. Parmi les dix poudres des feuilles testées la poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis* la plus efficace sur les adultes de *T. bisselliella* présente une DL_{50} de 0,93g / 50,24 cm² et la poudre des

feuilles d'*Artemisia herba-alba* la plus toxique sur les larves présente une DL₅₀ de 0,75 g/50,24cm².

Les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des adultes d'*A. obetctus* et les deux stades testés de *T. bisselliella* qui dépend de la dose utilisée en MALGRAIN 2% et la durée d'exposition.

Le pesticide ACTELLIC possède un grand effet insecticide sur *A. obetctus* avec une DL₅₀ de 0,41µL/30g de graines, alors que l'huile essentielle extraite de *Rosmarinus officinalis* considérée comme la plus toxique sur cette bruche possède une DL₅₀ de 0,59µL/30g de graines. ACTELLIC possède un grand effet insecticide et larvicide sur *T. bisselliella*, avec des DL₅₀ de 0,48 µL/50,24cm² et 0,89 µL/50,24cm² respectivement, l'huile essentielle la plus efficace sur les adultes de *T. bisselliella* est celle extraite d'*Origanum glandulosum* présente une DL₅₀ de 1,23µL/50,24cm², et l'huile essentielle la plus toxique sur les larves de *T. bisselliella* est celle d'*Artemisia herba-alba* avec une DL₅₀ de 5,92µL/50,24cm².

Les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des adultes d'*A. obetctus* et les larves de *T. bisselliella* qui dépend de la dose utilisée en ACTELLIC et la durée d'exposition, mais le taux de mortalité des adultes de *T. bisselliella* ne change pas selon les doses et la durée d'exposition à ce pesticide.

L'activité insecticide des deux pesticides testés s'accompagne d'une diminution remarquable de la fécondité des femelles des deux insectes étudiés. En effet MALGRAIN à 2% inhibe complètement la fécondité des femelles d' *A. obetctus* à partir de la dose 0,75% poids en poudre de pesticide par poids des graines, comme il inhibe la fécondité des femelles de *T. bisselliella* à partir de la dose 0,22g/50,24cm². ACTELLIC inhibe complètement la ponte des femelles d'*A. obetctus* et *T. bisselliella* à partir des doses 2µL/30g de graines et 2µL/50,24cm² respectivement. L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence hautement significative entre les moyennes de la fécondité des femelles d'*A. obetctus* et *T. bisselliella* selon le facteur dose en MALGRAIN 2% et ACTELLIC.

Les deux insecticides testés sont très efficaces dans la lutte contre *A. obetctus* et *T. bisselliella*, mais malheureusement les insecticides chimiques peuvent induire une intoxication chronique des consommateurs, une résistance chez les ravageurs et avoir un impact négatif sur l'environnement et des écosystèmes, perte de la biodiversité (ATTIA & FRECKER, 1984 ; GEORGHION, 1990 ; NGAMO & HANCE, 2007 ; REGNAULT-ROGER et al., 2008).

Une résistance au insecticides de synthèse chez les larves de *Helicoverpa armigera* (Lépidoptera: Noctuidae) qui est un ravageur important se développe sur un grand nombre de

cultures : coton, maïs, tomate, tournesol et à été signalé par plusieurs auteurs à travers le monde, en Australie (**GUNNING et al., 1992 ; FORRSTER et al., 1993**), Afrique d'Ouest (**MARTIN et al., 2000**), Asie (**KRANTHI et al., 2001**), au Pakistan (**AHMAD et al., 2001**), en Espagne (**TORRES-VILA et al., 2002**), et en France (**BUES & BOUDINHON, 2003**).

Les agriculteurs et toutes les personnes se trouvant dans leur entourage peuvent être contaminés par des pesticides au cours des opérations suivantes : Achat, transport et stockage, mélange/remplissage, application (pulvérisation), déversement accidentel, et l'élimination (**FAIT et al., 2004**).

Selon **ROGAN (1988)**, des études épidémiologiques montrent que les pesticides organochlorés altèrent les réponses immunitaires chez les populations qui sont exposées accidentellement à ces substances. Ces pesticides atteignent particulièrement les enfants, avec des symptômes telles que des pigmentations anormales de la peau et des ongles, atteintes du foie, ceux-ci souffrent davantage d'épisodes de bronchite et de pneumonie durant les premiers mois de leur vie que les enfants non exposés.

Selon **KETOH et al. (2004)**, la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (1995) en faveur de l'élimination des fumigants classiques en 2005 dans les pays développés, et en 2015 au plus tard dans les pays en développement ouvre la voie à la recherche de nouveaux produits à faible répercussion écologique. Le recours au monde végétal et aux molécules qui ont permis aux plantes de se protéger contre les ennemis naturels devient donc indispensable (**REGNAULT-ROGER et al., 2008**), les huiles essentielles sont des insecticides naturels qui, tout en étant aussi actifs, sont biodégradables (**TCHOUMBOUGNANG et al., 2009**). Selon **CHIASSEON & BELOIN (2007)** les biopesticides à base d'huiles essentielles présentent plusieurs caractéristiques d'intérêt, plusieurs sont aussi efficaces que les produits de synthèse. Ils ont en général une efficacité à large spectre, mais avec une spécificité pour certaines classes ou ordres d'insectes, ils peuvent être appliqués jusqu'au moment de la récolte. Cette faible rémanence permet également aux travailleurs de retourner au champ dans un court délai après le traitement, les huiles essentielles brutes peuvent être entreposées pendant plusieurs années, et un biopesticide peut être mis sur le marché dans un délai plus court qu'un produit de synthèse, car le processus d'homologation est moins exigeant.

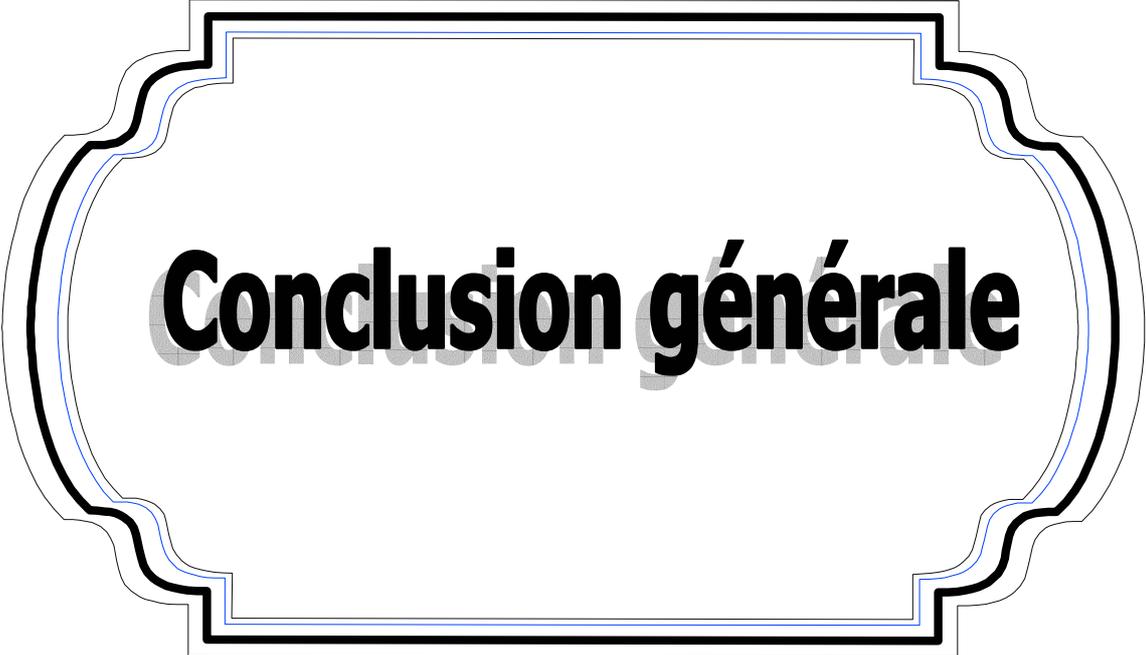
4.6. Conclusion

Les deux insecticides MALGRAIN 2% et ACTELLIC sont très toxiques à l'égard des adultes d'*A. obtectus* et les larves et adultes de *T. bisselliella*, comme ils agissent sur la fécondité des femelles des deux insectes étudiés.

L'étude statistique montre que l'efficacité de MALGRAIN 2% sur la mortalité des adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* ainsi que les larves de *T. bisselliella* varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition, alors que l'efficacité d'ACTELLIC sur la mortalité des adultes d'*A. obtectus* et les larves de *T. bisselliella* varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition, à l'exception de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* qui ne change pas selon la dose et la durée d'exposition à ce pesticide.

La ponte des femelles d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* est complètement inhibée à faibles doses en MALGRAIN 2% et ACTELLIC, en effet l'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence hautement significative entre les moyennes de la fécondité des femelles d'*A. obetctus* et *T. bisselliella*, selon le facteur dose en MALGRAIN 2% et ACTELLIC.

Comparativement aux poudres des feuilles de dix plantes aromatiques testées et les huiles essentielles extraites de ces plantes, les deux insecticides de synthèse MALGRAIN 2% et ACTELLIC ont montré une forte activité insecticide même à faibles doses sur les deux insectes testés, mais voir les effets néfastes des pesticides il est important d'utiliser des biopesticides qui, tout en étant aussi actifs, sont biodégradables.

A decorative frame with a black outer border and a blue inner border, featuring a scalloped, ornate design. The text "Conclusion générale" is centered within this frame.

Conclusion générale

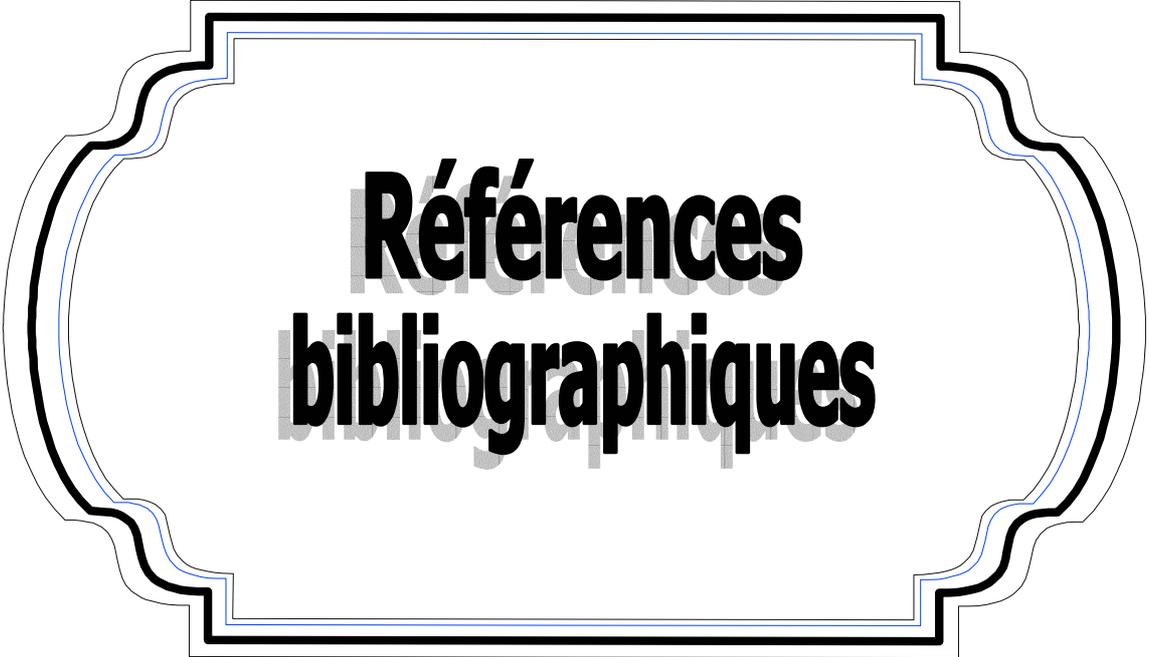
Conclusion générale

Les résultats de notre étude montrent que :

- A une température de 26°C et humidité relative de 70% la durée totale du cycle de développement d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* est en moyenne de 29 ± 1 jours et 80 ± 1 jours respectivement.
- les deux cycles de développement montrent que les stades larvaires et nymphose sont prédominant par leur durée, et seules les larves occasionnent les dégâts, et donc il serait souhaitable de lutter contre les formes adultes avant l'apparition des larves.
- Les poudres des feuilles de dix plantes aromatiques testées sont efficaces contre la bruche *A. obtectus* et la mite *T. bisselliella*, ces plantes présentent des propriétés insecticides sur *A. obtectus*, insecticides et larvicides sur *T. bisselliella* comme elles influe sur la fécondité des deux insectes.
- La toxicité de ces poudres varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition, alors que leur efficacité sur la fécondité des femelles varie selon la plante et la dose utilisée.
- Sur la longévité des adultes d'*A. obtectus*, les adultes et les larves de *T. bisselliella* et la fécondité des femelles des deux insectes, les poudres des feuilles d'*Artemisia herba-alba* (Asteracées), *Rosmarinus officinalis* (Lamiacées), *Origanum glandulosum* (Lamiacées) et *Lavandula stoechas* (Lamiacées) sont les plus efficaces parmi les dix plantes testées.
- Le classement d'efficacité des poudre des feuilles change selon l'insecte traité (*A. obtectus* ou *T. bisselliella*) et le stade traité (adulte ou larve) et selon le test d'efficacité (efficacité sur la longévité des insectes ou sur la fécondité des femelles).
- Les huiles essentielles extraites de dix plantes testées influent sur les deux insectes ravageurs étudiées par une double action : Une action insecticide sur *A. obtectus*, insecticide et larvicide sur *T. bisselliella*, et une action sur la fécondité des femelles.
- L'efficacité des huiles essentielles sur la mortalité des deux insectes varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition, tandis que leur efficacité sur la fécondité des femelles des bruches et mites varie selon la plante et la dose utilisée.
- Les huiles essentielles extraites des trois plantes *Rosmarinus officinalis* (Lamiacées), *Origanum glandulosum* (Lamiacées), et *Artemisia herba-alba* (Asteracées), sont les plus toxiques sur les deux insectes traités comparativement aux autres huiles testées.
- Le classement de l'efficacité des ces huiles essentielles change selon l'insecte traité (*A. obtectus* ou *T. bisselliella*), selon le stade traité (adulte ou larve de *T. bisselliella*),

et selon le test d'efficacité (efficacité sur la longévité des insectes ou sur la fécondité des femelles).

- Les huiles essentielles se sont révélées plus efficaces comparativement aux poudres des feuilles. D'après la composition chimique des huiles essentielles les plus toxiques sur les adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* et les larves de *T. bisselliella* et les plus efficaces sur la fécondité des femelles des deux insectes, on remarque la présence des composants majoritaires connus pour leurs propriétés insecticides et leur pouvoir inhibiteur de ponte, c'est le cas de 1,8-cineole, le camphre, thymol, α -pinène, β -pinène, α -terpinéol, le carvacrol et le limonène ce qui explique les résultats obtenus.
- Les deux insecticides testés MALGRAIN 2% et ACTELLIC sont très toxiques à l'égard des adultes d'*A. obtectus* et les larves et adultes de *T. bisselliella*, comme ils inhibent sur la fécondité des femelles des deux insectes étudiés a faibles doses.
- L'efficacité de MALGRAIN 2% sur la mortalité des adultes d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* ainsi que les larves de *T. bisselliella* varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition.
- L'efficacité d' ACTELLIC sur la mortalité des adultes d'*A. obtectus* et les larves de *T. bisselliella* varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition, à l'exception de la mortalité des adultes de *T. bisselliella* qui ne change pas selon la dose et la durée d'exposition à ce pesticide.
- La fécondité des femelles d'*A. obtectus* et *T. bisselliella* varie selon le facteur dose en MALGRAIN 2% et ACTELLIC.
- Les deux insecticides de synthèse testés agissent à faible dose vis-à-vis d'*A. obtectus* et *T. bisselliella*, mais voir les effets néfastes des pesticides il est important d'utiliser des biopesticides qui, tout en étant aussi actifs, sont biodégradables.
- Malgré les résultats obtenus certes encourageants, des essais en milieu réel (dans les entrepôts de stockage concernant la bruche *A. obtectus* et en maisons et les musées pour la mite *T. bisselliella*) restent à effectuer pour évaluer l'efficacité pratique de ces biopesticides (poudres des feuilles et huiles essentielles extraites des plantes aromatique).

A decorative frame with a black outer border and a blue inner border, featuring a scalloped, ornate design. The text is centered within this frame.

Références bibliographiques

- **ABBOTT W. S., 1925.** A method for computing effectiveness of an insecticide. *Journal. Ecological Entomology*, 18, pp: 265-267.
- **ABID L., 2008.** Recherche des activités antimicrobiennes et antioxydantes de *Schinus molle* L. et *Pistacia vera* L. de la région de Tlemcen. Thèse Magister. Univ. Tlemcen, 115 p.
- **AHMAD M., ARIF M. I., AHMAD Z., 2001.** Resistance to carbamate insecticides in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera : Noctuidae) in Pakistan. *Crop Protection*, 20, pp: 427-32.
- **AKROUT A., AL JANI H., AMOURI S., and NEFFATI M., 2010.** Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba-alba* Asso, & *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. Growing wild in the southern of Tunisia. *Recent Research in Science and Technology*, 2 (1), pp: 29-39.
- **ALLABY M., 1992.** The Concise Oxford Dictionary of Botany. Oxford University Press.
- **ALVAREZ N., 2004.** Plantes hôtes et organisation de la diversité des insectes phytophages, des radiations évolutives aux processus populationnels : le cas des bruches du genre *Acanthoscelides* Schilsky (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat, Univ. Neuchâtel & Univ. Montpellier II, 54p.
- **ANONYME, 1974.** Beauté du monde animal, Invertébrés, Tome 11. *Librairie Larousse*, Paris, pp : 170-172.
- **ARANYANAK C., 1993.** Biodeterioration of cultural materials in Thailand. In: Toishi, K., Arai, H., Kenjo, T., Yamano, K. (Eds.), Proceedings of the Second International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, Yokohama, Japan, 5-8 October 1992, pp: 23–33.
- **ARAYA G. S., & EMANA G., 2009.** Evaluation of botanical plants powders against *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) in stored haricot beans under laboratory condition. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (10), pp: 1073-1079.
- **ASAWALAM E., EMOSAIRUE S., & HASSANALI A., 2008:** Contribution of different constituents to the toxicity of the essential oil constituents of *Vernonia amygdalina* (Compositae) and *Xylopia aetiopica* (Annonaceae) on maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *African Journal of Biotechnology*, 7 (16), pp: 2957-2962.

- **ASSEM V. D. J., 1971.** Some experiments on sex-ratio and sex-regulation in the pteromalid. *Lariophagus distinguendus* Forster optera: Pteromalidae. *Neth. J. Zool*, pp: 373-402.
- **ATTIA F. I., & FRECKER T., 1984.** Cross resistance spectrum and synergism studies in organophosphorous-resistant strains of *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera, Cujidae) in Australia. *Journal of Economic Entomology*, 77, pp: 1367-1370.
- **ATIK BEKKARA F., BOUSMAHA L., TALEB BENDIAB S. A., BOTI J. B., CASANOVA J., 2007.** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie et santé*, 7 (1), pp: 5-10.
- **AVIANA A., EDADI R., TAHMASEBI G., 2002.** Laboratory evaluation of some plants essentielles of control *Varroa destructor* experimental and applied. *Acarology*, 27, pp: 319-327.
- **AVIDOV Z., APPLEBAYNS S.W., & BERLINGES M. J., 1965.** Physiological aspects of host specificity in the Bruchidae on positional preference and behaviour of *Callosobruchus chinensis* L., *Ent. Exp and appl*, pp: 96-106.
- **AZZEDDINE B., & GUELLIL B., 2007.** Contribution à l'étude de l'infestation de l'haricot par le phytoparasite *Acanthoscelides obtectus* et essai de lutte biologique par des plantes aromatiques. Mém d'ing. Univ. Tlemcen, 99p.
- **BABA AISSA F., 1991.** Les plantes médicinales en Algérie. *Bouchéne and Diwan*, pp: 5-10.
- **BABA AISSA F., 1999.** Encyclopédie des plantes utiles: Flore d'Algérie et du Maghreb. *Ed. Librairie Moderne-Rouiba*, pp: 46-231.
- **BACHELOT C., BLAISE A., CORBEL T., et LE GUERNIC A., 2005.** Les huiles essentielles. Licence en BIOLOGIE, U.C.O Bretagne Nord, 27 p.
- **BALZ R., 1986.** Les huiles essentielles et comment les utiliser. *Ed. Rodolphe BALZ*, 152 p.
- **BARRETT P., 1996.** Growing and using lavender. *A Storey Country wisdom bulletin*. US.
- **BASER K. H. C., KURKCUOGLU M., DEMIRCAKMAK B., ULKER N., and BEIS SEDAT H., 1997.** Composition of the essential oil of *Schinus molle* L. grown in Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, Vol. 9, No. 6, pp: 693-696.

- **BAYTOP T., & SÜTLÜPINAR N., 1986.** Characteristics of « Nanahan » cultivated in Anatolia an dits volatile oil, *J. Fac. Pharm. Istanbul*, 22, pp: 73-76.
- **BEGHIDJA N., BOUSLIMANI N., BENAYACHE F., BENAYACHE S., and CHALCHAT J., C., 2007.** Composition of the oils from *Mentha pulegium* grown in different areas of the east of Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(4), pp: 481- 483.
- **BEKHECHI C., 2008.** Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN ¹³ C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse Doctorat. Univ. Tlemcen, 205 p.
- **BELAICHE P., 1979.** Traité de Phytothérapie et d’Aromathérapie. Tome I. *Ed. Maloine S.A.* Paris.
- **BELHATTAB R., LAROUS L., FIGUEIREDO A. C., SANTOS P. A., G., BARROSO J. G., PEDRO L. G., 2005.** *Origanum glandulosum* Dest. Grown wild in Algeria: Essential oil composition and glycosidic bound volatiles. *Flavour and Fragrance J.*, 20, pp: 209-212.
- **BELLAKHDAR J., 1978.** Médecine traditionnelle et toxicologique Ouest Saharienne, contribution à l’étude de la pharmacopée marocaine. *Ed. Technique nord-africaines*, Rabat.
- **BELOT A., 1978.** Dictionnaire des arbres et arbustes de jardin. *Ed. Bordas*, Paris, 383p.
- **BENDAHOU M., BENYOUCEF M., BENKADA D., SOUSSA ELISA M. B. D., GALVAO E. L., MARQUES M. M. O., MUSELLI A., DESJOBERT J. M., BERNARDINI A. F., COSTA J., 2007.** Influence of the processes extraction on essential oil of *Origanum glandulosum*. *Ed. J. of Applied Sciences*, 8, pp: 1152-1157.
- **BENDAHOU M., 2007.** Composition chimique et propriétés biologiques des extraits de quelques plantes aromatique et médicinales de l’ouest algérien. Thèse de doctorat d’état en biochimie, Univ. Tlemcen, 282 p.
- **BENISTON W. N., 1984.** Fleurs d’Algérie. *Ed. Entreprise Nationale du livre*, Alger, 359 p.
- **BENMANSOUR A., 1999.** Etude et valorisation de l’armoïse blanche de l’Ouest Algérien et de noyaux de deux variétés de datte algériennes. Thèse de doctorat d’état en chimie, Département de chimie, Institut des sciences exactes, Univ. Tlemcen, pp: 43-45.

- **BITTNER M. L., CASANUEVA M. E., ARBERT C. C., AGUILERA M. A., HERNÁNDEZ V. J., & BECERRA J. V., 2008.** Effects of essential oils from five plant species against the granary weevils *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera). *J. Chil. Chem. Soc.*, 53 (1), pp: 1455-1459.
- **BONNIER G., 1990.** La grande flore du France en couleurs. *Ed. Belin*, Paris, pp: 214-215.
- **BOROWIEC L., 1987.** The genera of seed-beetles (Coleoptera, Bruchidae). *Polskie Pismo Entomologic*, 57, pp: 3-207.
- **BOSTANIAN N. J., AKALACH M., and CHIASSON H., 2005.** Effects of a *Chenopodium* based botanical insecticide/acaricide on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). *Pest Manag. Sci.*, 61, pp: 979-984.
- **BOUCHIKHI TANI Z., 2006.** Bioefficacité de la substance des feuilles de deux variétés de haricot *Phaseolus vulgaris* sur les différents états et stades de développement de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus*, (Coleoptera, Bruchidae). Thèse Magister. Univ. Tlemcen, 86 p.
- **BOUGDAD A., GILLON Y., & GAGNEPAIN C., 1986.** Influence du téguments des grains murs de *Vicia faba* sur le développement larvaire de *Callosobruchus maculatus*. *Entomol. Exp. Appl.*, pp: 210-223.
- **BOULOS L., 1983.** Medicinal plants of North Africa. *Ed. Algonac, MI*, pp: 109-175.
- **BRUNETON J., 1993.** Eléments de phytochimie et de pharmacologie. 2^{ème} Ed. *Lavoisier*, Paris, pp: 405-426.
- **BRUNETON J., 1999.** Pharmacogonose, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} Ed. *Lavoisier*, Paris, pp: 370-388.
- **BUCHBAUER G., & JIROVETZ L., 1994.** Aromatherapy-Use of fragrances and essential oils as medicaments. *Flavour and Fragrance J.*, 9, pp: 217-222.
- **BUES R., & BOUDINHON L., 2003.** Résistance aux insecticides de *Helicoverpa armigera* (Lépidoptère : Noctuidae) dans le sud de la France. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, 12 (3), pp: 167-173.
- **BUSVINE J.R., 1980.** Insects and Hygiene. *Chapman & Hall*, London, 568 p.
- **CAPO M., COURILLEEAU V., et VALETTE C., 1990.** Chimie des couleurs et des odeurs. *Culture et techniques*, 204 p.

-
- **CHAUVIN G., 1977.** Contribution à l'étude des insectes kératophages (*Lépidoptera Tineidae*). U.E.R. Sciences et Philosophie. Rennes. Thèse doc. d'état. Univ. Rennes, 295p.
 - **CHAUVIN G., & GUEGUEN A., 1983.** Nutrition et utilisation de l'énergie ingérée chez deux lépidoptères Tineidae kératophages. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 108, pp: 439-452.
 - **CHAUVIN G., DE REYER D., & VANNIER G., 1992.** Désinsectisation par les micro-ondes. Effets sur un Lépidoptère Tinéidé: *Tineola bisselliella*. *Conservation et restauration des biens culturels*, 4, pp: 32-37.
 - **CHIASSON H., & BELOIN N., 2007.** Les huiles essentielles, des biopesticides « nouveau genre ». *Antennae*, 14 (1), pp: 3-6.
 - **CHU C. J., & KEMPER K. J., 2001.** *Lavender (Lavandula spp.)*. Longwood Herbal Task Force. 32p.
 - **COSENTINO & PALMAS F., 1999.** In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Letters in Applied Microbiology*, 29, pp: 130-135.
 - **COSIMI S., ROSSI E., CIONI P. L., and CANALE A., 2009.** Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 45, pp: 125–132.
 - **COX P. D., & SIMMS J.A., 1978.** The susceptibility of Soya bean meal to infestation by some storage insects. *Journal of Stored Products Research*, 14, pp: 103–109.
 - **COX P. D., 1986.** A survey of stored product Lepidoptera in New Zealand. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 14, pp: 71–76.
 - **COX P. D., & PINNIGER D. B., 2007.** Biology, behaviour and environmentally sustainable control of *Tineola bisselliella* (Hummel) (Lepidoptera: Tineidae). *Journal of Stored Products Research*, 43, pp: 2-32.
 - **CRUZ J. F., TRONDE F., GRIFFON D., & HEBER J. P., 1988.** Conservation des grains en région chaudes « techniques rurale en Afrique ». 2 ed, *Ministère de la coopération et du développement*, Paris France, 545 p.
 - **DAGNELIE P., 1975.** Théories et méthodes statistiques. *Les presses agronomiques de Gembloux*, Belgique, 2, pp: 245-249.

- **DAIZY R. B., HARMINDER P. S., RAVINDER K. K., SHALINDER K., 2008:** *Eucalyptus* essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*. (256), pp: 2166–2174.
- **DE BILLERBECK V. G., 2002.** Essais d'utilisation d'huiles essentielles en traitement de l'air, les contamination biologiques des biens culturels, *Muséum National d'histoire naturelle et éd. Scientifique et médicales*, pp: 345-358.
- **DECELLE J., 1981.** Bruchide related to grain legumes in the Afrotropical Area in the ecology of Bruchids, Attacting Pulses. *Ed. Labeyrie V*, pp: 185-193.
- **DELOBEL A., & MALONGA P., 1987.** Properties of six plants materials against *Caryedon serratus* (OL.) Coleoptera: bruchidae. *J Stored Prod Res*, 23, pp: 173-176.
- **DELOBEL A., & TRAN M., 1993.** Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, Paris, 424 p.
- **DELOBEL A., TRAN M., & SEMBENE M., 2000.** Influence du choix alimentaire sur la fécondité et le développement larvaire des *Caryedon* des légumineuses (Coleoptera : Bruchidae) au Sénégal. *ann. Soc. Entomol*, 36 (1), pp : 61-73.
- **DRAGLAND S., SENOO H., WAKE K., BLOMHOFF R., 2003.** Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. *The journal of nutrition*, 133, pp: 1286-1289.
- **EBELING W., 1975.** Urban Entomology. University of California, Division of Agricultural Science, USA, 695p.
- **EL AJJOURI M., SATRANI B., GHANMI M., AAFI A., FARAH A., RAHOUTI M., AMARTI F., ABERCHANE M., 2008.** Activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 12 (4), pp : 345-351.
- **EI-NAHAL, A.K.M., SCHIDT G.H., and RISHA E.M., 1994.** Influence of vapours of *Acorus calamus* L. oil on the reproductivity of some stored product Coleoptera. *Pak. J. entomol. Karachi*, 9(1), pp: 21-27.
- **EI-SAWAF S.K., DONIA A.R., ABDEL RAHIM W.A., 1967.** The effect of different combinations of temperature and humidity on the oviposition behaviour of the clothes moths *Tineola bisselliella* (Lepidoptera: Tineidae). *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 15, pp: 307-331.

- **FAIT A., INVERSEN B., TIRAMANI M., VISENTIN S., MARONI M., 2004.** Prévention des risques pour la santé liés à l'utilisation des pesticides dans l'agriculture, Série protection de la santé des travailleurs. *International centre for pesticide safety*, (1), 35p.
- **FARRELL B. D., 1998.** "Inordinate fondness" explained: Why are there so many beetles? *Science*, 281, pp : 555-559.
- **FINNEY D. J., 1971.** Statistical method in biological assay, 2nd edition. London: Griffin, 333p.
- **FERNANDEZ M., 2003.** Quelques Plantes dites Médicinales et de leurs Fonctions, Ed. Aenigma, 63p.
- **FORRSTER N. W., CAHILL M., BIRD L. J., LAYLAND J. K., 1993.** Pyrethroid resistance: synergists. *Bull Entomol Res*, 1, pp: 62-100.
- **FOURMENT P., & ROQUES H., 1941.** Répertoire des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. *Documents et Renseignements Agricoles*, 61, Alger.
- **FRANCESCO N., FEDERICO V., FRANCO F., 2008.** Semiochemicals affecting the host-related behaviour of the dry bean beetle *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products Research*, (44), pp: 108–114.
- **FRANCISLETE R. M., MARCIA O. M., OCTAVIO L. F., DANIEL J. R., LUCIANE V. M., ALINE M. G., MARCIO C. S., STEVE G., MARIA F., 2003.** Use of phage display to select novel cystatins specific for *Acanthoscelides obtectus* cysteine proteinases. *Biochimica et Biophysica Acta*, (1651), pp: 146– 152.
- **GAIN E., 1897.** Sur la germination des grains de légumineuses habitués par les bruches. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, pp : 195-197.
- **GARNIER G., BEZANGER-BEAUQUESNE I., DEBRAUX G., 1961.** Ressources médicinales de la flore française, Tome II, Ed. Vigot Frères, Paris.
- **GEORGHION G. P., 1990.** Overview of insecticide resistance. In: Green M.B., Lebaron H.M. Moberg W.K. Eds. Managing resistance to agrochemicals: from fundamental research to practical strategies, *American Chemical Society symposium*, 421, pp: 18-41.
- **GERMAIN J. F., HUIGNARD J., & MONGE J. P., 1987.** Developpement of two bruchid population *Bruchidius atrolineatus* and *Callosobruchus maculatus*, infesting stored cowpea *Vigna unguiculata* (Walp) in Niger. *J. stored prod. Res*, pp : 157-162.

- **GLITHO I. A., 1990.** Les bruchidae ravageurs de *vigna unguiculata* (Walp) en zone guinéenne. Analyse de la diapause reproductrice chez les males de *Bruchidus atrolineatus* (Pic). Thèse Doc. Univ. Tour, 100 p.
- **GOIX J., 1986.** La bruche du haricot, *Phytoma- Défense des cultures*, pp: 48-49.
- **GOLEBIOWSKI M., MALINSKI E., NAWROT J., STEPNOWSKI P., 2008.** Identification and characterization of surface lipid components of the dried-bean beetle *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*. (44), pp: 386- 388.
- **GOZMANY L.A., VARI L., 1973.** The Tineidae of the Ethiopian Region. *Memoirs of the Transvaal Museum*, 18, pp: 1-283.
- **GRISWOLD G.H., 1944.** Studies on the biology of the webbing clothes moth (*Tineola bisselliella*). Memoirs of Cornell University Agricultural Experimental Station, 262, pp: 1-59.
- **GUIDO V., ANJA S. R., CESAR C., SILVIA D., 2007.** The inhibitory effect of the natural seed storage protein arcelin on the development of *Acanthoscelide obtectus*. *Journal of Stored Products Research*. (43), pp: 550–557.
- **GUIGNARD J. L., & DUPONT F., 2004.** Botanique : Systématique moléculaire, 13^{ème} éd. Masson, Paris, 237p.
- **GUINOCHET T., 1973.** Phytosociologie, Ed. Masson, France, 227p.
- **GUNNING R.V., BALFE M. E., EASTON C. S., 1992.** Carbamate resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) in Australia. *J. Aust Ent. Soc.*, 31, pp: 97-103.
- **HABIBI T., 1998.** L'inventaire et évaluation des dégâts des principaux insectes ravageurs des céréales stockés au niveau de la wilaya de Tiaret. mémoire Ing, Univ. Tiaret, 108 p.
- **HARDWOOD S.H., MOLDENKE A.F., & BENY R.E., 1990.** Toxicology of peppermint monoterpenes to the variegates cutworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 83, pp: 1761-1767.
- **HAYOUNI E., CHRAIEF I., ABEDRABBA M., BOUIX M., LEVEAU J. Y., HAMMAMI M., HAMDI M., 2008.** Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: Their chemical compositions and their preservative effects against Salmonella inoculated in minced beef meat. *International Journal of food Microbiology*, 125, pp: 242-251.

- **HINTON H.E., 1956.** The larvae of the species of Tineidae of economic importance. *Bulletin of Entomological Research*, 47, pp: 251–346.
- **HOFFMAN A., 1945.** Coléoptères Bruchides et Anthribides (Faune de France), Paris, 184 p.
- **HOLLOWAY J.D., PETERS J.V., 1976.** The butterflies of New Caledonia and the Loyalty Islands. *J. nat. Hist.*, 10, pp: 273-318.
- **HOSSAERT-McKey M., & ALVAREZ N., 2003.** Influence de facteurs écologiques sur la répartition de deux espèces jumelles de ravageurs du haricot. *Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Évolutive*, Montpellier.
- **HUIGNARD J. & BIEMONT J. C, 1974.** Variations des pouvoirs fécondants et fertilisant des mâles d'*Acanthoscelides obtectus* Say (Coléoptère, Bruchidae) soumis à un traitement thermique de courte durée. *ann. Soc. Ent. Fr*, 10, pp : 995-1009.
- **IBRAHIM M.A., KAINULAINEN P., AFLATUNI A., TILIKKALA K. & HOLOPAINEN J. K., 2001.** Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, 10(3), 243-259.
- **IDI A., 1994.** Suivi de l'évolution des populations de bruches et de leurs parasitoïdes dans les systèmes de stockage traditionnel de niébé au Niger. *Thèse Doc. Univ. Niamez*, 100 p.
- **IRFAN A., TURGUT K., AHMET C. G., GULACTI T., 2005.** Toxicity of acetone extract of *Sideritis trojana* and 7-epicandicandiol, 7-epicandicandiol diacetate and 18-acetylsideroxol against stored pests *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Sitophilus granarius* (L.) and *Ephestia kuehniella* (Zell.). *Industrial Crops and Products*, (23), pp: 171–176.
- **ISMAN M. B., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot*, 19, pp: 603-608.
- **JANOT M. M., 1965.** Précis de botanique. Tome II. *Ed. Masson*, Paris, 131 p.
- **JOHNSON C. D., 1981.** Relations of *Acanthoscelides* with their plant hosts. In « *The Ecology of Bruchids Attacking Legumes (pulses). Proceedings of the International Symposium, Tours, France. April 1980. Series Entomologica Hague Vol 19* » (ed. Labeyrie V). *W Junk Publishers*, La Hague, Pays-Bas, pp: 73-81.
- **JOHNSON C. D., and SIEMENS D. H., 1995.** New Host Records from Ecuador and Venezuela for the Genus *Acanthoscelides* (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored Prod. Res*, 3(31), pp: 261-269.

- **KABOUCHE Z., BOUTAGHANE N., LAGGOUNE S., KABOUCHE A., AIT-KAKI Z., BENLABED K., 2005.** Comparative antibacterial activity of five Lamiaceae essential oils from Algeria. *The international J. of Aromatherapy*, 15, pp: 129-133.
- **KAID SLIMANE I. L., 2004.** Contribution à l'étude de la composition chimique et du pouvoir antibactérien des huiles essentielles de *Cistus ladaniferus* de la région de Tlemcen, Mémoire ing. d'état en Biologie, Option : Contrôle de Qualité et Analyse. Univ. Tlemcen, pp: 23-25.
- **KALOMA A., KITAMBALA K., NDJANGO N. L., SINZAHERA U., et PALUKU T., 2008.** Effet des poudres d'*Eucalyptus citriodora*, de *Cupressus lucitanica* et de *Tagetas minitiflora* dans la conservation du maïs (*Zea mays*) et du haricot (*Phaseolus vulgaris*) dans les conditions de Rethy (République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, 26 (1), pp: 24-27.
- **KAMBOUCHE N., & EL-ABED D., 2003.** Composition of the volatile oil from the aerial parts of *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague from Oran (Algeria). *J. of Essential Oil Research*, 15, pp: 10-11.
- **KASSEMI N., 2006.** Relation entre un insecte phytophage et sa principale plante hôte : Cas de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus*, (Coleoptera, Bruchidae) : mémoire Mag. Univ. Tlemcen, pp : 49-51.
- **KAWAMOTO N., 1975.** Storage of rice grains and pest control, with special reference to Sri Lanka and India. In: *Kawamoto, N. (Ed.), Rice in Asia*. Association of Japanese Agricultural Science Society. University of Tokyo Press, Tokyo, Japan, pp: 523–536.
- **KENJI U., and TOSHIYUKI K., 1970.** *Studies on the comparative ecology of bean weevils V. Distribution of eggs and larvae of Acanthoscelides obtectus in relation to its Oviposition and boring behaviour*. Ressearches on population Ecology. 1 (12), pp: 35-50.
- **KETOH G. K., 1998.** Utilisation des huiles essentielles des quelques plantes aromatiques du Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), Thèse Doc. Univ. Bénin, Lomé, 141 p.
- **KETOH G. K., GLITHO I. A., and HUIGNARD J., 2002.** Susceptibility of the Bruchid *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its Parasitoid

- Dinarmus Basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to Three Essential Oils. *J. Econ. Entomol.*, 95(1), pp: 174-182.
- **KETOH G. K., GLITHO I. A., KOUMAGLO H. K. 2004.** Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces du genre *Cymbopogon genus* (Poaceae). *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 18, pp: 21-34.
 - **KETOH G. K., KOUMAGLO H. K., GLITHO I. A., 2005.** Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Stored Products Research*, 41, pp: 363-371.
 - **KHAJEH M., YAMINI Y., SEFIDKON F., BAHRAMIFAR N., 2004.** Comparaison of essential oil composition of *Carum copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry*, 86, pp : 587-591.
 - **KHELIL M. A., 1977.** Influence de la chaleur utilisée comme moyenne de lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera Bruchidae) sur les différents états et stades de développement. These Ing. Agr. INA, 77p.
 - **KIM J., MARSHALL M. R., and VEI C., 1995.** Antibacterial activity of some essential oil components against five food borne pathogens. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 43, pp: 2839-2845.
 - **KIM S., ROH J., KIM D., LEE H., & AHN Y., 2003.** Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J. Stored Prod. Res*, 39, pp: 293-303.
 - **KELLOUCHE A., & SOLTANI N., 2004.** Activité biologique des poudres de cinq plantes de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.). *International Journal of Tropical Insect Science*, 24 (1), pp: 184-191.
 - **KELLOUCHE A., 2005.** Etude de la bruche du poi-chiche, *Callosobruchus muculatus* (Coleoptera : bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, Algérie, 154p.
 - **KRANTHI K. R., JADHAV D., WANJARI R., KRANTHI S., RUSSELL D., 2001.** Pyrethroid resistance and mechanisms of resistance in field strains of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera : Noctuidae). *J. Econ Entomol*, 94, pp: 253-63.
 - **LABEYRIE V., 1962. :** Les *Acanthoscelides*, Entomologie appliquée à l'agriculture

In: BALACHOWSKI T(I), *Ed Masson publ.* Paris, pp : 469-484.

- **LAW-OGBOMO K. E., & ENOBAKHARE D. A., 2007.** The use of leaf powders of *Ocimum gratissimum* and *Vernonia amygladina* for the management of *Sitophilus oryzae* (L.) in stored rice. *J. Entomol*, 4, pp: 253-257.
- **LAWRENCE M., 1978.** A study of the monoterpene interrelation ships of the genus *Mentha* with special reference to the orogin of pulegone and menthofuran, Thèse doc, Netherlands.
- **LEMORDANT D., BOUKEF K., BENSALEM M., 1977.** Plantes utiles et toxiques de Tunisie, *Fitoterapia*, 48, pp : 191-214.
- **LEPIGRE A. L., 1951.** Les insectes du logis et du magasin. Insectarium Jardin d'essai Alger., 339 p.
- **LINDROTH C.H., ANDERSON H., BODVARSSON H., RICHTER S.H., 1973.** Surtsey, Iceland. The development of a new fauna, (1963–1970). Terrestrial invertebrates. *Entomologica Scandinavia*, 5, pp: 1–280.
- **LUNDGREN L., 1975.** Natural plant chemicals acting as oviposition deterrents on cabbage butter-flies (*Pieris brassicae* L., *P. rapae* L. and *P. napi* L.). *Zool. Scripta*, 4, pp: 253-258.
- **MAHADEVAN J., 1982.** Biochemical aspects of plant disease resistance, Part I: Performed inhibitory substances. *Today and Tomorrow Printers and Publishers*, New Delhi, India, pp: 425-431.
- **MAHER N., 2002.** Selection du site de ponte chez *Lobezia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) : Influence de l'information chimique non-volatile présente sur les fruits de la plante hôte. Thèse Doc, Univ. Bordeaux, France, 125p.
- **MAHMOUDI Y., 1990.** La thérapeutique par les plantes communes en Algérie. *Palais du livre*, Blida.
- **MALLIS A., 1969.** Handbook of Pest Control. McNair-Dorland Co., New York, USA, pp: 1-1158p.
- **MARIOTTI J.P., TOMI F., CASANOVA J., COSTA J., and BERNARDINI A. F., 1997.** Composition of the Essential oil of *Cistus ladaniferus* L. Cultivated in Corsia (France), *Flavour and Fragrance Journal*, 12, pp: 147-151.

- **MAROTTI M., PICCAGLIA R., GIOVANELLI E., 1994.** Effects of planting time and mineral fertilization on Peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil composition and its biological activity, *Flavour and Fragrance J.*, 9, pp: 125-129.
- **MARTIN T., OCHOU G. O., N’KLO F. H., VASSAL J. M., VAISSAYRE M., 2000.** Pyrethroid resistance in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) in west Africa. *Pest Manag Sci*, 56, pp: 549-54.
- **MEDJDOUB F., KHELIL M. A., and HUIGNARD J., 2007.** Bioecology of broad bean bruchid *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in a region of Kabylia in Algeria. *African Journal of Agricultural Research*, 2 (9), pp: 412-417.
- **MEHTA R. L., ZAYAS J., F., YANG S. S., 1994.** Ajowan as a source of natural lipid antioxidant. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 42, pp: 1420-1422.
- **MEHTA R. L., ZAYAS J., F., 1995.** Anoxidative effect of Ajowan in a model system. *JAOCs*, 72, pp: 1215-1218.
- **MEJHOLM O., & DALGAARD P., 2002.** Antimicrobial effects of essential oils on the seafood spoilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34, pp : 27-31.
- **MERAD R., 1973.** Contribution à la connaissance de la pharmacopée traditionnelle Algérienne : Les inventaires du grand Alger, Thèse doc. d’état, Institut des sciences médicales, Univ. Alger, Tome II, 312p.
- **MERCIER B., PROST J., & PROST M., 2009:** The essential oil of turpentine and its major volatile fraction (α - and β -pinenes): a review. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 22 (4), pp: 331-342.
- **MERGHACHE S., HAMZA M., et TABTI B., 2009.** Etude physicochimique de l’huile essentielle de *Ruta Chalepensis* L. de Tlemcen, Algérie. *Afrique science*, 5(1), pp : 67 – 81.
- **MESSAILI B., 1995.** Systématique Spermaphytes, Botanique. O. P. U. Alger, pp : 63-65.
- **MEYRICK E., 1927.** A Revised Handbook of British Lepidoptera. Watkins and Doncaster, London, UK, pp: 1-914.
- **MIGHRI H., AKROUT A., NEFFATI M., JOSEPH C., FELIX T., 2006.** Effets du niveau de coupe et du stade phénologique sur la production de phytomasse et la qualité des huiles essentielles chez *Artemisia herba-alba* Asso., *Revue des Régions*

Arides - Numéro Spécial- Actes du séminaire international « les Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales » SIPAM, pp: 709-716.

- **MOHAMMEDI Z., 2006.** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire Mag. en Biologie Option: Produits Naturels, Activités biologiques et Synthèse, Univ. Tlemcen, Algérie, 105p.
- **MONTEITH L.G., 1973.** Ontario (Quinte District). Various pests. *Canadian Agriculture Insect Pest Review*, 51, pp: 25–29.
- **MORALES R., 1997.** Synopsis of the genus *Thymus L.* in the Mediterranean area. *Logasalia*, 19, pp: 249-262.
- **MUNYULI T. M. B., 2009.** On-Farm Storages Participatory Evaluation and Validation of the Capability of Native Botanicals for Control of Bean Bruchids (*Acanthoscelides obtectus L.*, Coleoptera: Bruchidae) in South-Kivu Province, Eastern of Democratic Republic of Congo. *Tropicultura J.*, 27 (3), pp: 174-183.
- **NARAYANA C., SOMAYAJULU B. A. R., THIRUMALA S., D., 1967.** Recovery of fatty oil from spent seeds of Ajowan (*Trachyspermum ammi linn.*). *Indian J. of Technology*, 5, pp: 268-269.
- **NAVES Y. R., 1974.** Technologie et chimie des parfums naturels, Essences concretes, Resinoïdes, Huiles et pommades aux fleurs. *Editeurs Masson & Cie, paris.*
- **NDOMO A. F., TAPONDJOU A. L., TENDONKENG F., TCHOUANGUEP F. M., 2009.** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae), *Tropicultura J.*, 27 (3), pp: 137-143.
- **NGAMO L. S. T., & HANCE T., 2007.** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical, *Tropicultura J.*, 25 (4), pp: 215-220.
- **OBENG-OFORI D., REICHMUTH C.H., BEKELE J. & HASSANALI A., 1997.** Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles, *Journal of Applied Entomology*, 121, pp: 237-243.
- **OJIMELUKWE P. C., & ADLER C., 1999.** Potential of Zimtadehyde, 4-allyl-anisol, linalool, terpineol and other phytochemicals for the control of confused Flour Beetle (*Tribolium confusum J. D. V.*) (Col: Tenebrionidae). *J Pest Sci.*, 72, pp: 81-86.

- **OFUYA T. I., 1990.** Oviposition deterrence and ovicidal properties of some plants powders against *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea (*Vigna unguiculata*), seeds. *J. Agric. Sci.*, 115, pp: 343–345.
- **OLAFSSON K., JAROSZEWSKI J. W., SMITT U. W., NYMAN U., 1997.** Isolation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibiting triterpenes from *Schinus molle*. *Planta Med*, 63, pp: 352-355.
- **OSUJI F. N. C., 1982.** Radiographic studies of the development of *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera, Bruchidae) in cowpea seeds. *J. Stored prod*, pp: 1-8.
- **PADRINI F., & LUCHERONI M. T., 1996.** Le grand livre des huiles essentielles : Guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et l'aromomassage énergétique avec plus de 100 photographies. *Ed. De Vecchi*, 15 p.
- **PAPACHRISTOS D. P., & STAMOPOULOS D. C., 2002.** Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38(2), pp: 117-128.
- **PARKER T. A., 1988.** Lutte intégrée contre les agents de détérioration biologique dans les bibliothèques et les archives. *Programme général d'information et UNISIST*, Paris, UNESCO, 56p.
- **PAULIAN R., 1988.** Biologie des Colopteres. *Ed. Lechevalier*, Paris, pp : 196-341.
- **PEDERSEN J. A., 2000.** Distribution and taxonomic implication of some phenolics in the family Lamiaceae determined by ESR spectroscopy. *Biochem. Syst. Ecol*, 28, pp: 229-253.
- **PEREIRA M., 1960.** Contribuicao para estudo da *Tineola bisselliella* seu combate. (Contribution to the study of *T. bisselliella* and its control.). *Estudos, Ensaios Documentos*, 78, pp: 1–134.
- **PETERSEN G., 1969.** Beiträge zur insekten-fauna de DDR: Lepidoptera-Tineidae. *Beiträge zur Entomologie*, 19, pp: 311–388.
- **PIBIRI M. C., & SEIGNIEZ C., 2001.** Assainissement microbologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles et leurs effets sur le bien-être des occupants, CISBAT, Lausanne, LESO, EPFL.
- **PRATES H. T., SANTOS J. P., WAQUIL J. M., FABRIS J. D., OLIVEIRA A. B., FOSTER J., 1998.** Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F) and *Tribolium castaneum* (H). *J Stored Prod Res*, pp: 243-249.

- **QUEZEL P., et SANTA S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II, *Ed. CNRS*, Paris.
- **QUIROGA E. N., SAMPIETRO A. R., VATTUONE M. A., 2001.** Screening antifungal activities of selected medicinal plants, *J. Ethnopharmacol*, 74, pp: 89-96.
- **RAI M. K., ACHARYA D. and WADEGAONKAR P., 2003.** Plant derived-antimycotics: Potential of Asteraceous plants, in: Plant-derived antimycotics: Current Trends and Future prospects. *Haworth press*, N-York, London, Oxford, pp: 165-185.
- **RAJA N., ALBERT S., IGNACIMUTHU S., and DORN S., 2001.** Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. *J. Stored Prod. Res*, 37, pp: 127–132.
- **REGNAULT-ROGER C., & HAMRAOUI A., 1993.** Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. Against its Bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say). *J. stored Prod. Res.*, 29(3), pp: 259-264.
- **REGNAULT-ROGER C., & HAMRAOUI A., 1994.** Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*, 13 (8), pp: 624-628.
- **REGNAULT-ROGER C., & HAMRAOUI A., 1995.** Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Stored Prod. Res*, 31, pp: 291-299.
- **REGNAULT-ROGER C., & HAMRAOUI A., 1997.** Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. *Ed Acta bot. Gallica.*, 144 (4), pp: 401-412.
- **REGNAULT-ROGER C., PHILOGÈNE B. J. R., & VINCENT C., 2002.** Biopesticides d'origines végétales. *Tec & Doc Eds*, Paris, 337 p.
- **REGNAULT-ROGER C., PHILOGÈNE B. J. R., VINCENT C., 2008.** Biopesticides d'origine végétale. 2^{ème} Ed, *Lavoisier*, 546p.
- **RIBA G., & CILVY C., 1989.** Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives. *Ed. INRA*, Paris, 230p.
- **RICHARD H., 1974.** Quelques espèces et aromates et leurs huiles essentielles. *Séries synthèse bibliographiquess*, C. D. U. P. A., pp : 2.

- **RICHTER G., 1993.** « Métabolisme des végétaux » Physiologie et biochimie, Presses polytechniques et universitaires. *Romandes*, 292p.
- **RIGHI F., 2010.** Etude de la relation plante-insecte chez les Bruchidées : Cas de la bruche du pois chiche *Callosobruchus chinensis* L., Thèse. Doc en sciences. Univ. Mascara, Algérie. 109 p.
- **ROBINSON G.S., & NIELSEN E.S., 1993.** Tineid Genera of Australia. Monographs on Australian Lepidoptera Tome 2. *CSIRO Publications, Melbourne, Australia*, pp: 1–344.
- **ROGAN W. J., 1988.** Congenital poisoning by polychlorinated biphenyl and their contaminants in Taiwan. *Science*, 241, pp: 334-336.
- **RUBERTO G., BIONDI D., CIANA P., and GERACI T., 1993.** Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flavour and Fragrance J.*, 8, pp: 331-337.
- **RUBERTO G., BRATTA M. T., SARI M., KAÂBECHE M., 2002.** Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from Algerian *Origanum glandulosum* Desf., *Flavour and Fragrance J.*, 17, pp: 251-254.
- **SALGUEIRO L. R., VILA R., TOMI F., FIGUEIREDO A. C., BARROSO J. G., CANIGUERAL S., CASANOVA J., PROENCA A., ADZET T., 1997.** Variability of essential oils of *Thymus caespititus* from Portugal. *J. of Phytochemistry*, 45, pp: 307-311.
- **SANON A., OUEDRAOGO A.P., TRICULT Y., CREDLAND P.F., and HUIGNARD J., 1998.** Biological control of bruchid in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) adult. *Environ. Entomol.*, pp: 717-725.
- **SCHIRNER M., 2004.** Huiles essentielles: Description de plus de 200 huiles essentielles et huiles végétales. *Guy Trédaniel*, pp: 23.
- **SCHMALE I., WACKERSB F.L., CARDONA C., DORN S., 2006.** Biological control of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae), by the native parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hym.: Pteromalidae) on small-scale farms in Colombia. *Journal of Stored Products Research.*, (42), pp: 31.
- **SCHMIDT G. H., RISHA E. M., and EL-NAHAL, A.K.M., 1991.** Reduction of progeny of some stored-product Coleoptera by vapour of *Acorus calamus* oil. *J. Stored Prod. Res*, 27 (2), pp: 121-128.

- **SECK D., SIDIBE B., HANDRUGE E., and GASPAR C., 1991.** Protection of stores of cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp at farm level: the use of different formulations of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) from Senegal, Med. Fac. Landbouwwet, Univ. Gent, 56, pp: 1217-1224.
- **SEKKAT M., 1996.** *Ruta chalepensis*: Composition chimique et activités insecticides. Thèse de Troisième Cycle (DES), Faculté des Sciences, Rabat, Maroc, pp : 23-27.
- **SERI-KOUASSI B. P., KANKO C., et ABOUA L. R. N., BEKON K. A., GLITHO A. I., KOUKOUA G., GUESSAN Y. T., 2004.** Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé. *C. R. Chimie* 7, pp : 1043–1046.
- **SERPEILLE A., 1991.** La bruche du haricot : un combat facile ? *Bulletin semences N°116, Ed : FNAMS*, Paris, pp : 32-34.
- **SIJELMASSI A., 1991.** Les plantes médicinales du Maroc. *2ème Ed. Le fenec*, Casablanca.
- **SIM M. J., CHOI D. R., and AHN Y. J., 2006.** Vapor phase toxicity of plant essential oils to *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of economic entomology*, 99(2), pp: 593-598.
- **SINHA R.N., WATTERS F.L., 1985.** Insect Pests of Flour Mills, Grain Elevators and Feed Mills and their Control. *Research Branch Agriculture*, Canada, pp: 1–290.
- **SIVROPOULOU A., KOKKINI S., LANARAS T., ARSENAKIS M., 1995.** Antimicrobial activity of mint essential oils. *J. Agric. Food Chem.*, 43, pp: 2384-2388.
- **SMALLFIELD B., 2001.** Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*, 45, pp: 4.
- **STORK N. E., 1997.** Measuring global biodiversity and its decline. In: « *Biodiversity II* » (eds. Reaka-Kudla ML, Wilson DE, Wilson EO). Joseph Henry Press, Washington, D.C., USA. pp : 41-68.
- **SOLIMAN F. M., KASHOURY E. A., FATHY M. M., GONAIID M. H., 1994.** Analysis and biological activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. from Egypt. *Flavour Fragr. J.*, 9, pp: 29-33.
- **STRONG D. R., LAWTON J. H., SOUTHWOOD T. R. E., 1984.** Insects on Plants: Community Patterns and Mechanisms. *Blackwell Science, Oxford*, Royaume-Uni.

- **TALAVERA S., GIBBS P. E., et HERRERA J., 1993.** Reproductive biology of *Cistus ladaniferus* (Cistaceae). *Plant Syst. and Evol.* 186, pp: 123-134.
- **TAPONDJOU L. A., ADLER C., BOUDA H., FONTEM D. A., 2002.** Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 38, 395-402.
- **TAPONDJOU L. A., ADLER C., BOUDA H., et FONTEM D. A., 2003.** Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de la bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab (Coleoptera, Bruchidae). *Cahiers d'études et de recherches francophones, Agricultures*, 12(6), pp : 401-407.
- **TAYLOR L., 2005.** The healing power of rainforest herbs, a guide to understanding and using herbal medicinal. *Ed. Square One Publishers*, New York.
- **TCHOUMBOUGNANG F., DONGMO P. M. J., SAMEZA M. L., MBANJO E. G. N., FOTSO G. B. T., ZOLLO P. H. A., MENUT C., 2009.** Activité larvicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 13(1), pp: 77-84.
- **THOMAS A. P., 1988.** Lutte intégrée contre les agents de détérioration biologique dans les bibliothèques et les archives, Programme général d'information et UNISIST. Paris, U N E S C O, 56 p.
- **TORRES-VILA L. M., RODRIGUEZ-MOLINA M. C., LACASA-PLASENCIA A., BIELZA-LINO P., RODRIGUEZ-DELRINCON A., 2002.** Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* in Spain: current status and agroecological perspective. *Agr Ecosystems & Env*, 93, pp: 55-66.
- **TRABUT L., 1935.** Flore du Nord de l'Afrique : Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique, *Collection du Centenaire de l'Algérie*, Alger.
- **URSULA V. P., JUMA S. L., PETER J. E., ANGELIKA H., 2009.** Effectiveness of products from four locally grown plants for the management of *Acanthoscelide obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (both Coleoptera: Bruchidae) in stored under laboratory and farm conditions in Northern Tanzania. *Journal of Stored Products Research*. (45), pp: 97-10.

- **VASSILIEV I., 1935.** *Acanthoscelides obtectus* Say, under field conditions in Abkazie. plant, Prot, pp: 124-130.
- **WEAVER D. K., DUNKEL F. V., NTEZURUBANZA L., JACKSON L. L., & STOCK D. T., 1991.** The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled *Ocimum canum* Sims (Lamiaceae), for protection against postharvest damage by certain stored product Coleoptera. *J. stored Prod. Res*, 27 (4), pp: 213-220.
- **WEHMER C., 1931.** Botanisch-systematisch bearbeitet. *Verlag Von Gustav Fisher*, pp: 879-880.
- **WEISSLING T.J., LEWIS T.M., Mc-DONOUGH L.M., & HORTON D.R., 1997.** Reduction in pear *psylla* (Homoptera : Psyllidae) oviposition and feeding by foliar application of various materials. *Canad. Entomol.*, 129, pp: 637-643.
- **WIESENFELD E., 1999.** Aroma Profiles of Various *Lavandula* Species. *Scientific Instrument Services*, pp : 7-12.
- **WRIGHT J.E., & CHANDLER L.D., 1996.** Biopesticide composition and process for controlling insect pests. *Biotechnology advances*, 14, 3, p 285.
- **ZAGULYAEV A.K., 1954.** On the biology of the clothes moth, *Tineola bisselliella*, and of new furniture moth, *Tineola furciferella*. *Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademiya Nauk SSSR*, 15, pp: 154–169.
- **ZAGULYAEV A.K., 1960.** Tineidae. Part 3-subfamily Tineinae. *Fauna SSSR*, 78, pp: 1–267.

ملخص

قمنا باختبار مسحوق الأوراق والزيوت الأساسية المستخرجة من عشر نباتات عطرية من غرب الجزائر، في الظروف المخبرية وبجرعات مختلفة على الحشرتين *Acanthoscelides obtectus* و *Tineola bisselliella*، مساحيق الأوراق والزيوت الأساسية المستعملة لها تأثير سام على الحشرات كما أنها تسبب تخفيض كبير في نسبة وضع البيض عند إناث الحشرتين مقارنة بالشاهد، مسحوق أوراق *Artemisia herba-alba* هو الأكثر فعالية على البالغين من *A. obtectus* ويرقات *T. bisselliella*، مسحوق أوراق *Rosmarinus officinalis* هو الأكثر فعالية على البالغين من *T. bisselliella*. الزيوت الأساسية المستخرجة من *Origanum glandulosum* هي الأكثر سمية للبالغين من *A. obtectus* الزيوت الأساسية المستخرجة من *R. officinalis* هي الأكثر سمية على البالغين من *T. bisselliella*، الزيوت الأساسية المستخرجة من *A. herba-alba* هي الأكثر سمية ضد يرقات هذه الأخيرة، من ضمن النباتات العشر المختبرة *Rosmarinus officinalis* تبقى النبتة الأكثر فاعلية على خصوبة إناث الحشرتين. الزيوت الأساسية المستخلصة من *A. herba-alba*، *R. officinalis* و *O. glandulosum* تقضي تماما على خصوبة السوس *A. obtectus* بجرعة 5 ميكروليتر/30غ من البذور في حين استعمال الزيوت الأساسية المستخلصة من *A. herba-alba*، *O. glandulosum* و *Lavandula stoechas* تقضي تماما على خصوبة إناث *T. bisselliella* و بجرعة 3 ميكروليتر/50,24 سم². قمنا باختبار المبيدان MALGRAIN 2% و CELLITCA على الحشرتين، هذه المبيدات لها تأثير أكبر بكثير من مساحيق النباتات العطرية والزيوت الأساسية حتى بجرعات منخفضة.

الكلمات المفتاحية: *Acanthoscelides obtectus*، *Tineola bisselliella*، النباتات العطرية، النشاط الابادي للحشرات.

Résumé

Les poudres des feuilles et les huiles essentielles extraites de dix plantes aromatiques d'Ouest Algérien, ont été testées dans des conditions de laboratoire à différentes doses sur la bruche *Acanthoscelides obtectus* et la mite *Tineola bisselliella*. Ces poudres des feuilles et huiles essentielles présentent une activité insecticide et entraînent chez les femelles des deux insectes étudiés une réduction significative de la ponte par rapport à celle dans le témoin. La poudre des feuilles d'*Artemisia herba-alba* est la plus efficace contre les adultes d'*A. obtectus* et les larves de *T. bisselliella*, la poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis* est la plus efficace sur la longévité des adultes de *T. bisselliella*, l'huile essentielle extraite de *R. officinalis* est la plus toxique sur les adultes d'*A. obtectus*, tandis que l'huile essentielle extraite d'*Origanum glandulosum* est la plus toxique sur les adultes de *T. bisselliella*, l'huile essentielle extraite d'*A. herba-alba* est la plus toxique contre les larves de *T. bisselliella*. Parmi les dix plantes aromatiques testées, *Rosmarinus officinalis* reste la plante la plus efficace sur la fécondité des femelles d'*A. obtectus* et *T. bisselliella*. Les huiles essentielles d'*A. herba-alba*, *R. officinalis*, et *O. glandulosum* inhibent complètement la fécondité des bruches à une dose de 5 µL/30g de graines, alors que les huiles essentielles extraites d'*A. herba-alba*, *O. glandulosum* et *Lavandula stoechas* inhibent la fécondité des mites à une dose de 3µL/50,24cm². Nous avons testé l'efficacité de deux pesticides MALGRAIN 2% et ACTELLIC sur les deux insectes étudiés, ces pesticides présentent une activité plus grande que celle des poudres des feuilles et huiles essentielles même à faibles doses.

Mot-clés : *Acanthoscelides obtectus*, *Tineola bisselliella*, plantes aromatiques, activité insecticide.

Abstract

The powders of the sheets and the essential oils extracted from ten aromatic plants from Algerian West, were tested under conditions of laboratory with various amounts on the bruchid *Acanthoscelides obtectus* and the mite *Tineola bisselliella*. These powders of the sheets and oils essential present an insecticidal activity and involve in the females of the two studied insects a significant reduction of the laying compared to that in the control. The powder of the sheets of *Artemisia herba-alba* is most effective against the adults of *A. obtectus* and the larval of *T. bisselliella*, the powder of the sheets of *Rosmarinus officinalis* is most effective on the longevity of the adults of *T. bisselliella*, the essential oil extracted from *R. officinalis* is most toxic on the adults of *A. obtectus*, while the essential oil extracted from *Origanum glandulosum* is most toxic on the adults of *T. bisselliella*, the essential oil extracted from *A. herba-alba* is most toxic against the larvae of *T. bisselliella*. Among the ten aromatic plants tested, *R. officinalis* remains the most effective plant on the fecundity of the females of *A. obtectus* and *T. bisselliella*. Essential oils of *A. herba-alba*, *R. officinalis*, and *O. glandulosum* completely inhibit the fecundity of the beetles to an amount of 5 µL/30g seeds, whereas the essential oils extracted from *A. herba-alba*, *O. glandulosum* and *Lavandula stoechas* inhibit the fecundity of the mites to an amount of 3µL/50,24cm². We tested the efficacy of two pesticides MALGRAIN 2% and ACTELLIC out of the two insects studied, these pesticides present an activity significantly greater that of the powders of the sheets and oils essential even with at low amount.

Key word: *Acanthoscelides obtectus*, *Tineola bisselliella*, aromatic plants, insecticidal activity.