

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة الاخوة منتوري

UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de Biologie Animale

N° d'ordre.....

Série .....

En vue de l'obtention du Diplôme De Doctorat en sciences

Spécialité : Entomologie

**Etude de la toxicité de certaines plantes sur  
les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae)**

Présenté par : Mme AOUATI Amel

Devant le jury:

Président :	LOUADI Kamel	Professeur	Université des FRERES MENTOURI
Rapporteur :	BERCHI Sélima	Professeur	Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie
Examineur:	SAMRAOUI Boudjemma	Professeur	Université du 8 Mai 1945 Guelma
Examineur:	BOUDHA Abdenacer	MCA	Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie
Examineur:	BENKENANA Naima	MCA	Université des FRERES MENTOURI

SOUTENUE LE :

Année Universitaire 2015 /2016

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, mes pensées sont pour ma directrice de thèse professeur Sélima Berchi, vous avez été pour moi un véritable *mentor*, je sais que je ne pourrai vous exprimer par ces quelques lignes mes sentiments et toute ma gratitude, car je ne vous ai jamais considérée comme un encadreur ; pour moi vous êtes un membre de ma famille à part entière, votre disponibilité, votre confiance, votre générosité, votre gentillesse m'ont marqués à jamais. Travailler sous votre direction a été un honneur et un plaisir inégalables.

Un vive remerciement au Professeur LOUADI Kamel, directeur du laboratoire de « Biosystématique et écologie des Arthropodes », Je suis très honorée que vous ayez accepté de présider ce jury.

Un grand merci au professeur SAMRAOUI Boudjemma, de l'université du 8 Mai 1945 de Guelma, vous compter parmi les membres de mon jury est un véritable honneur.

Un grand merci également au Docteur BOUDHA Abdenacer, de l'Ecole National Supérieur de Biotechnologie ; je suis très honorée que vous ayez accepté d'examiner ce travail.

Une pensée particulière pour docteur BENKENANA Naima, je suis très honorée de vous compter parmi les membres de mon jury.

Un grand merci à l'ingénieur de laboratoire, Fouad pour son aide, sa disponibilité, et sa sympathie au quotidien.

Un grand remerciement également pour tous les membres de ce laboratoire « tant cher à mon cœur », et plus particulièrement les doctorantes ; Sara, Fatima, Batoul et Asma.

## SOMMAIRE

1. INTRODUCTION .....	1
2. MATERIEL ET METHODES .....	10
2.1 Présentation de <i>Culex pipiens pipiens</i> Linnée., 1758 .....	10
2.1.1 Systématique et caractères morphologiques des différents stades .....	10
2.1.2 Le complexe <i>Culex pipiens</i> , ces membres et leurs répartitions mondiale.....	19
2.1.3 Bio écologie et cycle de développement de <i>Culex pipiens</i> L.....	21
2.2. Présentation des espèces végétales utilisées.....	24
2.2.1 <i>Artemisia herba alba</i> Linnée, 1753.....	24
2.2.2 <i>Marrubium vulgare</i> Linnée, 1753.....	25
2.2.3 <i>Laurus nobilis</i> Linnée, 1753 .....	26
2.2.4 <i>Eucalyptus globulus</i> Labill, 1800.....	27
2.2.5 <i>Mentha spicata</i> Linnée, 1753 .....	28
2.2.6 <i>Rosmarinus officinalis</i> Linnée, 1753.....	29
2.2.7 <i>Ruta montana</i> Linnée, 1753.....	30
2.2.8 <i>Thymus vulgaris</i> Linnée, 1753 .....	31
2.2.9 <i>Lavandula officinalis</i> Mill, 1768.....	32
2.2.10 <i>Origanum compactum</i> bentham, 1834 .....	33
2.3 Echantillonnage et élevage des larves de <i>Culex pipiens pipiens</i> Linné, 1758.....	34
2.4 Collectes des espèces végétales.....	35
2.5 Préparation des extraits de plantes.....	35
2.6. Réalisation des tests de toxicité.....	38
2.7 Analyses statistiques .....	39

2. RESULTATS.....	41
3.1 Etude de la toxicité des extraits aqueux d' <i>Artemisia herba alba</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	41
3.1.1 Toxicité de l'extrait d' <i>Artemisia herba alba</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	41
3.1.2 La régression linéaire d' <i>Artemisia herba alba</i> de 24h, 48h et 72 heures.....	42
3.1.3 Etude comparative des doses utilisées d' <i>Artemisia herba alba</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition.....	44
3.1.4. Etude des paramètres toxicologiques d' <i>Artemisia herba alba</i> pendant 24h, 48h et 72 h d'exposition.....	45
3.2 Etude de la toxicité des extraits aqueux de <i>Marrubium vulgare</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	47
3.2.1 Toxicité de l'extrait de <i>Marrubium vulgare</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	47
3.2.2 La régression linéaire de <i>Marrubium vulgare</i> de 24h, 48h et 72heures .....	47
3.2.3 Etude comparative des doses utilisées de <i>Marrubium vulgare</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition.....	49
3.2.4. Etude des paramètres toxicologiques de <i>Marrubium vulgare</i> pendant 24h, 48h et 72h d'exposition.....	50
3.3 Etude de la toxicité des extraits aqueux de <i>Laurus nobilis</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> . .....	52
3.3.1 Toxicité de l'extrait de <i>Laurus nobilis</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	52
3.3.2 La régression linéaire de <i>Laurus nobilis</i> de 24h, 48h et 72heures.....	52
3.3.3 Etude comparative des doses utilisées de <i>Laurus nobilis</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	54
3.3.4 Etude des paramètres toxicologiques de <i>Laurus nobilis</i> pendant 24h, 48h et 72h d'exposition.....	55
3.4 Etude de la toxicité des extraits aqueux d' <i>Eucalyptus globulus</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	57

3.4.1 Toxicité de l'extrait d' <i>Eucalyptus globulus</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	57
3.4.2 La régression linéaire d' <i>Eucalyptus globulus</i> de 24h, 48h et 72heures .....	57
3.4.3 Etude comparative des doses utilisées d' <i>Eucalyptus globulus</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition.....	59
3.4.4 Etude des paramètres toxicologiques d' <i>Eucalyptus globulus</i> pendant 24h, 48h et 72h.....	61
3.5 Etude de la toxicité des extraits aqueux de <i>Mentha spicata</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	62
3.5.1 Toxicité de l'extrait de <i>Mentha spicata</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	62
3.5.2 La régression linéaire de <i>Mentha spicata</i> de 24h, 48h et 72heures .....	62
3.5.3 Etude comparative des doses de <i>Mentha spicata</i> utilisées sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	64
3.5.4 Etude des paramètres toxicologiques de <i>Mentha spicata</i> pendant 24h, 48h et 72h .....	66
3.6 Etude de la toxicité des extraits aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	67
3.6.1 Toxicité de l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition.....	67
3.6.2 La régression linéaire de <i>Rosmarinus officinalis</i> 24h, 48h et 72heures .....	67
3.6.3 Etude comparative des doses de <i>Rosmarinus officinalis</i> utilisées sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition.....	69
3.6.4 Etude des paramètres toxicologiques de <i>Rosmarinus officinalis</i> pendant 24h, 48h et 72h.....	70
3.7 Etude de la toxicité des extraits aqueux de <i>Ruta montana</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	72
3.7.1 Toxicité de l'extrait de <i>Ruta montana</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	72
3.7.2 La régression linéaire de <i>Ruta montana</i> de 24h, 48h et 72heures.....	72

3.7.3 Etude comparative des doses de <i>Ruta montana</i> utilisées sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	74
3.7.4 Etude des paramètres toxicologiques de <i>Ruta montana</i> pendant 24h, 48h et 72h.	75
3.8 Etude de la toxicité des extraits aqueux de <i>Thymus vulgaris</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	77
3.8.1 Toxicité de l'extrait de <i>Thymus vulgaris</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	77
3.8.2 La régression linéaire de <i>Thymus vulgaris</i> de 24h, 48h et 72heures .....	77
3.8.3 Etude comparative des doses de <i>Thymus vulgaris</i> utilisées sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	79
3.8.4 Etude des paramètres toxicologiques de <i>Thymus vulgaris</i> pendant 24h, 48h et 72h .....	81
3.9 Etude de la toxicité des extraits aqueux de <i>Lavandula officinalis</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	82
3.9.1 Toxicité de l'extrait de <i>Lavandula officinalis</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	82
3.9.2 La régression linéaire de <i>Lavandula officinalis</i> de 24h, 48h et 72heures .....	82
3.9.3 Etude comparative des doses de <i>Lavandula officinalis</i> utilisées sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition.....	84
3.9.4 Etude des paramètres toxicologiques de <i>Lavandula officinalis</i> pendant 24h, 48h et 72h.....	85
3.10 Etude de la toxicité des extraits aqueux d' <i>Origanum compactum</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	87
3.10.1 Toxicité de l'extrait d' <i>Origanum compactum</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition .....	87
3.10.2 La régression linéaire d' <i>Origanum compactum</i> de 24h, 48h et 72 heures .....	87
3.10.3 Etude comparative des doses d' <i>Origanum compactum</i> utilisées sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition.....	89
3.10.4. Etude des paramètres toxicologiques d' <i>Origanum compactum</i> après 24, 48h et 72 h d'expositions. ....	91

4. DISCUSSION.....	92
CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	99
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	102
RESUMES	
ANNEXES	

## Liste des Figures

N°	Titres	Page
1	Aspet des œufs de <i>Culex pipiens</i> .	11
2	Morphologie générale d'une larve du IV <sup>e</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> .	12
3	Morphologie générale d'une nymphe de <i>Culex pipiens</i> .	14
4	Morphologie générale d'un imago de <i>Culex pipiens</i> .	15
5	Morphologie de la tête de <i>Culex pipiens</i> .	15
6	Morphologie du thorax de <i>Culex pipiens</i> .	16
7	Morphologie de l'abdomen de <i>Culex pipiens</i> .	17
8	Morphologie du terminalia (génitalia) de <i>Culex pipiens</i> .	18
9	Cycle de développement de <i>Culex pipiens</i> .	22
10	Aspect morphologique d' <i>Artemisia herba alba</i> L, 1753	24
11	Aspect morphologique de <i>Marrubium vulgare</i> L, 1753	25
12	Aspect morphologique de <i>Laurus nobilis</i> Linnée, 1753	26
13	Aspect morphologique d' <i>Eucalyptus globulus</i> Labill, 1800	27
14	Aspect morphologique de <i>Mentha spicata</i> Linnée, 1753	28
15	Aspect morphologique de <i>Rosmarinus officinalis</i> Linnée, 1753	29
16	Aspect morphologique de <i>Ruta montana</i> Linnée, 1753	30
17	Aspect morphologique de <i>Thymus vulgaris</i> Linnée, 1753	31

<b>18</b>	Aspect morphologique de <i>Lavandula officinalis</i> Mill, 1768	32
<b>19</b>	Aspect morphologique de <i>Origanum compactum</i> bentham, 1834	33
<b>20</b>	Présentation d'une cage d'élevage surmontée d'une boîte de pétri contenant du sang pour le repas des femelles.	35
<b>21</b>	photographie représentant un dispositif reliant deux Soxhlet sur leurs chauffes ballons à un Cryothermostats à circulation.	37
<b>22</b>	photographie représentant un appareil Rotavapor.	37
<b>23</b>	photographie représentant la technique des bioessais.	38
<b>24</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition.	42
<b>25</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition.	43
<b>26</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Artemisia herba-alba</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition.	43
<b>27</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Marrubium vulgare</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	48
<b>28</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Marrubium vulgare</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	48
<b>29</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de	

	<i>Marrubium vulgare</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	49
<b>30</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Laurus nobilis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	53
<b>31</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Laurus nobilis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	53
<b>32</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Laurus nobilis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	54
<b>33</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Eucalyptus globulus</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	58
<b>34</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Eucalyptus globulus</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	58
<b>35</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Eucalyptus globulus</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	59
<b>36</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Mentha spicata</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	63
<b>37</b>	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Mentha spicata</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i>	63

	après 48h d'exposition	
38	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Mentha spicata</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	64
39	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	68
40	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	68
41	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Rosmarinus officinalis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	69
42	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Ruta montana</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	73
43	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Ruta montana</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	73
44	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Ruta montana</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	74
45	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Thymus vulgaris</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	78

46	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Thymus vulgaris</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	78
47	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Thymus vulgaris</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	79
48	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Lavandula officinalis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	83
49	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Lavandula officinalis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	83
50	Droite de régression des concentrations de l'extrait de <i>Lavandula officinalis</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	84
51	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Origanum compactum</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition	88
52	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Origanum compactum</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition	88
53	Droite de régression des concentrations de l'extrait d' <i>Origanum compactum</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition	89

## Liste des Tableaux

N°	Titres	Page
1	Toxicité d' <i>Artemisia herba alba</i> sur <i>Culex pipiens</i>	41
2	Effet dose d' <i>Artemisia herba alba</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	44
3	Effet dose d' <i>Artemisia herba alba</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	44
4	Effet dose d' <i>Artemisia herba alba</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	45
5	Activité larvicide d' <i>Artemisia herba alba</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	46
6	Toxicité de <i>Marrubium vulgare</i> sur <i>Culex pipiens</i>	47
7	Effet dose de <i>Marrubium vulgare</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	49
8	Effet dose de <i>Marrubium vulgare</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	50
9	Effet dose de <i>Marrubium vulgare</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	50
10	Activité larvicide de <i>Marrubium vulgare</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	51
11	Toxicité de <i>Laurus nobilis</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	52
12	Effet dose de <i>Laurus nobilis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup>	54

	stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	
<b>13</b>	Effet dose de <i>Laurus nobilis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	<b>55</b>
<b>14</b>	Effet dose de <i>Laurus nobilis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	<b>55</b>
<b>15</b>	Activité larvicide de <i>Laurus nobilis</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	<b>56</b>
<b>16</b>	Toxicité d' <i>Eucalyptus globulus</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	<b>57</b>
<b>17</b>	Effet dose d' <i>Eucalyptus globulus</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	<b>59</b>
<b>18</b>	Effet dose d' <i>Eucalyptus globulus</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	<b>60</b>
<b>19</b>	Effet dose d' <i>Eucalyptus globulus</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	<b>60</b>
<b>20</b>	Activité larvicide d' <i>Eucalyptus globulus</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	<b>61</b>
<b>21</b>	Toxicité de <i>Mentha spicata</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	<b>62</b>
<b>22</b>	Effet dose de <i>Mentha spicata</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	<b>64</b>
<b>23</b>	Effet dose de <i>Mentha spicata</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	<b>65</b>
<b>24</b>	Effet dose de <i>Mentha spicata</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup>	<b>65</b>

	stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	
	Activité larvicide de <i>Mentha spicata</i> à différentes	
<b>25</b>	concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	66
<b>26</b>	Toxicité de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	67
<b>27</b>	Effet dose de <i>Rosmarinus officinalis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	69
<b>28</b>	Effet dose de <i>Rosmarinus officinalis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	70
<b>29</b>	Effet dose de <i>Rosmarinus officinalis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	70
<b>30</b>	Activité larvicide de <i>Rosmarinus officinalis</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	71
<b>31</b>	Toxicité de <i>Ruta montana</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	72
<b>32</b>	Effet dose de <i>Ruta montana</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	74
<b>33</b>	Effet dose de <i>Ruta montana</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	75
<b>34</b>	Effet dose de <i>Ruta montana</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	75
<b>35</b>	Activité larvicide de <i>Ruta montana</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	76
<b>36</b>	Toxicité de <i>Thymus vulgaris</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	77

<b>37</b>	Effet dose de <i>Thymus vulgaris</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	79
<b>38</b>	Effet dose de <i>Thymus vulgaris</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	80
<b>39</b>	Effet dose de <i>Thymus vulgaris</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	80
<b>40</b>	Activité larvicide de <i>Thymus vulgaris</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	81
<b>41</b>	Toxicité de <i>Lavandula officinalis</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	82
<b>42</b>	Effet dose de <i>Lavandula officinalis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	84
<b>43</b>	Effet dose de <i>Lavandula officinalis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	85
<b>44</b>	Effet dose de <i>Lavandula officinalis</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 72h d'exposition. (ANOVA)	85
<b>45</b>	Activité larvicide de <i>Lavandula officinalis</i> à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre <i>Culex pipiens</i>	86
<b>46</b>	Toxicité d' <i>Origanum compactum</i> sur <i>Culex pipiens</i> .	87
<b>47</b>	Effet dose d' <i>Origanum compactum</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 24h d'exposition. (ANOVA)	89
<b>48</b>	Effet dose d' <i>Origanum compactum</i> appliqué sur les larves du 4 <sup>ème</sup> stade de <i>Culex pipiens</i> après 48h d'exposition. (ANOVA)	90
<b>49</b>	Effet dose d' <i>Origanum compactum</i> appliqué sur les larves du	90

4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

- 50**    Activité larvicide d'*Origanum compactum* à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre *Culex pipiens* 91

## 1. INTRODUCTION

La biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps (Blondel, 1975). La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore (Lobo et *al*, 1997). Cette faune qui est représentée par toutes les espèces animales d'un écosystème, compte les insectes qui constituent près de 60% du règne animal (Pavan, 1986) et 50% de la diversité de la planète (Wilson, 1988).

Appartenant à l'embranchement des Arthropodes ; les insectes hématophages sont responsable de la transmission d'agent infectieux (virus, bactérie, protozoaire ou helminthe) d'un individu infecté à un individu sain, provoquant ainsi bon nombre de maladies vectorielles (Rodhain & Perez, 1985), en effet leurs rôles épidémiologiques variés, ont fait d'eux un problème majeur de santé publique (Berge, 1975 ; Jolivet, 1980).

Ces insectes vecteurs sont principalement des moustiques, des phlébotomes, des moucherons (Culicoïdes) et des poux ; ils réalisent une transmission biologique ou active car l'agent infectieux accomplit un cycle d'amplification ou de développement au préalable chez l'arthropode vecteur, la plupart de ces maladies à transmission vectorielle sont des zoonoses (touchent les animaux) où l'homme est le plus souvent un hôte accidentel (Amraoui et *al* ,2012), mais néanmoins fortement affecté.

Parmi les plus redoutables insectes vecteurs au monde, les moustiques se taillent une place de choix, ils sont affiliés à l'ordre des diptères et à la famille des Culicidés. Ils sont cosmopolites et sont groupés en deux sous-familles ; *Culicinae* et *Anophelinae* répartis à travers le monde en 1400 espèces. (Edwards, 1932).

L'espèce *Culex pipiens* L est le seul membre du complexe *Culex pipiens* présent en Afrique du Nord. La capacité de *Culex pipiens* à s'adapter à tous les biotopes (Hassaine, 2002 ; Faraj et *al.*,2006) lui permet d'être vecteur de plusieurs agents pathogènes responsables de maladies infectieuses parfois mortelles (Aouinty et *al.*,2006 ; Kosone et *al.*,2008 ; Guyatt et *al.*, 1999) affectant l'homme et/ou l'animal tel est le cas du virus West Nile (Krida et *al.*, 2011), le virus de la fièvre de la vallée du Rift (Hoogstraal et *al.*, 1979; Meegan et *al.*, 1980; Moutailler et *al.*, 2008) et des filaires (Harb et *al.*, 1993; Krida et *al.*, 1998; AbdulHamid et *al.*, 2009; AbdulHamid et *al.*, 2011).

En effet ces 30 dernières années ont vu l'apparition dramatique de maladies infectieuses, particulièrement celles à transmission vectorielle (Gubler, 2004) ; l'émergence, la réémergence ou la recrudescence inattendue de certaines maladies vectorielles; comme la fièvre de la vallée du Rift, le West Nile, le paludisme, la leishmaniose, l'encéphalite japonaise, la fièvre jaune ou la dengue placent ainsi chaque jour de nouvelles populations humaines dans des zones à risque d'infection ; car les vecteurs qui en sont responsable sont largement répandues dans le monde ; surtout en zone intertropicale, plus rares cependant en zone tempérée voir septentrionale (Amraoui et *al.* ,2012).

Selon Savage et Miller (1995), *Culex pipiens* est l'un des principaux vecteurs de l'encéphalite de Saint-Louis aux Etats-Unis, il a été considéré aussi comme le principal vecteur du virus West-Nile en Roumanie (Savage et *al.*,1999), en Israël (Samina et *al.*,1986), aux Etats Unis (Plamisano et *al.*, 2005), en Bulgarie et en République tchèque (Hubalek et Halouzka, 1999). Le Maroc a été touché en 1996 (Harrack et *al.*, 1997) et en 2003 (Schuffenecker et *al.*, 2003). Cette espèce intervient dans l'amplification du cycle de transmission du virus aux oiseaux (Tardif et *al.*, 2003). Elle a également un rôle de vecteur pour d'autres agents pathogènes responsables de la *malaria*, la *fièvre jaune*, la *dengue*, la *filariose* (Hamon et Mouchet ,1967) et de certaines encéphalites (El Kady et *al.*, 2008).

En Algérie, le virus West Nile a provoqué une épidémie importante dans la région de Timimoune en 1994, des cas isolés d'encéphalites chez l'homme avec des cas mortels sont rapportés par Le Guenno et *al.* (1996) et Zientara et *al.* (2001).

L'élargissement des aires de répartitions des insectes hématophages à l'origine de l'expansion de ces maladies est en grande partie liée aux changements globaux que subie le monde dont l'intensification des échanges, l'instabilité politique, les changements climatiques, les changements de techniques agro-pastorales et l'urbanisation, rendant ainsi les pays tempérés vulnérables aux maladies tropicales (Patz et al, 1996; Gratz, 1999).

Deux arbovirus (le virus West Nile et le virus de la fièvre de la vallée du Rift) s'établissant en dehors de leurs aires de répartitions respectives illustrent parfaitement à eux seuls cette capacité d'assurer un cycle de transmission entre vecteurs et hôtes. En effet le virus du West Nile ou virus du Nil occidental a été isolé pour la première fois en 1937 dans le district West Nile en Ouganda (Smithburn et *al.*, 1940). Aujourd'hui, le virus est présent sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique faisant de lui le virus le plus répandu au monde (Kramer et *al.*, 2008).

Le virus de la fièvre de la vallée du Rift quand à lui, a été isolé en 1930 lors d'une épizootie au Kenya (Daubney et *al.*, 1931). Pendant plusieurs années, le virus était responsable d'épizooties en Afrique de l'Est et du Sud. Ce n'est qu'en 1975, qu'une première épizootie-épidémie éclate en Afrique du Sud où l'infection humaine est associée pour la première fois à des symptômes de fièvre hémorragique et d'encéphalite (McIntosh et *al.*, 1980). Aujourd'hui, la fièvre de la vallée de Rift est présente en Afrique, à Madagascar et dans la péninsule arabique (Amraoui et *al.*, 2012).

Rajouté à cela la dengue qui est actuellement l'arbovirose urbaine la plus répandue dans le monde (Kuno, 1995). Le nombre annuel de cas d'infection y est estimé à 20 millions, dont environ 24 000 décès (Gubler, 1998).

Face à ces menaces, et afin de contrer la propagation des insectes et des épidémies y découlant, plusieurs méthodes ont été envisagées et adoptées ; ces stratégies de lutte se sont appuyées dans les premiers temps sur l'utilisation d'insecticides chimiques.

La première catégorie d'insecticide élaboré est représentée par les organochlorés ou composés synthétiques de première génération. Ainsi, le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) a été pour la première fois synthétisé par Othman Zeidler en 1873. Il aurait provoqué une véritable révolution dans la lutte contre les insectes. En effet, son efficacité lui aura valu la première place sur le marché mondial (Mouchet, 1995). En Europe par exemple, le DDT a été utilisé dès 1944 dans les habitations, pour lutter contre les moustiques transmettant le paludisme, le typhus, ainsi que d'autres insectes vecteurs de maladies. Les années 60 sont marquées par la priorité de lutter contre *Culex pipiens* (Brown, 1967) ; cette lutte était essentiellement basée sur l'élimination mécanique des gîtes larvaires potentiels, malgré le fait que normalement des milieux humides naturels ou artificiels ont aussi d'autres fonctions et ne peuvent pas être détruit par ces molécules chimiques (Feuillet-Dassonval, 2005), ce procédé qui était très efficace au début a très vite été dépassé par l'urbanisation (Hamon et Mouchet, 1967).

La deuxième catégorie d'insecticide est quant à elle représentée par les organophosphorés, les carbamates et les pyréthriinoïdes de synthèse qui sont des insecticides de deuxième génération. Ces insecticides chimiques sont très efficaces car ils ont une action directe sur le système nerveux central des insectes. Ils empêchent la transmission de l'influx nerveux ; soit en inhibant l'acétylcholinestérase pour les organophosphorés et les carbamates, soit en bloquant l'activité des canaux sodium pour les organochlorés et les pyréthriinoïdes.

Un exemple d'insecticide chimique appartenant à la famille des pyréthriinoïdes illustre bien l'efficacité de cette molécule c'est la deltaméthrine (pyréthriinoïde photostable) qui possède une activité insecticide élevée par voie de contact et

d'ingestion. La lutte antivectorielle avec cet insecticide à l'égard des anophèles, s'est révélée efficace en Amérique centrale (Roussel, 1984) et en Afrique (Bitsindou, 1983). En effet, une nette diminution de la densité anophélienne et une baisse momentanée des transmissions du Plasmodium ont été constatées. Selon Larhabli et al. (2010) le genre *Culex* montre une sensibilité à la deltaméthrine à 0,05%. Ainsi, les moustiquaires imprégnées de deltaméthrine provoquent une exophilie de *Culex quinquefasciatus*.

L'efficacité incontestée de ces insecticides de deuxième génération, soulève néanmoins un souci de taille qui est celui de la résistance des insectes à l'égard de ces molécules chimiques (Georghiou et al., 1975 ; Sinegre et al., 1977 ; Schoeters & Hoogenboom, 2006 ; Bonde et al., 2008 ; Al Sarar, 2009 ; Ekström & Ekblom, 2011).

Les méthodes suscitées sont basées sur l'utilisation de produits chimiques, ainsi des quantités considérables d'insecticides chimiques conventionnels ont été utilisées dans le monde (O.M.S., 1963) causant des dommages irréversibles à l'environnement et à l'homme. En effet, il a été prouvé qu'une perte massive de la biodiversité est liée à l'usage des insecticides à large spectre (Denys & Tschardt 2002 ; Altieri & Nicholls, 2004 ; Bianchi et al., 2006), certains organochlorés, organophosphorés, pyréthrinoïdes et carbamates ont été identifiés comme des substances toxiques et neurotoxiques (Strong et al., 2000 ; Colborn, 2006 ; Grandjean & Landrigan, 2006).

Toxiques par ce qu'elles entraînent de graves déséquilibres dans le milieu (pollution des eaux, contamination du sol et de l'air) (Regnault-Roger, 2002 ; Gueye et al., 2011), ou encore, l'érosion des sols, l'accumulation de résidus toxiques dans les produits récoltés (Norman, 2000 ; Snedeker, 2001; Den Hond & Schoeters, 2006 ; Schoeters & Hoogenboom, 2006 ; Bonde et al., 2008).

Et neurotoxiques par ce qu'elles agissent sur plusieurs systèmes physiologiques (croissance, reproduction et métabolisme) chez les organismes non visés (Gagné et al., 2008). Cette neurotoxicité a été également décelée sur les vertébrés (Mathew &

Thanuja, 2008 ; Timothy, 2012), sur les organismes aquatiques (De Groot, 2004), ainsi que sur les populations humaine se traduisant chez ces derniers par une perturbation du développement du système nerveux (embryons, fœtus et enfants) (Costa *et al.*, 2004 ; Colborn, 2006 ; Grandjean & Landrigan, 2006 ; Bjorling-Poulsen *et al.*, 2008). Il a été estimé que 12 millions d'enfants, rien qu'en Amérique souffrent de troubles de l'apprentissage, d'altérations neuro-développementales et comportementales liées a une exposition à ces différents produits.

Suite à ces conséquences néfastes, la recherche a élaboré d'autres méthodes alternatives aux insecticides chimique (kim *et al.*, 2000), ce qui a conduit au développement et utilisation de nouvelles molécules prenant en considération les paramètres biologiques, physiologiques et biochimiques des organismes vivants. Ces molécules sont sélectives, sans risques écotoxicologiques, biodégradables (Rageau *et al.*, 1980), et non toxiques pour les organismes non visés (Kostyukovsky *et al.*, 2000).

Ces molécules sont décrites comme étant la troisième génération d'insecticide, cette fois ci biologiques représentées par les toxines des bactéries *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* (*Bti*), *Bacillus sphaericus*..... et les extraits de plantes.

Dans les années 2000, la lutte bactérienne utilisant *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) monopoliser 95% du marché mondiale des agents microbiens de lutte contre les insectes (Kowang-Bo *et al.* , 2000). Son activité larvicide provient de la structure cristalline pouvant contenir plusieurs toxines (Lacoursiere et Boisvert, 2004) ; cette substance très toxique par ingestion s'est avérée être efficace vis-à-vis des larves de moustiques et celle des simulies. L'avantage de cette bactérie réside dans son innocuité envers la faune non cible et les mammifères (Debarjac *et al.*, 1980 ; Shadduck, 1980).

Une deuxième méthode est devenu incontournable ces dernier temps, c'est l'utilisation de plantes dans la lutte anti vectorielle, en effet ces extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement sur les moustiques. C'est des sources de molécules

naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (Guarrera, 1999).

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. L'utilisation des extraits de plantes comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone était connue depuis longtemps déjà comme agents de lutte contre les insectes (Crosby *et al.*, 1966), ainsi que les pyréthrinés considérés comme des insecticides naturels extraits de plantes (Aligon *et al.* 2010).

D'après Rageau et Delaveau (1980) les extraits de plantes agissent de deux façons possibles ; une action larvicide pouvant causer une mortalité appréciable des larves en 1 à 12 jours, ou une action juvénile mimétique de l'hormone juvénile, avec allongement de la durée de la vie larvaire pouvant inhiber la nymphose.

Une étude réalisée par Mustafa et Al Khazraji (2008) révèle l'effet de trois extraits de plantes, *Azadirachta excelsa*, *Cleome glaucescens* et *Quercus infectoria* avec une mortalité maximale après 3 jours de traitement sur les premiers stades larvaires des moustiques. Une autre expérience faite par Koua *et al.* (1998), sur des larves d'*Anopheles gambiae* soumises à un extrait aqueux de *persea americana* présentent d'importantes lésions au niveau de leur intestin moyen. L'action de cette plante sur les cellules gastriques se traduit par une hypertrophie cellulaire après une heure d'exposition ; après deux heures de traitement, les formes cellulaires ne sont presque plus perceptibles (Koua *et al.*, 1998). d'autres plantes ayant un effet insecticide, comme le ricin (*Ricinus communis*) L. et Thuya (*Tetrachinis articulata*) ont été utilisés comme biocide naturel dans le cadre de lutte anti-vectorielle (Aouinty *et al.*,2006).

Les expérimentations de Kaushik et Saini (2008) ont montré une activité larvicide des feuilles de *Millingtonia hortensis* qui agissent rapidement sur les larves des

moustiques. Des changements sont observés dans le comportement général des larves ; ces dernières deviennent inactives juste après quelques heures de traitement. Cette plante est dès lors, un insecticide biologique naturel prometteur.

La toxicité de deux plantes *Lantana camara* et *Catharantus roseus* sur les larves de moustiques a été étudiée par Remia et Logaswamy (2009). Les résultats sont des changements de comportement des larves comme l'incapacité de ces dernières à remonter en surface suivi par un déséquilibre conduisant à la mort des larves.

En Algérie, Alouani *et al.* (2009) ont réalisés des tests sur des larves et des nymphes de *Culex pipiens* avec des extraits de *Azadirachta indica* Juss 1980 extrait du margousier (Neem) dans les conditions de laboratoire. Les auteurs rapportent une diminution remarquable de la fécondité des adultes, associée à une augmentation de la stérilité et une prolongation de la période larvaire.

Ces insecticides biologiques sont caractérisés par une innocuité écologique, par l'abondance de leurs matières premières dans certains pays et donc leur faible coût de fabrication, présentant ainsi un grand intérêt dans la protection de masse (Combemale, 2001). Ces insecticides biologiques sont extraits de différentes manières, dans cette étude le choix de la méthode s'est porté sur une extraction par sonication réputé pour être une méthode simple, efficace et peu coûteuse, ses avantages les plus significatifs sont liés à l'augmentation du rendement d'extraction, à la réalisation d'extrait à des températures relativement basses évitant ainsi la thermodestruction des composés, ainsi que l'utilisation d'une large gamme de solvant afin d'obtenir différents composés naturels [Carnat *et al.*, 1998; Sterbova *et al.*, 2004 ; Grigonis *et al.*, 2005 ; Reighard T S et Olesik S V, 2006].

C'est dans cette perspective que s'inscrit ce travail de thèse relatif à la détermination de la toxicité de certaines plantes connus dans la bibliographie pour leurs caractères répulsifs sur les culicidae ; ces expérimentations ont été menées au niveau du Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes - Université Constantine 1- sur les larves de l'espèce *Culex pipiens* L particulièrement plastique,

très commune en Algérie et notamment dans la ville de Constantine. L'objectif de ce travail sera de répondre à ces questions à savoir « est ce qu'il existe des différences significatives entre les concentrations testées sur les larves L4 de *Culex pipines* pour chaque extrait et si tel est le cas, quels sont celles qui donneront la plus forte mortalité ».

Ce travail est scindé en 4 chapitres ; le premier chapitre est une introduction donnant un aperçu générale sur les Culicidés, les maladies vectorielle y découlant, les méthodes de luttés utilisées pour éradiquer ces moustiques avec une chronologie des faits.

Le deuxième chapitre s'attardera sur le matériel et les méthodes utilisées, décrivant d'abord le matériel animal sur lequel les tests ont été réalisés à savoir, le moustique *Culex pipiens pipiens* L, ensuite le matériel végétal représenté par une dizaine de plantes, à savoir ; l'armoise blanche, le marrube blanc, le laurier, l'eucalyptus, la menthe, le romarin, la rue des montagne, le thym, la lavande et l'origan et à la fin les techniques utilisées au laboratoire pour toutes les expérimentations d'extractions et celle ayant trait à la toxicologie.

Le troisième chapitre sera consacré aux résultats obtenus de ces expérimentations, soumis à des analyses statistiques pour essayer de répondre aux objectifs fixés au préalable.

Dans le dernier chapitre, une discussion est rédigée en référence à des travaux réalisés par d'autres auteurs. Le travail se termine par une conclusion et des perspectives.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1 Présentation de *Culex pipiens pipiens* Linnée., 1758

#### 2.1.1 Systématique et caractères morphologiques des différents stades

Apparus il y a plus de 170 millions d'années, les moustiques sont des antennates appartenant à la classe des Insectes de l'embranchement des arthropodes. Ils possèdent trois paires d'appendices locomoteurs. Ils appartiennent à l'ordre des Diptères, qui comme leur nom l'indique regroupe des insectes qui ne possèdent qu'une paire d'aile mésothoracique; les ailes métathoraciques sont transformées en haltères (ou balanciers). La famille des Culicidae comprend environ 3.000 espèces (KNIGHT *et* STONE, 1977 *in* Berchi, 2000) et se divisent en trois sous familles : les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae. En Algérie seule les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées avec six genres (Berchi, 2000) ; Anopheles, Culex, Culiseta, Aedes, Orthopodemya, Ochlerothatus et Uranotaenia.

La famille des culicidae dont fait partie le genre Culex se caractérise par des ailes recouvertes d'écailles. La trompe des adultes est d'une taille égale a celle de la tête et du thorax combinés (Rioux, 1958).

Culex appartient à la sous-famille des Culicinae, dont il possède les principales caractéristiques : les palpes sont allongés chez le mâle (plus longs que la trompe) et légèrement recourbes vers le haut, les palpes sont plus courts que la trompe chez la femelle (environ un quart de sa taille), au repos, l'abdomen des adultes est quasiment parallèle au support, les larves ont des antennes allongées et leur siphon respiratoire est long.

**Ainsi l'affiliation systématique de *Culex pipiens* est la suivante :**

*Règne:* Animalia

*Embranchement:* Arthropoda

*Sous-embranchement:* Hexapoda

*Classe:* Insecta

*Sous-classe:* Pterygota

*Ordre :* Diptera

*Sous-ordre:* Nematocera

*Famille:* Culicidae

*Sous-famille:* Culicinae

*Genre :* *Culex*

*Espèce:* *Culex pipiens*

### ***Les Œufs***

Les œufs sont pondus habituellement à la surface de l'eau, soit isolément (genres *Aedes* et *Anopheles*), soit regroupés dans des masses ayant la forme de nacelle (genres *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia*, *Orthopodomyia* et *Mansonia*), ils peuvent être déposés sur substrats humides (*Aedes*) qui peuvent éclore après une période de dessiccation. Les œufs flottent à la surface de l'eau soit du fait des phénomènes de tension superficielle, soit grâce à la présence de flotteurs latéraux (*Anopheles*) ou apicaux (*Culex*). La variation de forme, de taille et de coloration a parfois été utilisée en taxonomie. (Schaffner *et al.*, 2001).



Figure01. Aspect des œufs de *Culex pipiens*. (Aouati, 2009)

## Les Larves

Le développement larvaire des Culicidae comporte quatre stades de morphologie comparable, hormis la taille (de 1mm – 1,5 cm).

Les caractères morphologiques utiles en systématique concernent le quatrième stade; en effet la tête de la larve des moustiques a fait l'objet de très nombreux travaux, parmi lesquels, il faut citer surtout ceux de (Becker, 1938), (Cook, 1974), (Snodgrass, 1959), (Chaudonneret, 1962), (Gregbine, 1966). Formée par une plaque chitineuse médiane : le fronctoclypéus et deux latérales (plaques épicroaniques). Au fronctoclypéus est rattachée une plaque antérieure étroite (préclypéus) portant des brosses buccales. Les pièces buccales sont du type broyeur. Les plaques chitineuses (préclypéus et fronctoclypéus) portent des soies symétriques (soies préclypéables, clypéables, frontales, occipitales...). Latéralement on distingue deux tâches oculaires ainsi que les deux antennes. Ils ont un aspect variable suivant les groupes, spiculées sur toute la longueur chez les Anophelinés mais portant toujours des soies caractéristiques.

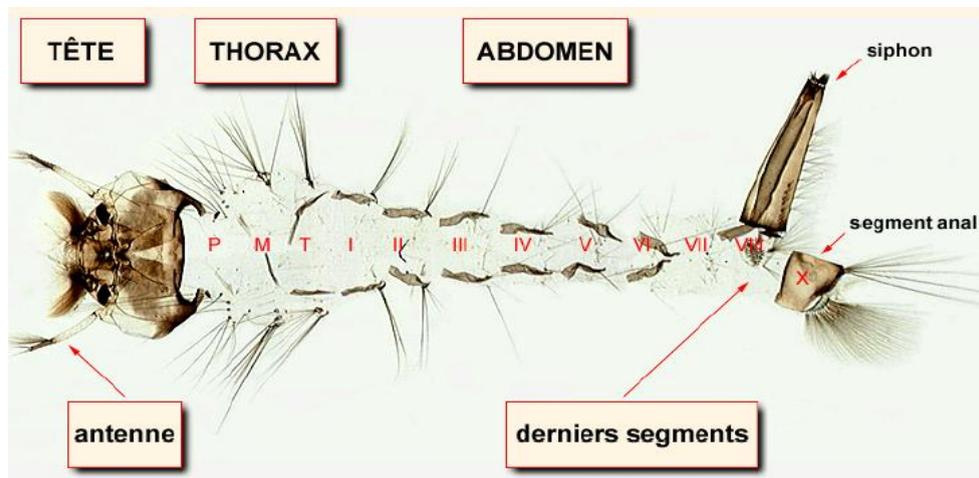


Figure02. Morphologie générale d'une larve du IV<sup>e</sup> stade de *Culex pipiens*.

(Schaffner *et al.*, 2001)

Représenté par une masse indivise de forme légèrement globuleuse, large aplatie dorso-ventralement, le thorax est formé de trois segments soudés (Prothorax, mésothorax et métathorax), dont la distinction se fait à l'aide de la chétotaxie. A l'angle antéro-dorsal, on distingue une paire de lobe transparent « notched organs »

des Anglo-Saxons ou organes bilobés rétractiles, pas visibles sur tous les exemplaires. Entre les lobes de chaque paire, il y a une dépression en entonnoir. D'après (Snodgrass, 1959), les « notched organs » rappellent des vestiges de stigmates antérieurs de nombreuses larves de Nématocères. Les stigmates des stades successifs ne sont pas formés à partir des stigmates précédents mais à partir des branches indépendantes de l'atrium stigmatique persistant, il serait possible que les trompettes respiratoires se rapportent de cette manière aux « notched organs ».

Le même auteur pense que l'abdomen de la larve de moustique possède 10 segments : huit segments bien apparents, le neuvième pas évident, soudé au huitième, et un dixième segment forme le segment anal. Le dixième, selon (Snodgrass, 1959), serait le segment anal qui correspondrait au petit lobe anal et dorsal de la nymphe en arrière de l'anneau qui est le neuvième segment, et qui porte en plus, les nageoires. Chez les Anophelinae, les sept premiers segments sont semblables. Le neuvième combiné au huitième formerait un anneau complet, c'est lui qui porte la paire de stigmates superficiels dorsaux, et sur sa partie latérale. Chez les Culicines et les Toxorhynchitines l'extrémité apicale est munie d'un organe médian, chitinisé, de forme tronconique appelé siphon respiratoire. La longueur et la largeur sont caractéristiques de l'espèce (indice siphonique, c'est le rapport de la longueur / largeur à la base, qui varie de 1 à 15) ce dernier porte latéralement une rangée d'épines appelée peigne du siphon et une ou plusieurs touffes de soies. Le dixième segment est le segment anal, il porte quatre longues papilles annales (lobes annaux), une brosse ventrale et des soies caudales internes et externes, sa partie tergale compte un sclérite en selle (Snodgrass, 1959).

### ***Les Nymphes***

A la fin du développement du quatrième stade, la larve ne se nourrit plus et devient une nymphe. La tête et le thorax chez la nymphe du moustique forment un volumineux céphalothorax, qui fait suite à un abdomen étroit recourbé de forme générale en virgule ou en point d'interrogation : La nymphe est formée dans l'exuvie larvaire.

Les organes comme les trompettes respiratoires, les antennes, les pièces buccales, les pattes, les ailes et des rudiments alaires métathoraciques se forment très tôt chez la larve ; dès le premier stade larvaire, on remarque les yeux nymphaux en avant des yeux larvaires ; ces yeux se développent surtout au quatrième stade, quand ils se pigmentent (Snodgrass, 1959).



Figure03. Morphologie générale d'une nymphe de *Culex pipiens*.

(Anonyme, 2010)

Au quatrième stade larvaire, sous la cuticule, on voit la majorité des éléments nymphaux (Snodgrass, 1959). Les distinctions taxonomiques des nymphes sont fondées sur les caractères des trompettes respiratoires, la chétotaxie et les caractères des nageoires.

### ***Les Imagos***

Les trois parties fondamentales du corps du Moustique sont bien distinctes.

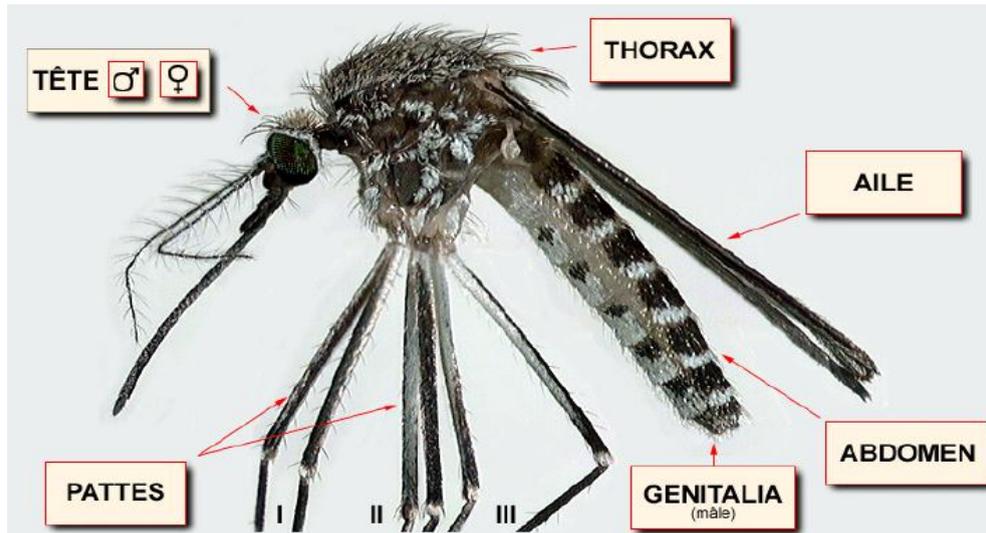


Figure 04. Morphologie générale d'un imago de *Culex pipiens*.

(Schaffner *et al.*, 2001)

### *Tête*

De forme générale globuleuse, elle porte :

- . Des yeux à facettes, volumineux et presque jointifs (séparés par une bande frontale étroite) souvent de couleur bleue ou vert métallique ; une paire d'antennes à quinze segments, plumeuses chez le mâle, presque glabres chez la femelle.
- . Des appendices buccaux de type piqueur-suceur.

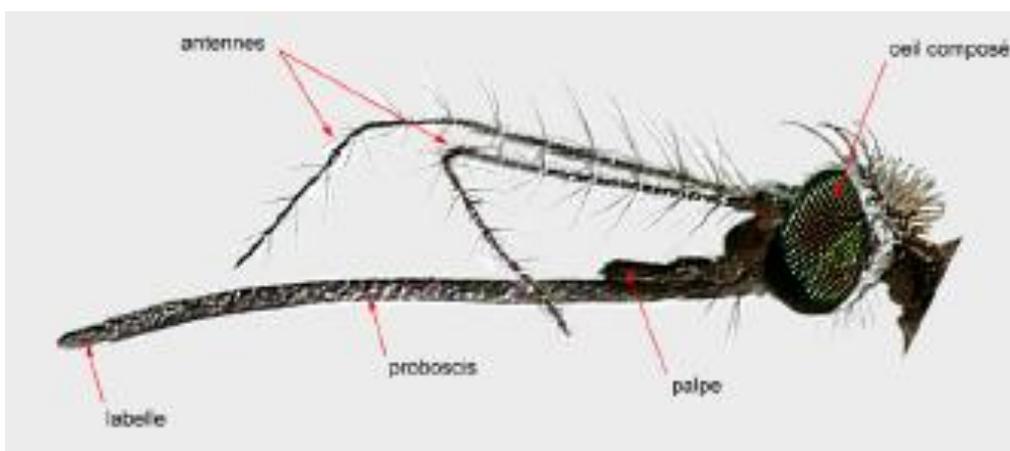


Figure 05. Morphologie de la tête de *Culex pipiens*.

(Schaffner *et al.*, 2001)

## ***Thorax***

Il est formé de trois segments soudés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax, chacun portant une paire de pattes. Le mésothorax et le métathorax portent respectivement les ailes fonctionnelles et les balanciers (deuxième partie d'ailes modifiée). La chétotaxie thoracique, surtout les soies pleurales (spiraculaires, postspiraculaires, sterno-pleurales, préalaires...), ont un grand intérêt systématique (Bendali, 2006). Le thorax est garni d'écailles dont l'arrangement, la forme et la couleur constituent souvent une ornementation spécifique. Les pattes présentent aussi des caractères taxonomiques, les plus importants sont la longueur relative des cinq tarse, la présence (ou absence) de pulvilli et l'ornementation due aux écailles. Assez uniforme, la nervation alaire permet de séparer les genres ; les nervures sont couvertes d'écailles de forme, de taille et de couleur variables avec les genres et les espèces.



Figure 06. Morphologie du thorax de *Culex pipiens*.

(Schaffner *et al.*, 2001)

## ***Abdomen***

Il est mince et allongé, composé de dix segments dont les neuvième et dixième formant les génitalia (ou hypopygium) assurant les fonctions sexuelles. Les tergites et les sternites abdominaux sont ornés d'écailles constituant des caractères spécifiques, surtout chez la femelle.

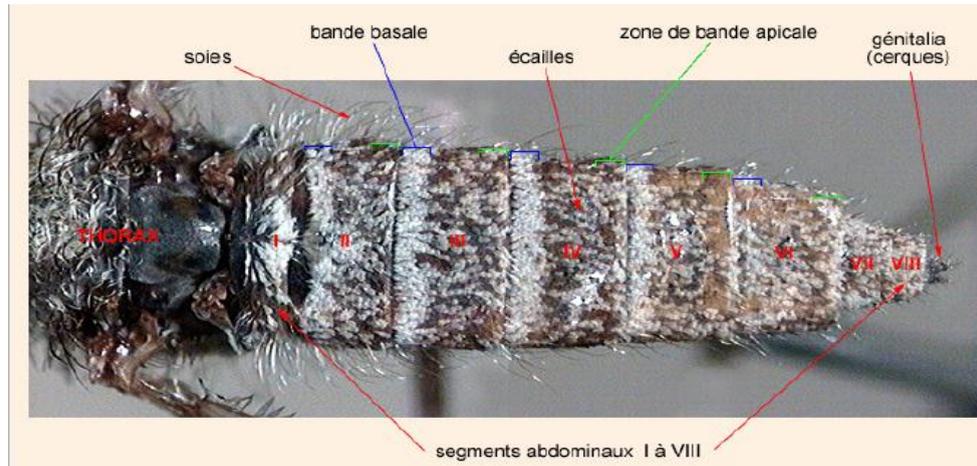


Figure 07. Morphologie de l'abdomen de *Culex pipiens*.

(Schaffner *et al.*, 2001)

### ***Terminalia mâle***

Les Terminalia des Nématocères sont très complexe et, comme ceux de la plupart des Ptérygotes, difficiles à comprendre. Les segments VIII et XI (segments génitaux) sont les plus modifiés, ils portent le gonopore et les organes externes d'accouplement. Chez le moustique les généralia mâles se distinguent de ceux de la femelle par la présence de grands forceps. Les Terminalia mâles ont été étudiés par de nombreux auteurs, il faut citer Edwards (1920, 1941), (Christophers, 1923), (Christophers et Barraud, 1931), Snodgrass (1957, 1959), (Harbach et Knight, 1980). Le terminalia mâle (ou hypopygium), qui comprend les 9 et 10<sup>ème</sup> segments, subit comme c'est la règle chez beaucoup de Nématocères, un phénomène d'hémi rotation de 180°, amenant la face ventrale en position dorsale. Cette circumversion se produit 4 heures après l'émergence. Très schématiquement, l'hypopygium se compose : du IX<sup>ème</sup> segment qui porte notamment deux forcipules d'une part, formé chacun de trois parties : coxite (présentant 2 ou 3 lobes : basal apical, éventuellement parabaasal), style et griffe et souvent deux claspettes. Le dixième segment, ou segment anal au niveau duquel se remarque le pénis (phallosome ou édéage) muni parfois d'apophyse et entouré de deux paramères et souvent des protubérances d'aspects très variés (en oursin chez les *Culex*). Deux latéraux basaux, plus ou moins développés insérés à sa base.

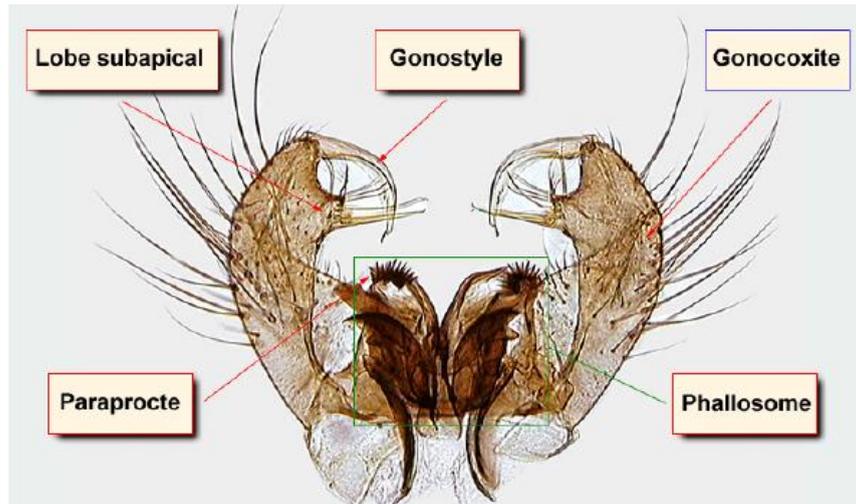


Figure 08. Morphologie du terminalia (génitalia) de *Culex pipiens*.  
(Schaffner *et al.*, 2001)

### ***Terminalia femelle***

L'étude des Terminalia femelle est basée surtout sur les travaux de (Macfie et Ingram, 1922), Christophers (1923, 1960), (Davis, 1926), (Gregbine, 1966). Elles sont difficiles à interpréter que ceux des mâles, possédant une morphologie relativement simple et un rôle taxonomique mineur qui se présente dans la détermination du genre. Les Terminalia femelles diffèrent des Terminalia mâles par les caractères suivants (pas d'inversion, les Terminalia gardent leur position primitive, le segment IV est plus réduit et ne porte ni appendice, ni lobe ; le segment anal ou segment X porte une paire de cerques). Le segment génital est plus ou moins rétracté, il comprend le tergite IX (Dorsal) et d'autre part l'insula et l'altrium qui représentent la chambre génitale.

- Insula ou sternite IX petite plaque chitineuse, sur la ligne médioventrale séparée par une mue de segment VIII portant des poils.
- Atrium ou chambre génitale où s'ouvrent l'oviducte, le conduit de la spermathèque et de la glande à mucus est un anneau sclérifié entourant le gonopore.

### 2.1.2 Le complexe *Culex pipiens*, ces membres et leurs répartitions mondiale

L'existence du complexe *Culex pipiens* est établie depuis longtemps, mais ce n'est qu'à partir de 1960 que les spécialistes le considèrent comme étant un problème mondial, de par son implication pathologique humaine ou vétérinaire (Vinogradova, 2003).

Selon les conclusions de Vinogradova (2000) ; le complexe *Culex pipiens* regroupe plusieurs espèces: *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758) avec ses deux formes; la forme *C. pipiens pipiens* et la forme *C. pipiens molestus* (Forskll, 1775), *Culex pipiens quinquefasciatus* (Say, 1823), *Culex pipiens pallens* (Coquillett, 1898), *Culex pipiens australicus* (Dobrotworsky et Drummond, 1953), *Culex pipiens vagans* (Wiedemann, 1828) et *Culex pipiens torrentium* (Martini, 1925).

D'autres espèces sont étroitement liées ou suggérées appartenir à ce complexe telles que, *Culex globocoxitus* (Dobrotworsky, 1953), *Culex fatigans* (Wiedemann, 1828), *Culex Pervigilans* (Von Bergroth, 1889). Les membres de ce complexe présentent des caractères morphologiques semblables avec des différences éco-physiologiques qui se traduisent par leur capacité à produire une première ponte sans prendre de repas sanguin (autogénie *versus* anautogénie), à s'accoupler dans des espaces fermés (sténogamie *versus* eurygamie), à entrer en diapause durant la période hivernale (hétérodynamie *versus* homodynamie) (Vinogradova, 2003; Smith & Fonseca, 2004).

Chaque membre appartenant au complexe *Culex pipiens* a une répartition géographique caractéristique. En effet, *Culex pipiens* L. est présent en Europe, au Nord et au Sud de l'Afrique, en Asie non tropicale et en régions tempérées de l'Amérique du Nord et du Sud (Harbach *et al.*, 1985; Vinogradova, 2000; Vinogradova, 2003). *Culex pipiens* existe uniquement sous sa forme *molestus* au Japon, en Corée du Sud et en Australie (Vinogradova, 2000). *Culex quinquefasciatus* est présent en région tropicale, subtropicale de l'Afrique et des Amériques et en Sud-Est de l'Asie et de l'Australie (Fonseca *et al.*, 2006). *Culex pallens* est distribué à l'Est de l'Oural à travers l'Asie tempérée (Fonseca *et al.*, 2009). *Culex globocoxitus* et *Culex australicus* sont essentiellement limités à

l'Australie. *Culex vagans* est rencontré en Chine, en Inde, en Corée, au Japon, et en Russie. *Culex fatigans* et *Culex pervigilans* sont rencontrés en Nouvelle Zélande et dans les îles avoisinantes (Belkin, 1968). Et finalement, *Culex torrentium* est une espèce paléarctique présente en Europe et dans certaines régions asiatiques (Vinogradova, 2000).

Le moustique *Culex pipiens* L. existe sous deux formes: une forme *molestus* et une forme *pipiens*. La forme *molestus* est autogène (capable de réaliser une première ponte sans prendre de repas de sang), sténogame (peut s'accoupler dans des espaces confinés) et reste en activité durant la période hivernale (homodynamique). A l'inverse, la forme *pipiens* est anautogène (exigeant toujours un repas de sang pour réaliser une ponte), eurygame (s'accouple en plein air) et rentre en diapause pendant l'hiver (hétérodynamique). (Amraoui et al ,2012).

De plus, la forme *molestus* et la forme *pipiens* se développent respectivement dans des gîtes épigés et hypogés en Russie et aux USA (Byrne & Nichols, 1999; Huang et al., 2008). Cependant, les deux formes peuvent cohabiter dans des gîtes hypogés ainsi qu'en gîtes épigés (Chevillon et al., 1995; Gomes et al., 2009; Reusken et al., 2010). Les deux formes semblent ne pas être isolées génétiquement et leurs hybrides sont présents aux USA, au Sud et au Nord de l'Europe (Fonseca et al., 2004; Gomes et al., 2009; Reusken et al., 2010). Les deux formes présenteraient des préférences trophiques différentes, la forme *pipiens* se nourrit principalement sur les oiseaux (ornithophile) et la forme *molestus* sur les mammifères (mammophile). Par ailleurs, les hybrides ont des préférences trophiques mixtes pour les oiseaux et les mammifères. (Amraoui et al ,2012).

*Culex pipiens* L. est le seul membre du complexe *Culex pipiens* présent en Afrique du Nord. Il a fait l'objet dans cette région de plusieurs études et descriptions basées sur des caractères morphologiques, physiologiques, reproductifs et écologiques (Roubaud, 1939; Knight & Malek, 1951; Gaud, 1953; Vermeil, 1954; Rioux, 1958; Senevet et al., 1958; Rioux, 1965; Pasteur et al., 1977; Himmi et al., 1995).

Dans les zone urbaines, les populations de *Culex pipiens* colonisent les gites hypogés et ont été décrites comme autogènes, sténogames et anthropophiles. Des populations anautogènes ont été également observées en gites épigés. A l'inverse, en zones rurales *Culex pipiens* est anautogène, sténogame et anthropophile ou ornithophile (Amraoui et al ,2012).

### **1.1.3 Bio écologie et cycle de développement de *Culex pipiens* L**

Selon Rioux et Arnold (1955) et Sinègre et al (1976), les larves de *Culex pipiens* se retrouvent dans les gîtes les plus divers des milieux urbain et périurbain, plus particulièrement ceux riches en matières organiques. Car *Culex pipiens* L est une espèce qui se reproduit dans des habitats naturels et artificiels de différentes tailles (Self et al., 1973 ; Savage et Miller, 1995 ; Tardif et al., 2003 ; Ouedraougou et al., 2005).

Les moustiques sont des insectes holométaboles. Leur développement passe par une phase larvaire aquatique avant le stade adulte aérien, entrecoupé d'une courte phase nymphale. Après l'accouplement, les femelles prendront un repas sanguin nécessaire à l'élaboration des œufs pour les espèces anautogènes. Cependant, les femelles de *Culex pipiens* autogènes peuvent produire une première ponte sans repas sanguin en utilisant les réserves accumulées durant leur stade larvaire.

Les œufs sont pondus dans l'eau, claire en général, mais on les trouve également dans les eaux polluées, chargées en matières organiques qui permettront aux larves de se nourrir. Les œufs sont déposés en une nacelle qui flotte sur l'eau. L'éclosion se produit environ 24 h à 48 h après l'oviposition.

Selon les genres, les femelles moustiques gravides pondent leurs œufs de différentes manières. Les oeufs d'*Aedes* sont généralement déposés sur un substrat humide à l'interface air/eau. Résistants à la dessiccation, ils peuvent parfois patienter pendant plus d'un an jusqu'à la prochaine mise en eau du gîte. Les femelles du genre *Culex* pondent plus d'une centaine d'œufs à la surface de l'eau sous forme de barquettes alors que les œufs du genre *Anopheles* sont pondus

individuellement à la surface de l'eau (Rioux, 1958). Les œufs peuvent aussi rester à l'état quiescent (déshydratation des œufs qui restent viables) (Rioux, 1958).

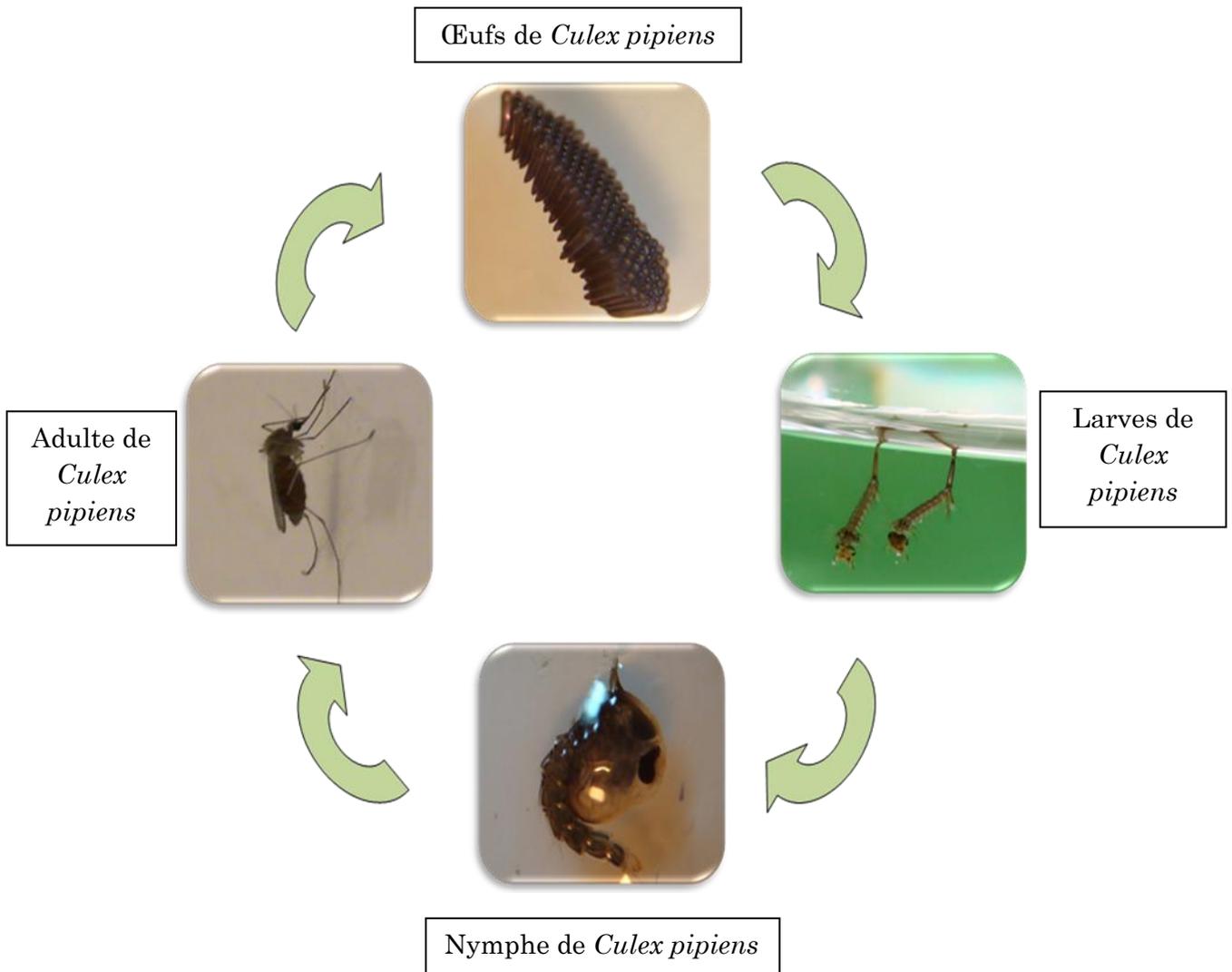


Figure 09 : Cycle de développement de *Culex pipiens*. (Aouati, 2009).

L'éclosion des œufs donne naissance à des larves, qui passent par quatre stades distincts séparés par trois mues successives. La durée de cette phase larvaire varie selon les espèces de Culicidae, la température du milieu, la densité larvaire ainsi que la disponibilité en nourriture. Sa taille variera de 2 à 12 mm en moyenne en fonction des stades.

A l'issue du quatrième stade, la larve se transforme en nymphe qui ne se nourrit plus car ces orifices anal et buccal sont bouchés et ainsi de profondes modifications anatomiques s'opèrent. Après 2 à 3 jours, l'adulte est complètement formé dans son enveloppe nymphale. Le tégument se dessèche au contact de l'air et il se forme une déchirure en T sur sa face dorsale sous l'effet de l'augmentation de la pression interne.

De cette nymphe émerge l'adulte (3 à 6 mm de long), progressivement en se gonflant d'air pour s'envoler après un temps nécessaire au déplissage des ailes et des pattes par augmentation de la pression de l'hémolymphe.

## 2.2. Présentation des espèces végétales utilisées

### 2.2.1 *Artemisia herba alba* Linnée, 1753

L'absinthe du désert communément appelé (Armoise Blanche) est une espèce de la famille des Asteraceae comprenant environ 400 espèces réparties sur les cinq continents. Très répondeu dans l'Afrique du Nord (Debuigne, 1984) au Moyen-Orient ainsi qu'en Espagne (Al-Eisawi, 1998 ; Breckle, 1983). Elle est rencontrée dans tout le pourtour méditerranéen et se développe fréquemment dans les steppes argileuses, les pâturages rocailleux et terreux des plateaux des basses montagnes des régions sèches et généralement dans les zones à bioclimats aride et semi-aride à variantes chaude, tempérée et fraîche au niveau des étages de végétation thermoméditerranéen et mésoméditerranéen (Aafi et *al*, 2002 ; Vernin et *al*, 1995 ; Djebaili, 1984).

En Algérie, elle pousse dans les steppes, zones de l'élevage ovin nomade, elle alterne avec des formations d'Alfa (Battandier, 1900) et occupe environ trois millions d'hectares (Djebaili, 1987). C'est un sous-arbrisseau buissonnant de 30 à 80 cm de haut, d'aspect sec et blanchâtre, avec des feuilles divisées en languettes fines, blanches et laineuses, et des fleurs groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre. Habituellement utilisée dans la médecine traditionnelle arabo-musulmane (Bellakhdar, 1997) pour régler les désordres gastriques ainsi que pour son activité antihelminthique, elle présente aussi un caractère vermifuge très prisé pour le bétail (Bourbouze & Donadieu, 1987).



Figure10 : Aspect morphologique d'*Artemisia herba alba* L, 1753

### 2.2.2 *Marrubium vulgare* Linnée, 1753

Le marrube blanc appelé aussi marrube vulgaire est une espèce de la famille des lamiaceae qui pousse dans toute l'Afrique du nord et presque dans toute l'Europe (Kaabeche, 1990 ; Al kadi, 1989 ; Novak et *al*, 1966) ainsi que le Centre et le Sud-ouest de l'Asie. Au Canaries naturalisé dans l'Amérique du Nord et dans l'Amérique du Sud (Kaabeche, 1990).

D'aspect blanchâtre à odeur forte et désagréable, de 30 à 80cm de hauteur, ces fleurs blanches, relativement petites, apparaissent du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre, et parfois encore en hiver. C'est une plante vivace, à tiges épaisses, cotonneuses, très feuillées, qui se perpétue et se multiplie par des bourgeons nés sur la tige souterraine (Kaabeche, 1990).

La famille de Lamiaceae est très étudiée du point de vue chimique, ce qui a permis d'isoler un grand nombre de substances connues pour leurs diverses activités biologiques, à titre d'exemples, les diterpènes, les flavonoides, les huiles essentielles, les iridiodes glycosilés (Abdelwahed et *al*, 2006).



Figure11 : Aspect morphologique de *Marrubium vulgare* L, 1753

### 2.2.3 *Laurus nobilis* Linnée, 1753

Le laurier, appelé aussi laurier-sauce est une espèce de la famille des Lauracées, unique représentant de la famille en région méditerranéenne. Actuellement, la plante est largement cultivée comme plante ornementale et pour la production commerciale dans beaucoup de pays tels que l'Algérie, la Turquie, la France, la Grèce, le Maroc, l'Amérique centrale et les Etats Unis méridionaux (Demir et *al.*, 2004; Barla et *al.*, 2007).

Arbuste ou arbre aromatique à feuilles persistantes et coriaces (Vetvicka et Matousova, 1991), il peut faire de 2 à 10m de hauteur à croissance lente, et au tronc droit ramifié dès la base avec un sommet conique, et s'arrondissant au fil du temps. L'écorce est noire à gris foncé et lisse. Ces branches remontent en oblique avec des jeunes pousses fines, glabres et brun rougeâtre dont les bourgeons sont étroits, verts rougeâtres et longs de 0,2 à 0,4cm (Quezel et santa, 1963).

Le laurier noble jouit d'une place importante tant dans le domaine mythologique, culinaire et médicinale depuis l'antiquité (Vetvicka et Matousova, 1991).car en effet ces feuilles renferment plusieurs substances actives (Bruneton 1993).



Figure12 : Aspect morphologique de *Laurus nobilis* Linnée, 1753

#### 2.2.4 *Eucalyptus globulus* Labill, 1800

L'eucalyptus est une espèce appartenant à la famille des Myrtacées représentée par près de 600 espèces connues dans le monde (Foudil-Cherif, 1991). C'est un arbre originaire d'Australie, son introduction en Algérie date de 1863 (Abderahim, 1983). La plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950. Les eucalyptus occupaient une surface de 5 855 hectares dont plus de la moitié dans la région Oranaise (Boudy, 1955). Actuellement des plantations longent le littoral d'El-Kala et d'Azzefoun. On retrouve cette espèce dans la région de la Mitidja et celle de Hadjout (Foudil-Cherif, 1991). Grâce à leur facilité d'adaptation, les espèces *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala* sont les plus répandues dans la région méditerranéenne (Metro, 1970).

L'eucalyptus est un arbre de 30 à 35 mètres, au tronc droit, lisse, grisâtre, qui porte des rameaux dressés également. Les jeunes feuilles sont bleuâtres, opposées et étroitement attachées sur la tige. Les feuilles adultes sont d'un vert sombre, alternées et tombantes. Les fleurs sont visibles au printemps, naissent à l'aisselle des feuilles (Metro, 1970). Ils renferment plusieurs substances actives ayant des propriétés expectorantes et fluidifiantes du mucus, mais aussi des propriétés antimicrobiennes, antifongiques et antivirales (Benazzeddine, 2010).



Figure 13 : Aspect morphologique d'*Eucalyptus globulus* Labill, 1800

### 2.2.5 *Mentha spicata* Linnée, 1753

La menthe appartient à la famille des labiées, ce genre comporte une vingtaine d'espèces (Leung et Foster, 1996). Ce sont des herbes vivaces stolonifères des régions tempérées (surtout Europe et Afrique du Nord).

Les variétés de menthes sont cultivées ou alors spontanées, les États-Unis sont les plus gros producteurs de menthe au niveau mondial, mais il s'en produit aussi en Chine, aux Indes, en Australie, dans quelques pays d'Europe (France, Italie) et au Canada (Lachance, 2001). En Afrique du Nord (Algérie, Maroc,...), l'espèce est retrouvée dans beaucoup de jardins et en culture pour des buts culinaires (Perrot, 1928).

En Algérie les plus connues et utilisées sont ; la menthe verte et la menthe pouliot (Baba Aissa, 1999). La menthe verte est une plante vivace stolonifère, dont le port est voisin de celui de la menthe poivrée. Les feuilles sont d'un vert clair brillant, elles sont sessiles, dentées en scie, ovales- lancéolées, acuminées. Ses inflorescences sont des épis plus allongés que ceux de la menthe poivrée, de couleur blanche ou pourpre (Paris et Moyse, 1965). Par froissement, cette plante développe une odeur aromatique caractéristique de saveur agréable. (Paris et Moyse, 1971).



Figure 14 : Aspect morphologique de *Mentha spicata* Linnée, 1753

### 2.2.6 *Rosmarinus officinalis* Linnée, 1753

Le romarin est une espèce de la famille des Lamiacées, originaire des cotes méditerranéennes (Poletti, 1982). C'est une plante spontanée, qui pousse en Espagne, en Italie, en Grèce, en Asie (Pelikan, 1986), sans oublier l'Afrique du nord et notamment l'Algérie, où elle y est largement repartie et recouvre plus de 70000 ha du territoire national (Boukhalifa, 1991).

Le nom de la plante provient du latin (*Rosmaris*) qui signifie rosée de la mer, cette appellation pourrait s'appliquer au parfum de la plante, à la couleur de sa fleur et même à sa prédilection pour le littoral ; quand au mot *Officinalis*, il rappelle les propriétés médicinales de la plante (Rolet, 1930).

Le Romarin est un arbrisseau très odorant qui pousse à l'état sauvage ou cultivé. C'est une plante aromatique, médicinale, condimentaire, avec une tige lignifiée, des feuilles persistantes et enroulés ; vertes sur la phase supérieure et blanches sur la phase inférieure (Koubissi, 1998). Elles sont étroites, opposées et épaisses (Poletti, 1976). Les fleurs sont de couleur bleu mauve, sous forme de grappes symétriques, Le fruit est un akène qui sent le camphre (Koubissi, 1998).



Figure 15 : Aspect morphologique de *Rosmarinus officinalis* Linnée, 1753

### 2.2.7 *Ruta montana* Linnée, 1753

La rue des montagnes appartient à la famille des Rutaceae, elle comporte environ 700 espèces spontanées et est présente dans les lieux arides de la région méditerranéenne sous un climat tempéré et chaud. Donc présente en Espagne, Portugal, Italie septentrionale, Grèce, Turquie; Afrique septentrionale et Asie Mineure et Caucase (Hammiche et al, 2013). Elle a été la première plante introduite sur le continent américain (Heinrich et al, 2006).

Le genre *Ruta* compte une soixantaine d'espèces dont certaines se trouvent sur le pourtour méditerranéen comme ; *Ruta angustifolia*, *Ruta chalepensis* et *Ruta montana*. (Hammiche et al, 2013).

C'est une plante de 20 à 40 cm très odorante à feuilles glauques finement découpées en segments linéaires. Capsules globuleuses  $3,5 \times 4$  mm à quatre loges obtuses, très brièvement pédicellées. Petite Fleurs à pétale denticulés 5 – 6 mm (annonyme, 2011).



Figure 16 : Aspect morphologique de *Ruta montana* Linnée, 1753

### 2.2.8 *Thymus vulgaris* Linnée, 1753

Le thym est une espèce de la famille des Lamiacées, originaire du bassin méditerranéen; Maghreb, France, Espagne et Italie. Plusieurs espèces de ce genre existent partout dans le monde, dans les montagnes d'Arabie du Sud-ouest, dans la péninsule de Sinäi en Égypte. Le thym pousse également en Sibérie et en Europe du Nord (Jalas, 1991).

En Algérie, les différentes espèces qui existent sont réparties le long du territoire national, du Nord Algérois à l'Atlas saharien, et du Constantinois à l'Oranais (Kabouche *et al.*, 2005) poussant de façon spontanée sur les coteaux secs et rocaillieux et dans les garrigues (Benazzeddine, 2010). Ainsi l'espèce *Thymus vulgaris* est la plus répandue en Algérie, de nombreuses espèces existent aussi au Maghreb telles que : *Thymus numidicus*, *Thymus pallescens*, *Thymus ciliatus*, etc. (Richard, 1992).

Sacrée et très recherchée dans l'antiquité, le thym est une plante sous-ligneuse et odorante, elle forme des touffes compactes très ramifiées qui s'élèvent à une vingtaine de centimètres au-dessus du sol. Les feuilles du thym sont plus au moins contractées et les inflorescences sont en faux verticilles (Quezel et Santana, 1963).



Figure 17 : Aspect morphologique de *Thymus vulgaris* Linnée, 1753

### 2.2.9 *Lavandula officinalis* Mill, 1768

Appelée également *Lavandula angustifolia*, plus communément lavande, c'est une espèce de la famille des Lamiacées, originaire du bassin méditerranéen; elle a une répartition Sub-Méditerranéenne. En France métropolitaine, elle n'y est pas originaire et y a été plutôt introduite (Tison & de Foucault, 2014).

Très répandue en Algérie, la lavande se rencontre en été sur les terrains secs et rocaillieux de l'étage montagnard. Sa taille peut varier de 30 cm à 1mètre. Inscrite dans le type de végétation vivace, elle est caractérisée par des fleurs de couleur bleu en période de floraison de juillet à septembre, les inflorescences sont en glomérules spiciformes, les fruits c'est des akènes (Julve, 2015). Cette espèce est capable de s'adapter à des altitudes diverses de 0 à 1800 mètres (Anonyme, 2014).



Figure 18 : Aspect morphologique de *Lavandula officinalis* Mill, 1768

### 2.2.10 *Origanum compactum* bentham, 1834

L'origan est une espèce de la famille des Lamiacées, originaire du Maroc et du sud de l'Espagne, elle est également très répandue en Algérie, elle pousse de façon naturelle sur des terrains rocaillieux secs, plutôt calcaires, entre des altitudes allant de 200 à 1000 m. Elle se développe entre les arbres et les arbustes atteignant une taille allant jusqu'à 80 cm (Figueredo, 2005).

La plante supporte assez bien les hivers rigoureux en pleine terre. Sa croissance est assez rapide et fleurit de juin à août (Figueredo, 2005).

Caractérisé par des tiges avec de longs poils dans le retorse de la partie basale et d'autres à court poils dans la partie apicale. Les feuilles sont ovales, avec les nerfs marqués sur la face inférieure. L'inflorescence de 9 x 2,5 cm. Les fruits sont des akènes de forme ovoïde, brun clair. (Anonyme, 2015)



Figure 19 : Aspect morphologique d'*Origanum compactum* bentham, 1834

### **2.3 Echantillonnage et élevage des larves de *Culex pipiens pipiens* Linné, 1758**

Le plan d'échantillonnage adopté consiste à réaliser des pêches larvaires en prospectant dans des collectes d'eau naturelle ou artificielle, des marres et aussi dans des gites artificiels volontairement installés à chaabat erssas (Université Constantine 1). La collecte des larves est réalisée à l'aide de louches d'une contenance de 500ml en diversifiant le plus possible les points de prélèvement, le contenu de la louche est versé à chaque fois dans des récipients, qui seront par la suite transporté soigneusement au laboratoire.

Une fois au laboratoire les larves de moustiques récoltés des sites d'échantillonnages sont triées par stade larvaire puis transférées dans des récipients (bacs) contenant une eau déchlorurée et nourries avec un mélange à 75% de poudre de biscuit et 25 % de levure sèche car la levure permet un apport de protéines, de glucides et de vitamine B (Andreas *et al.*, 1981), l'eau du récipient doit avoir une température moyenne d'environ 25°C (OMS, 1963) et est renouvelée tous les deux à trois jours. Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans d'autres récipients et disposées dans une cage où elles se transformeront en adulte.

Les moustiques adultes sont installés dans des cages de forme cubique (40x40x40 cm) avec une armature de bois couverte de tulle. Sur le côté, existe un manchon de tissu, de 40 cm de long sur 18 cm de diamètre pourvu d'un élastique au bout pour permettre l'introduction de la main.

Le régime alimentaire des adultes moustiques est constitué d'une grappe de raisin sec, mais pour les femelles c'est tout autre chose car un repas de sang leur est obligatoire et pour ceci, la technique décrite par Enserink (2006) est utilisée, ainsi une quantité d'environ 5 ml de sang mélangé à de l'héparine (pour éviter la sédimentation du contenu sanguin) est déposée dans une petite boîte de pétri en verre recouverte d'un film plastique alimentaire que l'on étire (Figure 6). Cette boîte de pétri est alors placée sur la face supérieure de la cage, de manière à ce que

le film alimentaire soit au contact du tulle, pour permettre aux femelles de le piquer afin de s'y alimenter.



Figure 20 : Présentation d'une cage d'élevage surmontée d'une boîte de pétri contenant du sang pour le repas des femelles.

## 2.4 Collectes des espèces végétales

Les dix (10) plantes extraites, à savoir ; l'armoise blanche, le marrube blanc, le laurier, l'eucalyptus, la menthe, le romarin, la rue des montagnes, le thym, la lavande et l'origan ont été collectées des alentours de la région de Constantine ; elles ont été triées au laboratoire. Les feuilles des plantes sont prélevées de leurs tiges à l'aide d'un ciseaux, puis sont lavées à l'eau et séchées à l'air libre pendant 24h.

## 2.5 Préparation des extraits de plantes

Les feuilles de chaque plante ainsi séchées sont placées dans une étuve pendant 4 jours (96h) à 40°C (Aouinty et *al*, 2006) afin de les dessécher complètement. Elles sont ensuite broyées à l'aide d'un mixeur électrique pour en obtenir une poudre fine.

La technique d'extraction choisie, extraction par sonication est connu pour sa simplicité de manipulation et sa grande efficacité, c'est l'extracteur de Soxhlet où l'appareil porte le nom de son inventeur ; Franz von Soxhlet. C'est une pièce de verrerie composé d'un ballon monocol, d'un réfrigérant et d'un extracteur. Il présente un système de tube permettant la vidange du réservoir dont le volume varie d'un modèle à l'autre. Le système doit être complété à l'aide d'une cartouche en cellulose, placée dans le réservoir, destinée à recevoir les plantes à extraire (Anonyme, 2010).

Ainsi, cent (100) grammes de chaque plante sont pesés sur une balance de précision puis introduite dans des cartouches d'extractions pour soxhlet. Un solvant organique « Méthanol » est introduit dans le ballon puis chauffé à l'aide d'un chauffe ballon de volume correspondant pour démarrer l'extraction. La colonne de distillation génère des vapeurs de solvant qui sont condensées; ce solvant pur et chaud alimente la cartouche contenant la plante broyée (Penchev, 2010).

Lorsque la cartouche est pleine, la solution obtenue se vide automatiquement par siphonage (lixiviation) puis retourne dans le bouilleur où le solvant est de nouveau porté à l'ébullition (Penchev, 2010).

Cette opération est renouvelé plusieurs fois jusqu'à ce que liquide entourant la cartouche devient clair, cette couleur indique que le solvant n'extrait plus rien des plantes. (Figure 21).

Le contenu du ballon (solvant et matières solubilisées) est concentré sous pression réduite à 50 ° C dans un Rotavapor (Figure 22), pour donner finalement des concentrés pâteux très réduits, qui seront par la suite pesé pour quantifier la masse d'extrait total. Après total refroidissement, il sera impératif de les conserver à une température avoisinant les 4 ° C.



Figure 21 : Photographie représentant un dispositif reliant deux Soxhlet sur leurs chauffes ballons à un Cryothermostats à circulation.



Figure 22 : Photographie représentant un appareil Rotavapor.

## 2.6. Réalisation des tests de toxicité

Conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) différentes concentrations ont été réalisées pour chaque plante en diluant dans 01 litre d'eau distillée une quantité précise de l'extrait préalablement pesées. Les concentrations ainsi préparées pour chaque plantes, seront utilisées dans les essais toxicologiques à l'égard du quatrième stade larvaire de *Culex pipiens* et ceci en placant quatre-vingt dix neuf (99) ml d'eau déchlorurée dans un gobelet en plastique (figure 23), auquel sont rajoutés 25 larves et un millilitre de l'insecticide ou concentration préparé.

Les expériences ont été menées avec quatre répétitions pour chaque concentration utilisées ainsi qu'un groupe témoin et le nombre de larves mortes ont été comptées après 24, 48 et 72 heures d'exposition. Pour prévenir la mortalité causée par la faim, les larves sont nourries après 24 heures d'exposition.

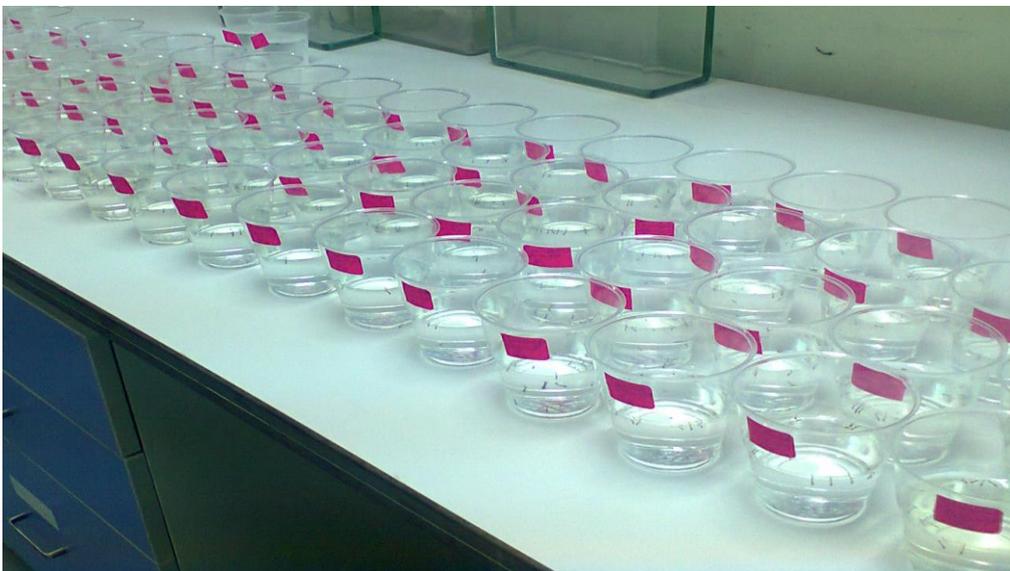


Figure 23 : Photographie représentant la technique des bioessais.

## 2.7 Analyses statistiques

Afin de mieux comprendre et modéliser les résultats obtenus ; ils ont été soumis à différentes analyses statistiques.

Le pourcentage de mortalité a été calculée en utilisant la formule (1) et lorsque le taux de mortalité des témoins est compris entre 5 et 20%, une correction est effectuée grâce à la formule d'Abbott (1925 in l'OMS (1963) formule (2):

$$(1) \text{ pourcentage de mortalité} = \frac{\text{Nombre des larves mortes}}{\text{Nombre des larves introduites}} \times 100$$

$$(2) \text{ pourcentage de mortalité} = \frac{\text{Mortalité des larves traitées\%} - \text{mortalité des témoins}}{100 - \text{mortalité des témoins}} \times 100$$

En utilisant la régression linéaire simple, notre but est d'étudier comment la mortalité varie en fonction de la dose d'insecticide utilisée, et si une relation linéaire a un sens permettent d'établir une droite de régression. Puis les données normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à un seul critère de classification ; en utilisant ANOVA nous cherchons à déterminer s'il existe une différence significative entre les différentes doses d'insecticides utilisées, et si tel est le cas, quel est la dose la plus efficace en termes de mortalité. C'est un cas d'ANOVA à un facteur (une dose d'insecticide) équilibré puisque le nombre de répétitions est le même pour les différentes doses utilisées.

Basé sur le pourcentage de mortalité ; la valeur des concentrations létales (CL50) de l'extrait des 10 plantes testées sur l'espèce *Culex pipiens* ont été obtenus séparément par le calcul de la droite de régression en utilisant l'analyse de Probit (Finney 1971). Les régressions probit « la modélisation de l'effet de doses à déterminer CL50 et leurs limites de confiance 95% » ; quant à elles sont utilisées afin d'identifier pour chaque plante, la plus faible concentration létale induisant une grande mortalité larvaire ; en d'autre terme « plus ce chiffre est petit et plus la plante est toxique ».

Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme XL stat sur Windows.

## 2. RESULTATS

Dans le but de connaitre l'effet larvicide des extraits des 10 plantes testées à savoir ; l'armoise blanche, le marrube blanc, le laurier, l'eucalyptus, la menthe, le romarin, la rue des montagne, le thym, la lavande et l'origan, des essais toxicologique sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* ont été réalisés, les résultats sont présentés dans l'ensemble de figures et tableaux ci -dessous.

### 3.1 Etude de la toxicité des extraits aqueux d'*Artemisia herba alba* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.1.1 Toxicité de l'extrait d'*Artemisia herba alba* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 1 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (41%) pour la dose de 900 mg / l contre 21% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne 50% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 100% a été enregistrée (94%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau1: Toxicité d'*Artemisia herba alba* sur *Culex pipiens*

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
24 heures	21%	21%	41%
48 heures	26%	38%	57%
72 heures	33%	50%	94%

### 3.1.2 La régression linéaire d'*Artemisia herba alba* de 24h, 48h et 72 heures

La figure 24, 25 et 26 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

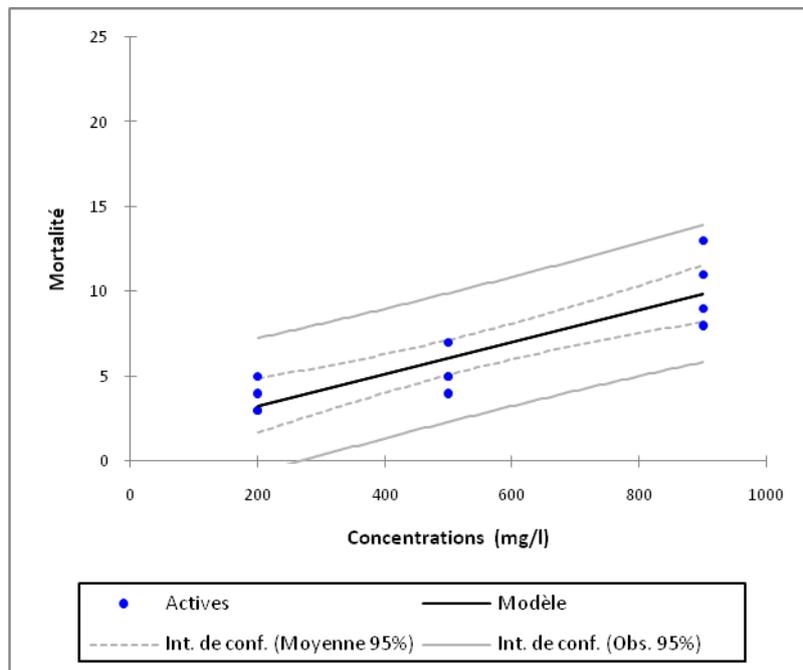


Figure 24 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Artemisia herba-alba* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition.

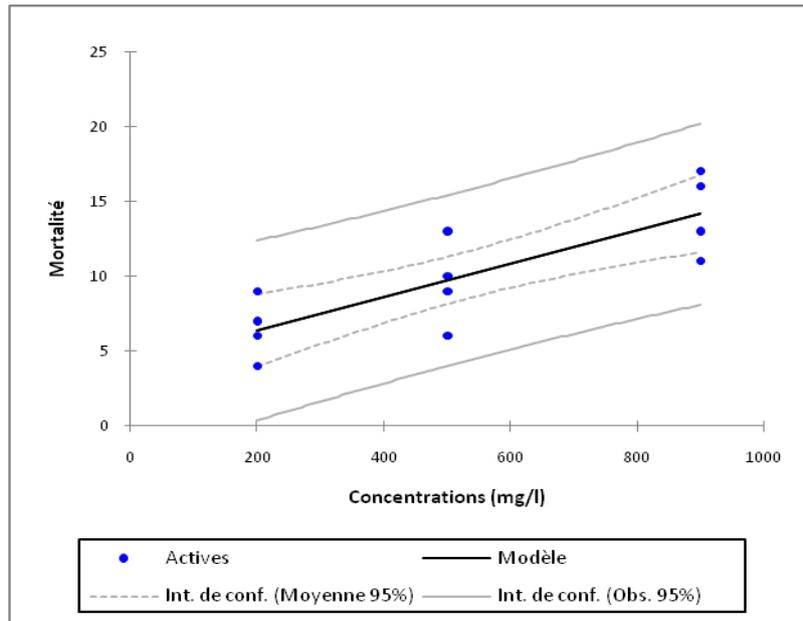


Figure 25 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Artemisia herba-alba* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition.

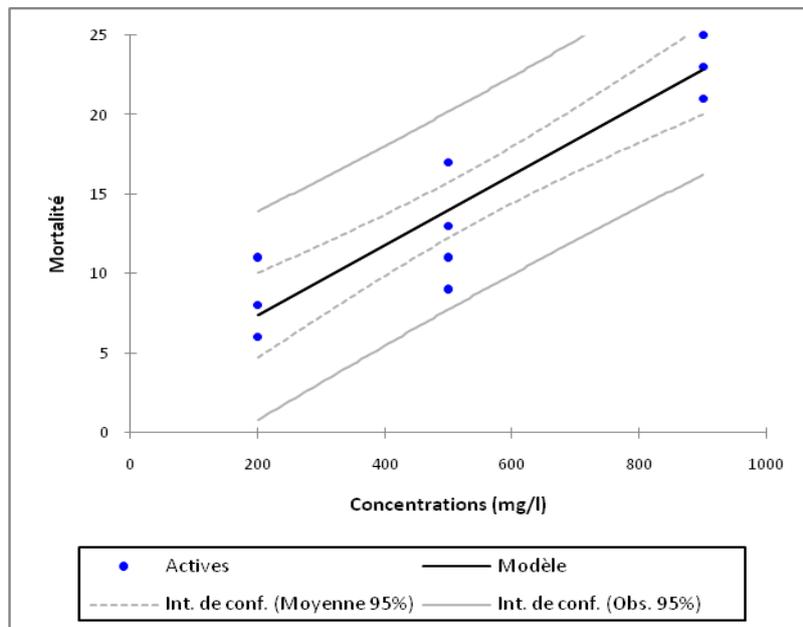


Figure 26 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Artemisia herba-alba* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition.

### 3.1.3 Etude comparative des doses utilisées d'*Artemisia herba alba* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Artemisia herba alba* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F= 37,953$  (Tableau 2).

Tableau 2 : Effet dose d'*Artemisia herba alba* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	495,500	247,750	37,953	0,001
Résiduelle	9	58,750	6,528		
Totale	11	554,250			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Artemisia herba alba* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 18,742$  (Tableau 3).

Tableau 3 : Effet dose d'*Artemisia herba alba* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	92,667	46,333	18,742	0,001
Résiduelle	9	22,250	2,472		
Totale	11	114,917			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Artemisia herba alba* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F= 9,049$  (Tableau 4).

Tableau 4 : Effet dose d'*Artemisia herba alba* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	122,167	61,083	9,049	0,001
Résiduelle	9	60,750	6,750		
Totale	11	182,917			

### 3.1.4. Etude des paramètres toxicologiques d'*Artemisia herba alba* pendant 24h, 48h et 72 h d'exposition

Les Larves du 4<sup>ème</sup> stades de *Culex pipiens* exposés pendant 24h, 48h et 72h à l'extrait d'*Artemisia herba alba* présentent des moyennes de mortalités corrélées aux doses utilisées. La mortalité larvaire de *Culex pipiens* après le traitement avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* est présentée dans le tableau 5; les valeurs de CL50 et CL90 correspondantes sont 1625mg / l et 3814mg / l après 24 heures de contact, suivi de 728mg / l et 2515mg / l après 48 heures et enfin 347mg / l et 1100mg / l après 72 heures exposition. Les coefficients de détermination correspondant à 24h, 48h et 72h d'exposition sont respectivement 0,81, 0,69 et 0,91.

Tableau 5: Activité larvicide d'*Artemisia herba alba* à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre *Culex pipiens*

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 (mg/l)	R <sup>2</sup>	Equation de regression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 hours	1625	1025	2150	3814	0,81	Y=0,009x +1,37
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 hours	728	608	1210	2515	0,69	Y=0,011x +4,15
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 hours	347	295	399	1100	0,91	Y=0,022x +2,96

### 3.2 Etude de la toxicité des extraits aqueux de *Marrubium vulgare* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.2.1 Toxicité de l'extrait de *Marrubium vulgare* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 6 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (39%) pour la dose de 900 mg / l contre 15% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne 45% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 60 % a été enregistrée après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 6: Toxicité de *Marrubium vulgare* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
	% Mortalité		
24 heures	20	31	39
48 heures	24	37	45
72 heures	31	40	59

#### 3.2.2 La régression linéaire de *Marrubium vulgare* de 24h, 48h et 72heures

Les figures 27, 28 et 29 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

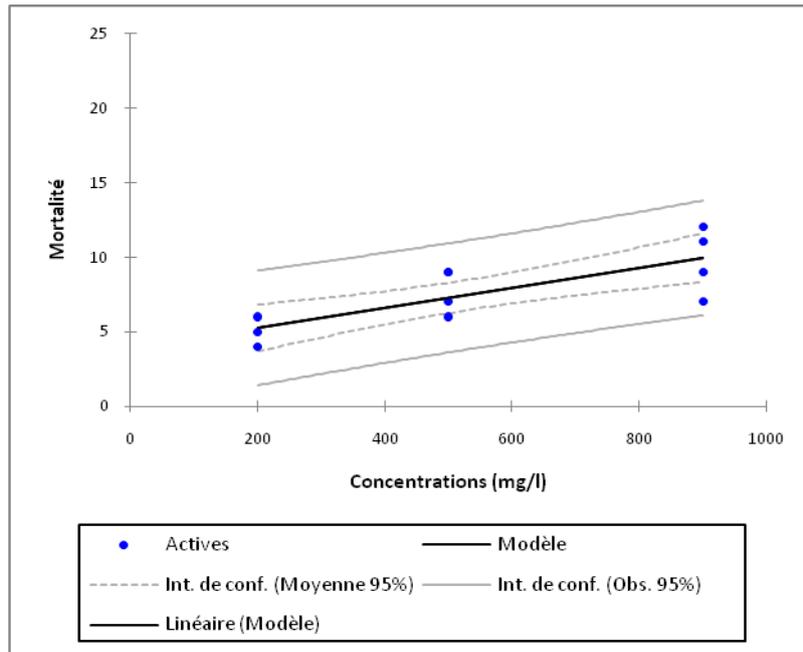


Figure 27 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Marrubium vulgare* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

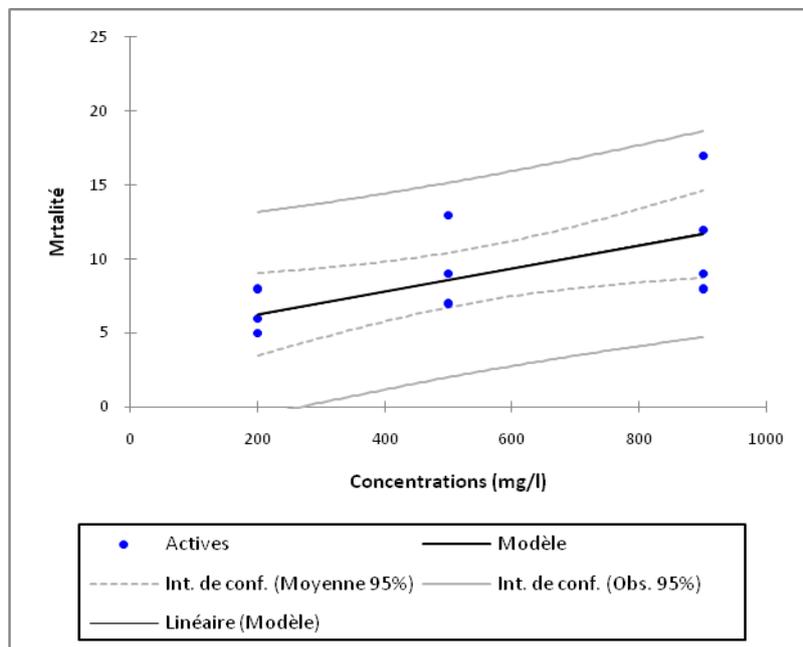


Figure 28 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Marrubium vulgare* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

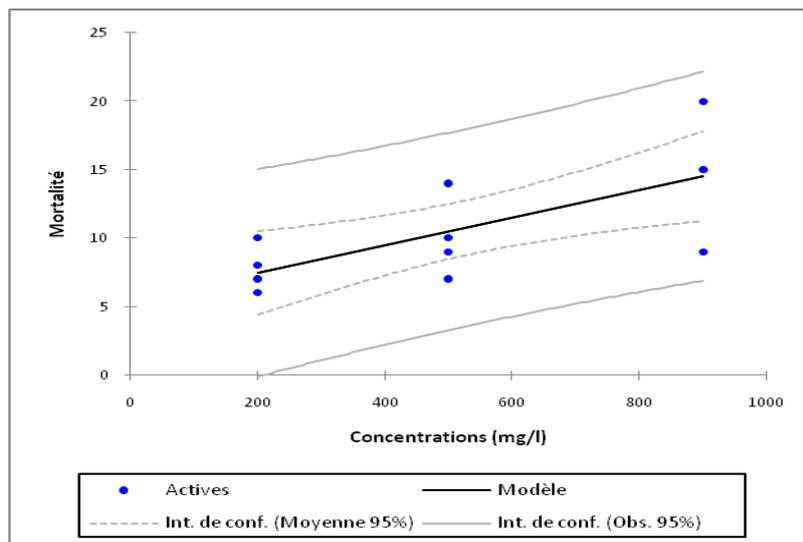


Figure 29 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Marrubium vulgare* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.2.3 Etude comparative des doses utilisées de *Marrubium vulgare* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Marrubium vulgare* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F= 8,713$  (Tableau 7).

Tableau 7 : Effet dose de *Marrubium vulgare* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	45,500	22,750	8,713	0,001
Résiduelle	9	23,500	2,611		
Totale	11	69,000			

différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Marrubium vulgare* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 3,456$  (Tableau 8).

Tableau 8 : Effet dose de *Marrubium vulgare* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	60,667	30,333	3,456	0,01
Résiduelle	9	79,000	8,778		
Totale	11	139,667			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Marrubium vulgare* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F=4,814$  (Tableau 9).

Tableau 9 : Effet dose de *Marrubium vulgare* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	102,167	51,083	4,814	0,01
Résiduelle	9	95,500	10,611		
Totale	11	197,667			

### 3.2.4. Etude des paramètres toxicologiques de *Marrubium vulgare* pendant 24h, 48h et 72h d'exposition

Les Larves du 4<sup>ème</sup> stades de *Culex pipiens* exposés pendant 24h, 48h et 72h à l'extrait de présentent des moyennes de mortalités corrélées aux doses utilisées.

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0,006x +3,93$ , avec un  $R^2 =0,64$ , son DL50% est de 1893 mg/l et son DL90% est de 2924. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0,008x +4,68$ ,  $R^2 = 0,43$ , son DL50% est de 903 mg/l et son DL90% est de 1674 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0,010x +5,45$ ,  $R^2 = 0,50$ , son DL50% est de 668 mg/l et son DL90% est de 1665 mg/l (Tableau 10).

Tableau 10 : Activité larvicide de *Marrubium vulgare* à différentes concentrations, appliquée pendant 24, 48 et 72h contre *Culex pipiens*

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 (mg/l)	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	1893	1737	1914	2924	0,64	$Y=0,006x +3,93$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	903	869	954	1674	0,43	$Y=0,008x +4,68$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	668	598	709	1665	0,52	$Y=0,010x +5,45$

### 3.3 Etude de la toxicité des extraits aqueux de *Laurus nobilis* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.3.1 Toxicité de l'extrait de *Laurus nobilis* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 11 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (24%) pour la dose de 900 mg / l contre 6% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne un peu plus de 25% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 50% a été enregistrée (49%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 11: Toxicité de *Laurus nobilis* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
24 heures	6	17	24
48 heures	15	24	27
72 heures	30	33	49

#### 3.3.2 La régression linéaire de *Laurus nobilis* de 24h, 48h et 72heures

Les figures 30, 31 et 32 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

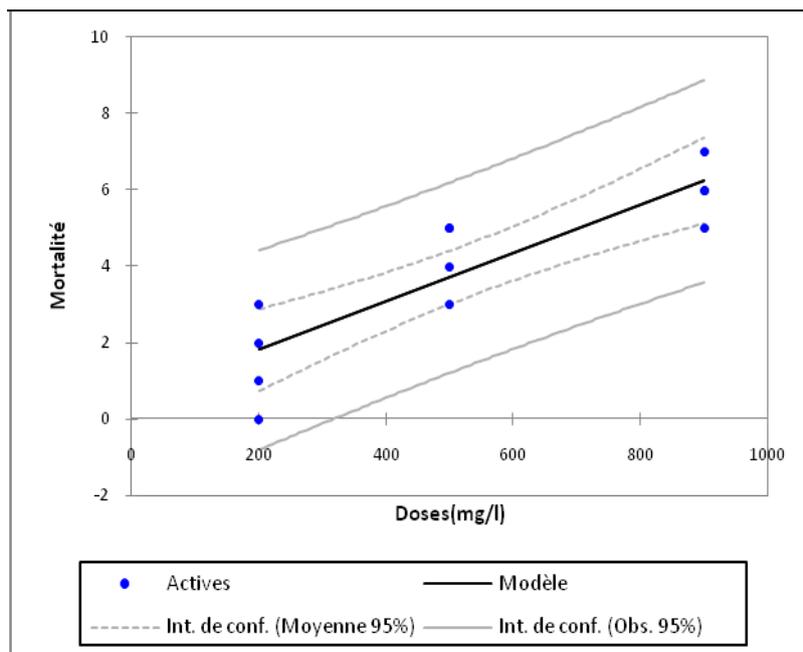


Figure 30 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Laurus nobilis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

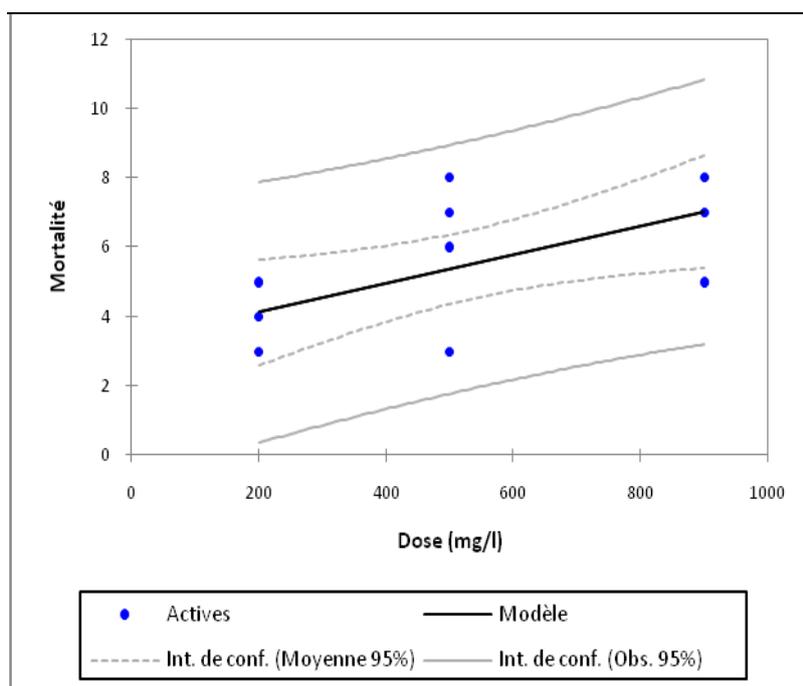


Figure 31 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Laurus nobilis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

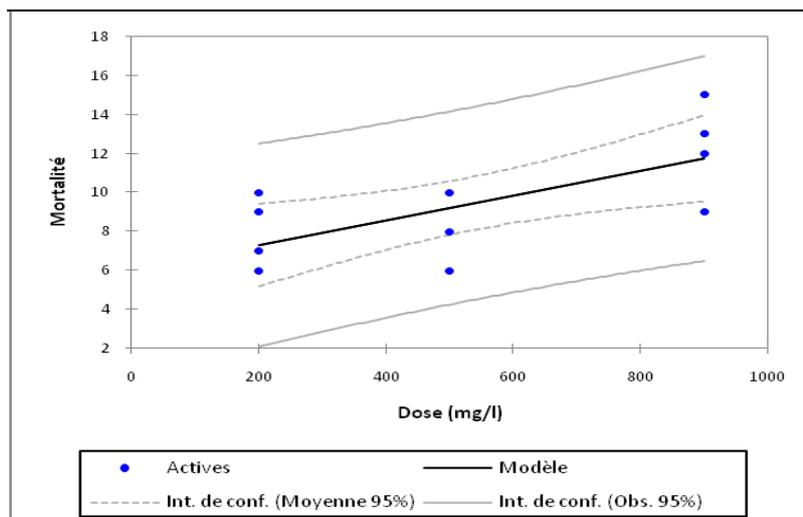


Figure 32 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Laurus nobilis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.3.3 Etude comparative des doses utilisées de *Laurus nobilis* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Laurus nobilis* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F=19,000$  (Tableau 12).

Tableau 12 : Effet dose de *Laurus nobilis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	41,167	20,583	19,000	0,001
Résiduelle	9	9,750	1,083		
Totale	11	50,917			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des

différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Laurus nobilis* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 4,081$  (Tableau 13).

Tableau 13 : Effet dose de *Laurus nobilis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	19,500	9,750	4,081	0,01
Résiduelle	9	21,500	2,389		
Totale	11	41,000			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Laurus nobilis* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F= 5,898$  (Tableau 14).

Tableau 14 : Effet dose de *Laurus nobilis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	48,167	24,083	5,898	0,01
Résiduelle	9	36,750	4,083		
Totale	11	84,917			

### 3.3.4 Etude des paramètres toxicologiques de *Laurus nobilis* pendant 24h, 48h et 72h d'exposition

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0,006x +0,54$ , avec un  $R^2 =0,77$ , son DL50% est de 7048 mg/l et son DL90% est pratiquement de 15000. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0,004x +3,28$ ,  $R^2 = 0,41$ , son DL50% est de 3039 mg/l et son DL90% est de 7345 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h

de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0,006x +6,04$ ,  $R^2 = 0,46$ , son DL50% est de 1435 mg/l et son DL90% est de 3030 mg/l (Tableau 15).

Tableau 15: Paramètres toxicologiques de *Laurus nobilis* après 24, 48h et 72 h d'expositions.

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL 50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 (mg/l)	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	7048	/	/	15700	0,77	$Y=0,006x +0,54$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	3039	2519	3842	7345	0,41	$Y=0,004x +3,28$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	1157	1129	1677	3030	0,46	$Y=0,006x +6,04$

### 3.4 Etude de la toxicité des extraits aqueux d'*Eucalyptus globulus* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.4.1 Toxicité de l'extrait d'*Eucalyptus globulus* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 16 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (27%) pour la dose de 900 mg / l contre 7% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne 37% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 50% a été enregistrée (49%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 16: Toxicité d'*Eucalyptus globulus* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
	% Mortalité		
24 heures	7	25	27
48 heures	13	36	37
72 heures	32	32	48

#### 3.4.2 La régression linéaire d'*Eucalyptus globulus* de 24h, 48h et 72heures

Les figures 33, 34 et 35 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

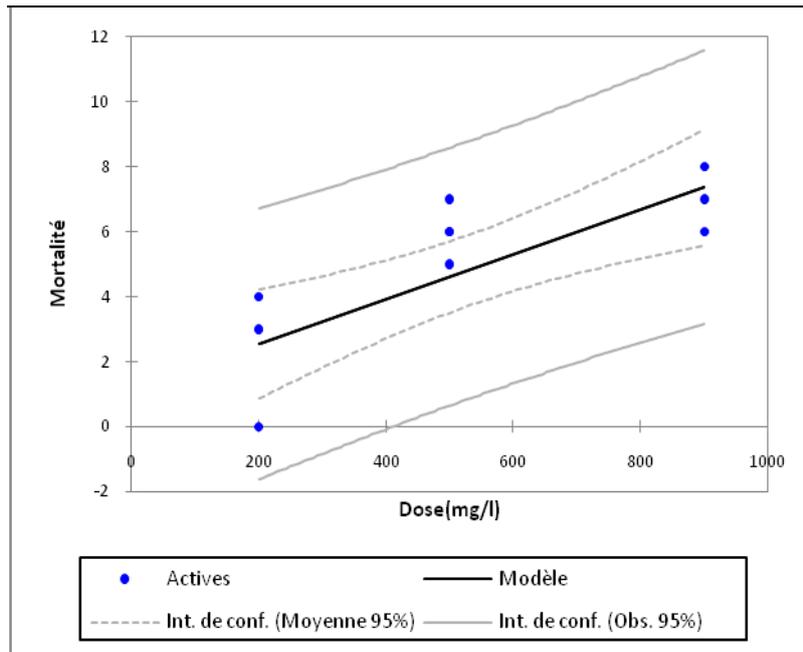


Figure 33 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Eucalyptus globulus* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

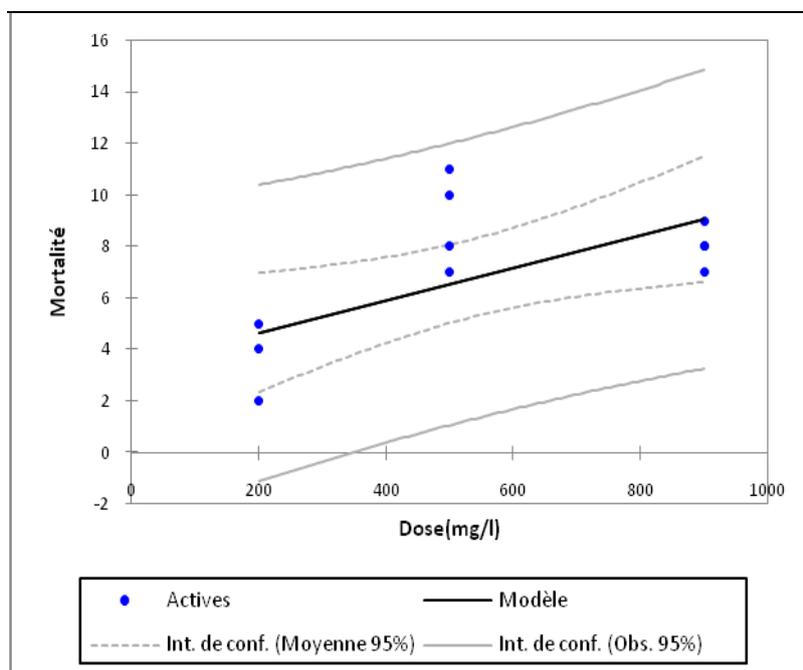


Figure 34 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Eucalyptus globulus* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

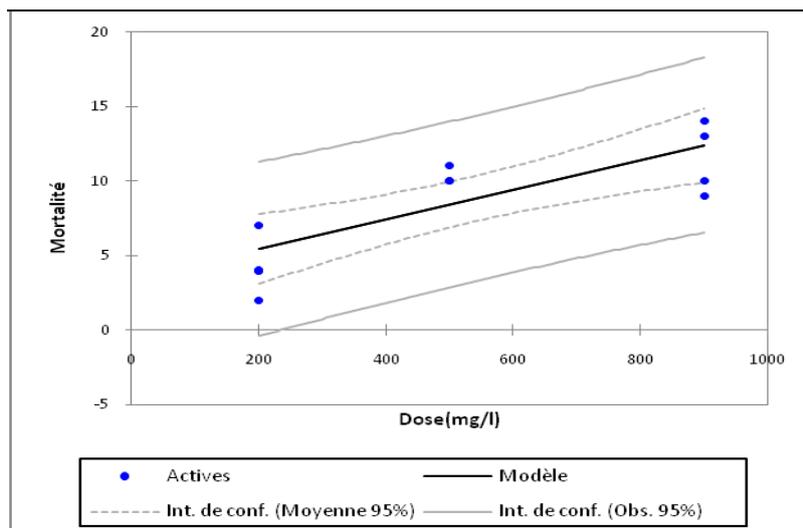


Figure 35 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Eucalyptus globulus* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.4.3 Etude comparative des doses utilisées d'*Eucalyptus globulus* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de d'*Eucalyptus globulus* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F= 14,957$  (Tableau 17).

Tableau 17 : Effet dose d'*Eucalyptus globulus* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	58,167	29,083	14,957	0,001
Résiduelle	9	17,500	1,944		
Totale	11	75,667			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de d'*Eucalyptus globulus* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 18,120$  (Tableau 18).

Tableau 18 : Effet dose d'*Eucalyptus globulus* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	123,500	61,750	18,073	0,001
Résiduelle	9	30,750	3,417		
Totale	11	154,250			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de d'*Eucalyptus globulus* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F=18,073$  (Tableau 19).

Tableau 19 : Effet dose d'*Eucalyptus globulus* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	75,500	37,750	18,120	0,001
Résiduelle	9	18,750	2,083		
Totale	11	94,250			

### 3.4.4 Etude des paramètres toxicologiques d'*Eucalyptus globulus* pendant 24h, 48h et 72h

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0.0068x+1.17$ , avec un  $R^2=0,61$ , son DL50% est de 2311 mg/l et son DL90% est de 5060. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.0062x+3.39$ ,  $R^2 = 0,413$ , son DL50% est de 1377 mg/l et son DL90% est de 2570 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.009x+3,45$ ,  $R^2 = 0,63$ , son DL50% est de 919 mg/l et son DL90% est de 1950 mg/l (Tableau 20).

Tableau 20 : Paramètres toxicologiques d'*Eucalyptus globulus* après 24, 48h et 72h d'expositions

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 mg/l	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	2311	1311	2250	5060	0,61	$Y=0,0068x + 1,17$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	1377	1100	1550	2570	0,41	$Y=0,006x + 3,39$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	1119	981	1275	1951	0,63	$Y=0,009x + 3,45$

### 3.5 Etude de la toxicité des extraits aqueux de *Mentha spicata* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.5.1 Toxicité de l'extrait de *Mentha spicata* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 21 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (24%) pour la dose de 900 mg / l contre 6% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne un peu plus de 25% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 50% a été enregistrée (49%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 21: Toxicité de *Mentha spicata* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
24 heures	4	4	26
48 heures	21	10	39
72 heures	24	29	48

#### 3.5.2 La régression linéaire de *Mentha spicata* de 24h, 48h et 72heures

Les figures 36, 37 et 38 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

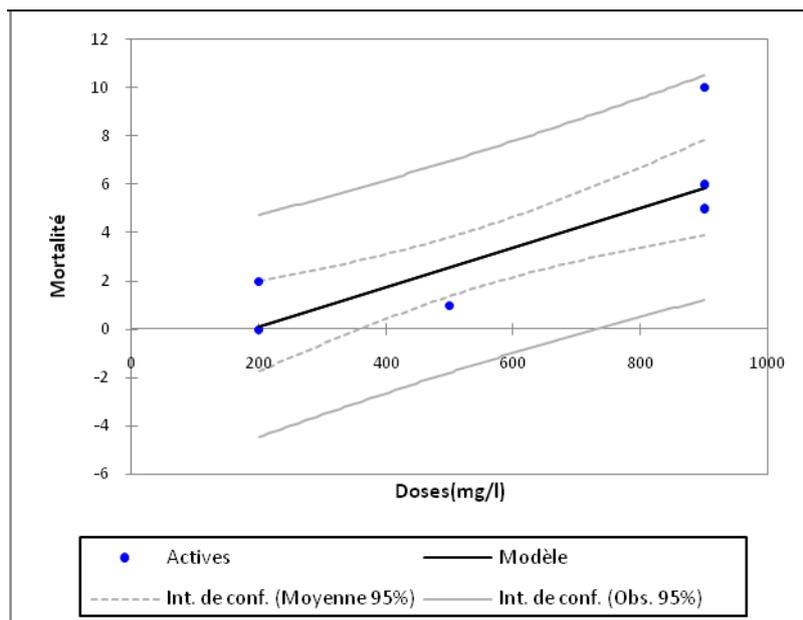


Figure 36 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Mentha spicata* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

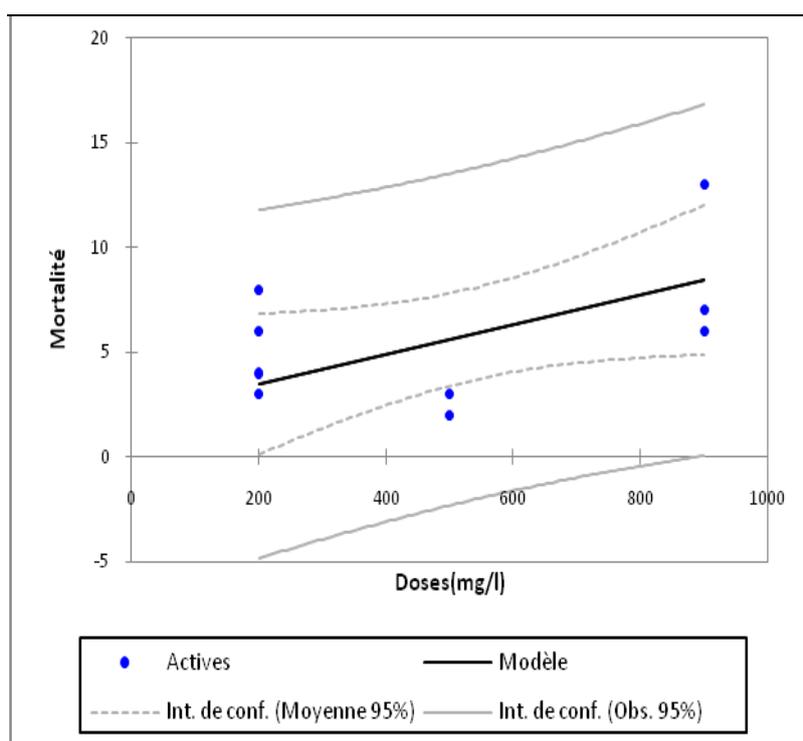


Figure 37 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Mentha spicata* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

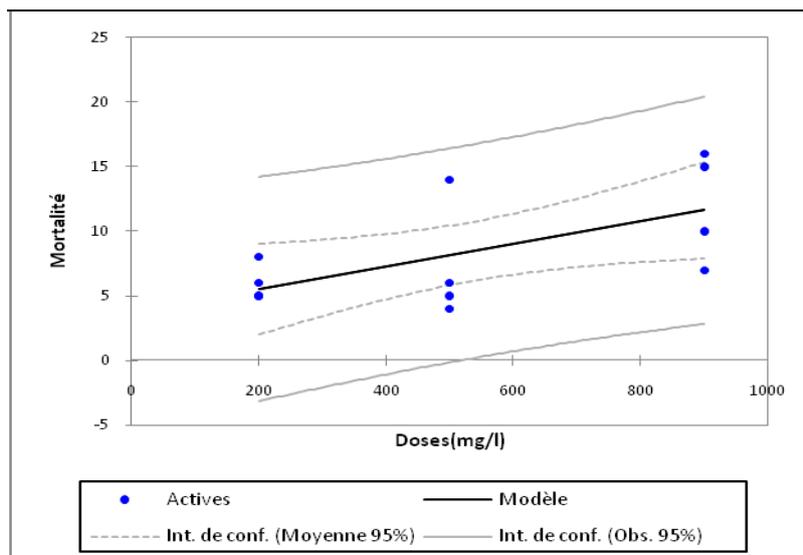


Figure 38 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Mentha spicata* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.5.3 Etude comparative des doses de *Mentha spicata* utilisées sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Mentha spicata* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F=17,286$  (Tableau 22).

Tableau 22 : Effet dose de *Mentha spicata* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	80,167	40,083	2,939	0,001
Résiduelle	9	122,750	13,639		
Totale	11	220,91			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Mentha spicata* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F=8,244$  (Tableau 23).

Tableau 23 : Effet dose de *Mentha spicata* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	80,667	40,33	17,286	0,001
Résiduelle	9	21	2,33		
Totale	11	101,667			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Mentha spicata* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F=2,939$  (Tableau 24).

Tableau 24 : Effet dose de *Mentha spicata* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	107,167	53,58	8,244	0,001
Résiduelle	9	58,50	6,50		
Totale	11	165,667			

### 3.5.4 Etude des paramètres toxicologiques de *Mentha spicata* pendant 24h, 48h et 72h

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0.081x-1.52$ , avec un  $R^2=0,64$ , son DL50% est de 4531 mg/l et son DL90% est de 9870. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.007x+2,06$ ,  $R^2=0,29$ , son DL50% est de 2291 mg/l et son DL90% est de 4802 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.008x+3.75$ ,  $R^2=0,37$ , son DL50% est de 1135 mg/l et son DL90% est de 2672 mg/l (Tableau 25).

Tableau 25 : Paramètres toxicologiques de *Mentha spicata* après 24, 48h et 72 h d'expositions

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale Lower	limite (mg/l) Upper	CL90 mg/l	R <sup>2</sup>	Equation de régression
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	4531	3459	5850	9870	0,64	$Y=0.081x-1.52$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	2291	1839	3405	4802	0,29	$Y=0.007x+2,06$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	1135	992	1578	2672	0,37	$Y=0.008x+3.75$

### 3.6 Etude de la toxicité des extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.6.1 Toxicité de l'extrait de *Rosmarinus officinalis* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 26 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (10%) pour la dose de 900 mg / l contre 1% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne un peu plus de 14% de mortalité et enfin une mortalité égale 0 37% a été enregistrée après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 26: Toxicité de *Rosmarinus officinalis* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
24 heures	1	2	10
48 heures	10	12	14
72 heures	11	21	37

#### 3.6.2 La régression linéaire de *Rosmarinus officinalis* 24h, 48h et 72heures

Les figures 39, 40 et 41 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

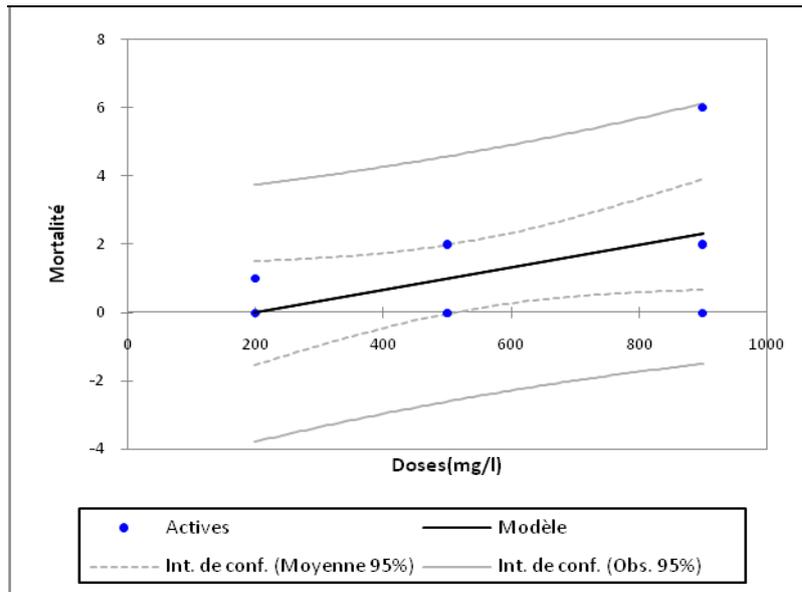


Figure 39 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Rosmarinus officinalis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

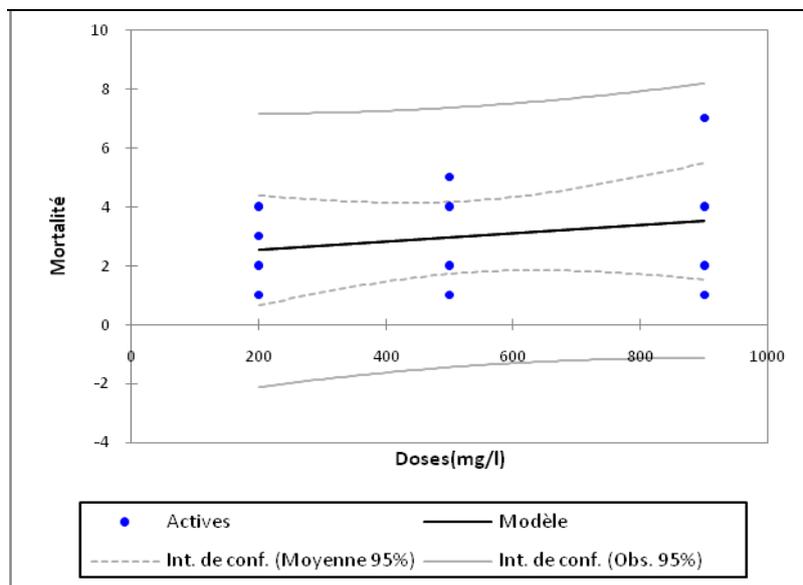


Figure 40 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Rosmarinus officinalis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

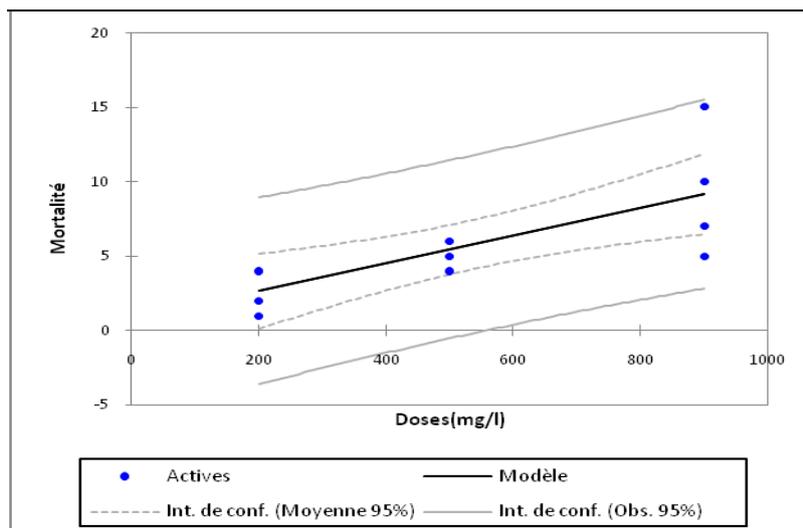


Figure 41 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Rosmarinus officinalis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.6.3 Etude comparative des doses de *Rosmarinus officinalis* utilisées sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Rosmarinus officinalis* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F= 2,407$  (Tableau 27).

Tableau 27 : Effet dose de *Rosmarinus officinalis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	86,000	43,000	5,842	0,01
Résiduelle	9	66,250	7,361		
Totale	11	152,250			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de

*Rosmarinus officinalis* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 0,250$  (Tableau 28).

Tableau 28 : Effet dose de *Rosmarinus officinalis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	12,167	6,083	2,407	0,01
Résiduelle	9	22,750	2,528		
Totale	11	34,917			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Rosmarinus officinalis* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F= 5,842$  (Tableau 29).

Tableau 29 : Effet dose de *Rosmarinus officinalis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	2,000	1,000	0,250	0,01
Résiduelle	9	36,000	4,000		
Totale	11	38,000			

### 3.6.4 Etude des paramètres toxicologiques de *Rosmarinus officinalis* pendant 24h, 48h et 72h

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0.003x-0.68$ , avec un  $R^2 =0,31$ , son DL50% est de 4809 mg/l et son DL90% est de 8701.

En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.001x+2,24$ ,  $R^2 = 0,05$ , son DL50% est de 2070 mg/l et son DL90% est de 4209 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.009x+0.77$ ,  $R^2 = 0,56$ , son DL50% est de 1681 mg/l et son DL90% est de 4043 mg/l (Tableau 30).

Tableau 30 : Paramètres toxicologiques de *Rosmarinus officinalis* après 24, 48h et 72 h d'expositions

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 mg/l	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	4809	3014	5551	8729	0,31	$Y=0.003x-0.68$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	2570	1896	2863	4208	0,05	$Y=0.001x+2,24$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	2081	1083	2379	4043	0,56	$Y=0.009x+0.77$

### 3.7 Etude de la toxicité des extraits aqueux de *Ruta montana* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.7.1 Toxicité de l'extrait de *Ruta montana* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 31 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (22%) pour la dose de 900 mg / l contre 6% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne un peu plus de 28% de mortalité et enfin une mortalité égale à 42% a été enregistrée après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 31: Toxicité de *Ruta montana* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
	% Mortalité		
24 heures	6	12	22
48 heures	19	27	28
72 heures	22	36	42

#### 3.7.2 La régression linéaire de *Ruta montana* de 24h, 48h et 72heures

Les figures 42, 43 et 44 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

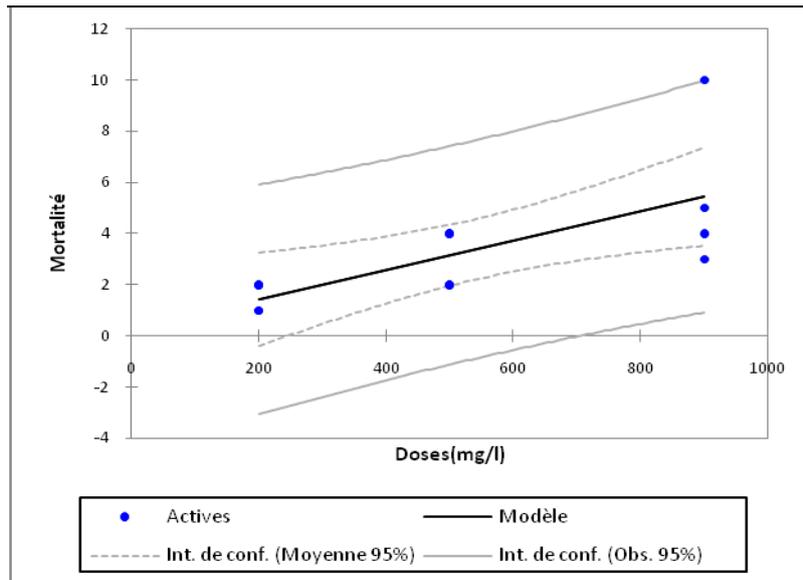


Figure 42 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Ruta montana* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

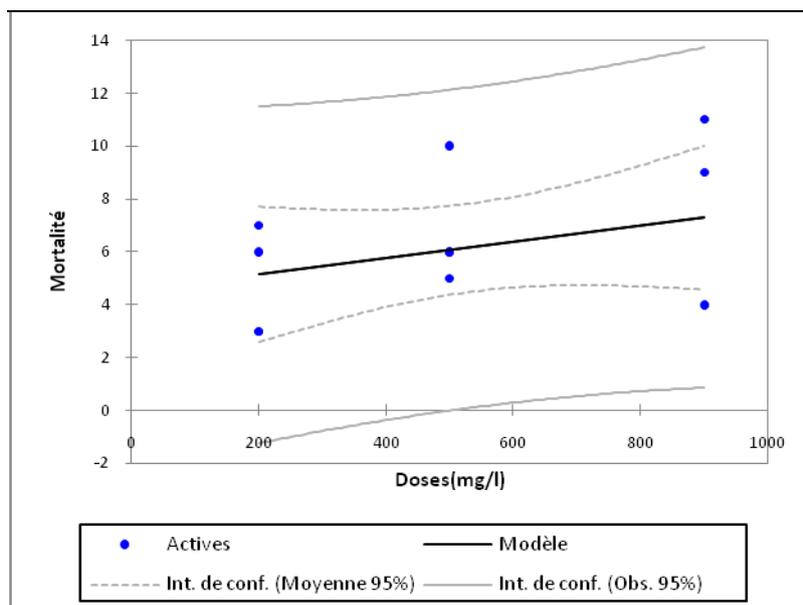


Figure 43 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Ruta montana* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

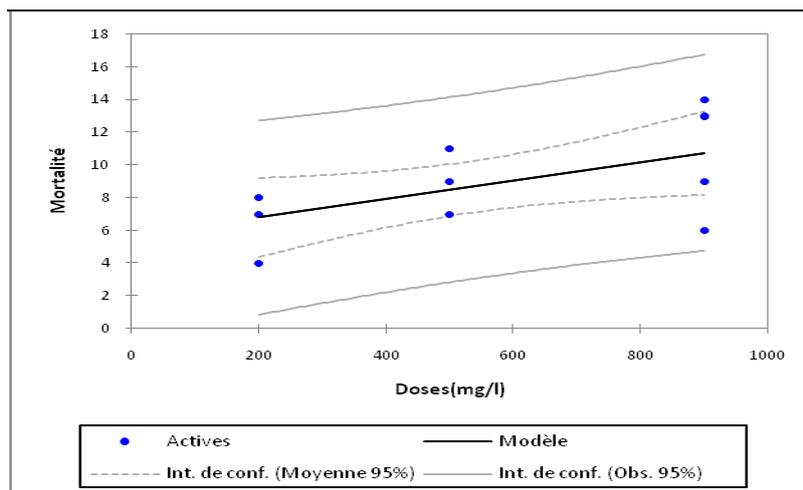


Figure 44 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Ruta montana* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.7.3 Etude comparative des doses de *Ruta montana* utilisées sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Ruta montana* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F=4,324$  (Tableau 32).

Tableau 32 : Effet dose de *Ruta montana* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	32,667	16,333	4,324	0,01
Résiduelle	9	34,000	3,778		
Totale	11	66,667			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose significatif ( $p < 0,1$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Ruta montana* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 0,836$  (Tableau 33).

Tableau 33 : Effet dose de *Ruta montana* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	32,667	16,333	2,534	0,1
Résiduelle	9	58,000	6,444		
Totale	11	90,667			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose significatif ( $p < 0,1$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Ruta montana* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F= 2,534$  (Tableau 34).

Tableau 34 : Effet dose de *Ruta montana* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	12,167	6,083	0,836	0,1
Résiduelle	9	65,500	7,278		
Totale	11	77,667			

### 3.7.4 Etude des paramètres toxicologiques de *Ruta montana* pendant 24h, 48h et 72h

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0.007x+0.27$ , avec un  $R^2 = 0,48$ , son DL50% est de 4125 mg/l et son DL90% est de 9015. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.003x+4.52$ ,  $R^2 = 0,12$ , son DL50% est de 5683 mg/l et son DL90% est de 12257 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de

traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.005x+6.67$ ,  $R^2 = 0,34$ , son DL50% est de 1749 mg/l et son DL90% est de 3544mg/l (Tableau 35).

Tableau 35 : Paramètres toxicologiques de *Ruta montana* après 24, 48h et 72 h d'expositions

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 mg/l	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	4125	3812	4587	9015	0,48	$Y=0.007x+0.27$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	2683	/	/	6257	0,12	$Y=0.003x+4.52$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	1249	1607	2431	3544	0,34	$Y=0.005x+6.67$

### 3.8 Etude de la toxicité des extraits aqueux de *Thymus vulgaris* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.8.1 Toxicité de l'extrait de *Thymus vulgaris* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 36 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (37%) pour la dose de 900 mg / l contre 13% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne 39% de mortalité et enfin une mortalité dépassant les 50% a été enregistrée (52%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 36: Toxicité de *Thymus vulgaris* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
	% Mortalité		
24 heures	13	28	37
48 heures	14	32	39
72 heures	23	38	52

#### 3.8.2 La régression linéaire de *Thymus vulgaris* de 24h, 48h et 72heures

Les figures 45, 46 et 47 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

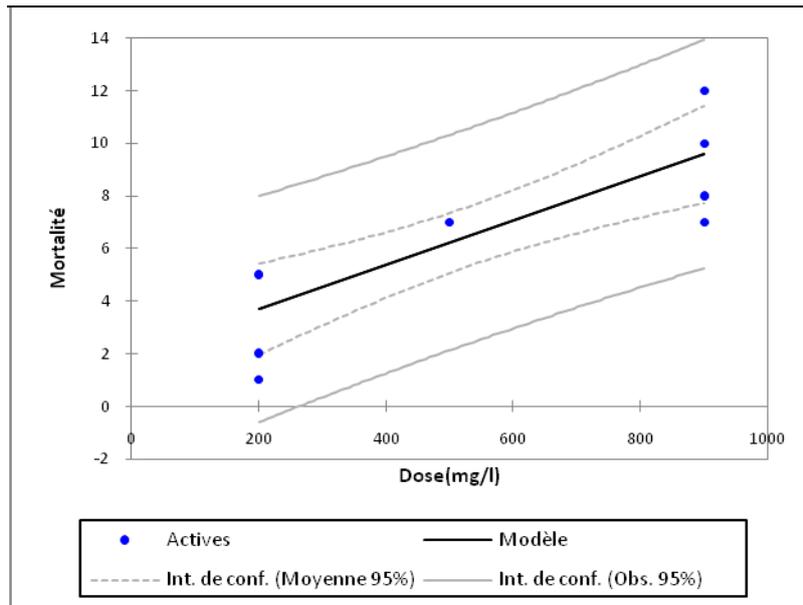


Figure 45 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Thymus vulgaris* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

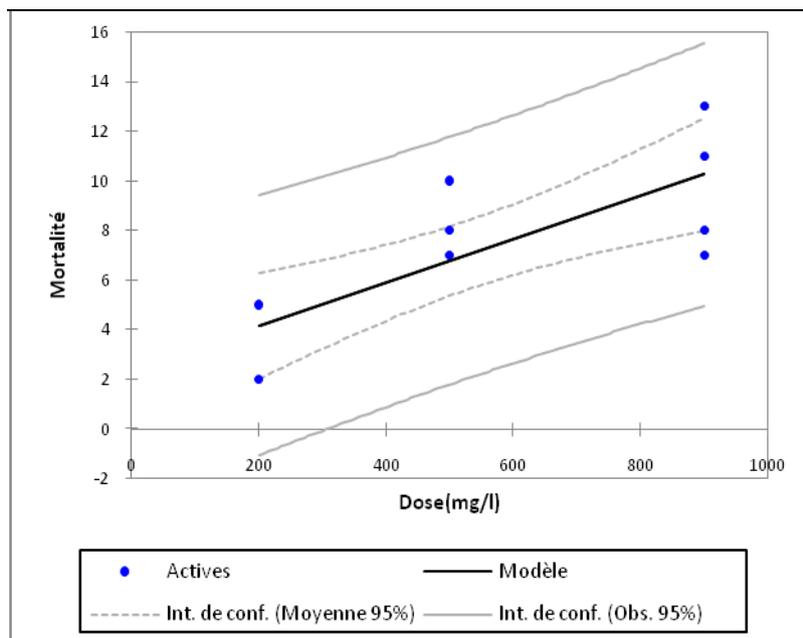


Figure 46 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Thymus vulgaris* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

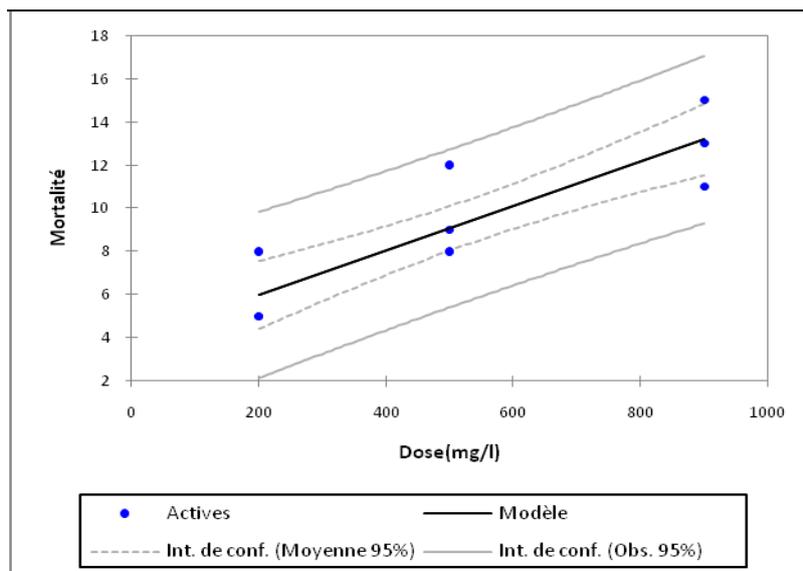


Figure 47 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Thymus vulgaris* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.8.3 Etude comparative des doses de *Thymus vulgaris* utilisées sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Thymus vulgaris* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F=12,027$  (Tableau 37).

Tableau 37 : Effet dose de *Thymus vulgaris* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	73,500	36,750	12,027	0,001
Résiduelle	9	27,500	3,056		
Totale	11	101,000			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Thymus vulgaris* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 9,914$  (Tableau 38).

Tableau 38 : Effet dose de *Thymus vulgaris* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	83,167	41,583	9,914	0,001
Résiduelle	9	37,750	4,194		
Totale	11	120,917			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Thymus vulgaris* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F= 19,926$  (Tableau 39).

Tableau 39 : Effet dose de *Thymus vulgaris* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	105,167	52,583	19,926	0,001
Résiduelle	9	23,750	2,639		
Totale	11	128,917			

### 3.8.4 Etude des paramètres toxicologiques de *Thymus vulgaris* pendant 24h, 48h et 72h

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0.008x+2.05$ , avec un  $R^2 = 0,69$ , son DL50% est de 1619 mg/l et son DL90% est de 4369. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.008x+2.45$ ,  $R^2 = 0,61$ , son DL50% est de 1390 mg/l et son DL90% est de 3722 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.010x+3,93$ ,  $R^2 = 0,80$ , son DL50% est de 846 mg/l et son DL90% est de 1930 mg/l (Tableau 40).

Tableau 40 : Paramètres toxicologiques de *Thymus vulgaris* après 24,48h et 72 h d'expositions

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 mg/l	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	1619	1017	2679	4369	0,69	$Y=0.008x+2.05$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	1394	918	2511	3722	0,61	$Y=0.008x+2.45$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	896	721	1194	1930	0,80	$Y=0.010x+3,93$

### 3.9 Etude de la toxicité des extraits aqueux de *Lavandula officinalis* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.9.1 Toxicité de l'extrait de *Lavandula officinalis* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 41 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (5%) pour la dose de 900 mg / l contre 2% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne un peu plus de 22% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 25% a été enregistrée (26%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 41: Toxicité de *Lavandula officinalis* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
24 heures	2	4	5
48 heures	13	20	22
72 heures	16	22	26

#### 3.9.2 La régression linéaire de *Lavandula officinalis* de 24h, 48h et 72heures

Les figures 48, 49 et 50 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

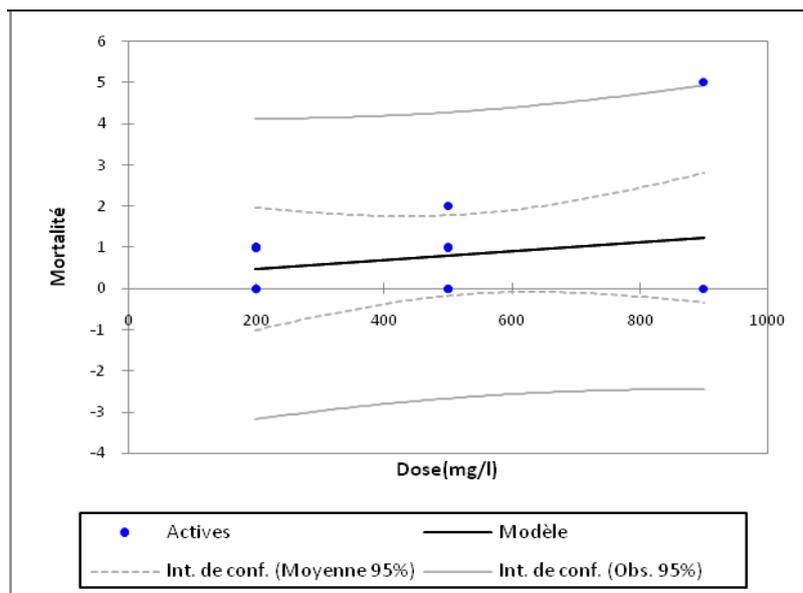


Figure 48 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Lavandula officinalis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 24h d'exposition

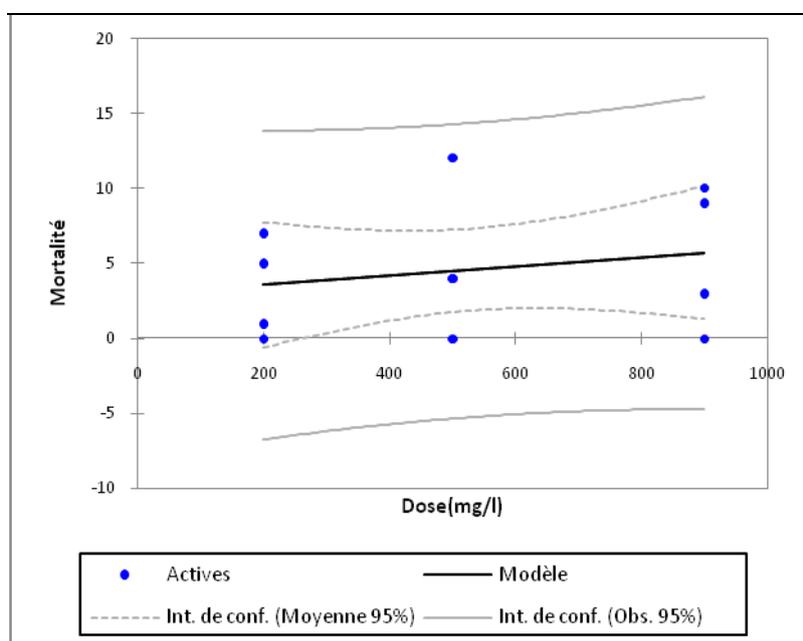


Figure 49 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Lavandula officinalis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

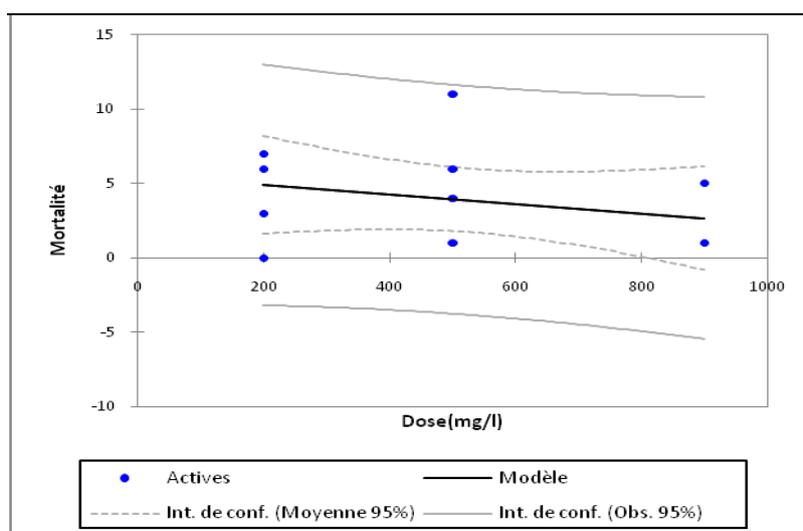


Figure 50 : Droite de régression des concentrations de l'extrait de *Lavandula officinalis* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.9.3 Etude comparative des doses de *Lavandula officinalis* utilisées sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose significatif ( $p < 0,1$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Lavandula officinalis* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F=0,233$  (Tableau 42).

Tableau 42 : Effet dose de *Lavandula officinalis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	1,167	0,583	0,233	0,1
Résiduelle	9	22,500	2,500		
Totale	11	23,667			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose significatif ( $p < 0,1$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Lavandula officinalis* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F=0,283$  (Tableau 43).

Tableau 43 : Effet dose de *Lavandula officinalis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	11,167	5,583	0,283	0,1
Résiduelle	9	177,750	19,750		
Totale	11	188,917			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose significatif ( $p < 0,1$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations de *Lavandula officinalis* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F=1,168$  (Tableau 44).

Tableau 44 : Effet dose de *Lavandula officinalis* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	24,667	12,333	1,168	0,1
Résiduelle	9	95,000	10,556		
Totale	11	119,667			

### 3.9.4 Etude des paramètres toxicologiques de *Lavandula officinalis* pendant 24h, 48h et 72h

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0.001x+0.85$ , avec un  $R^2=0,04$ , son DL50% est de 5256 mg/l. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :

$Y=0.003x+2.92$ ,  $R^2 = 0,05$ , son DL50% est de 5689 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.003x+5.52$ ,  $R^2 = 0,89$ , son DL50% est de 4915 mg/l (Tableau 45).

Tableau 45 : Paramètres toxicologiques de *Lavandula officinalis* après 24, 48h et 72 h d'expositions

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 mg/l	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	3929	3017	4679	5369	0,04	$Y=0.001x+0.85$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	3494	2318	3911	4722	0,05	$Y=0.003x+2.92$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	2915	2121	3294	3930	0,80	$Y=0.003x+5.52$

### 3.10 Etude de la toxicité des extraits aqueux d'*Origanum compactum* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

#### 3.10.1 Toxicité de l'extrait d'*Origanum compactum* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

Le tableau 46 représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition.

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (24%) pour la dose de 900 mg / l contre 6% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne un peu plus de 25% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 50% a été enregistrée (49%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

Tableau 46: Toxicité d'*Origanum compactum* sur *Culex pipiens*.

Temps d'exposition	(Concentrations)		
	200 mg/l	500mg/l	900 mg/l
	% Mortalité		
24 heures	6	17	24
48 heures	15	24	27
72 heures	32	32	51

#### 3.10.2 La régression linéaire d'*Origanum compactum* de 24h, 48h et 72 heures

Les figures 51, 52 et 53 montrent les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

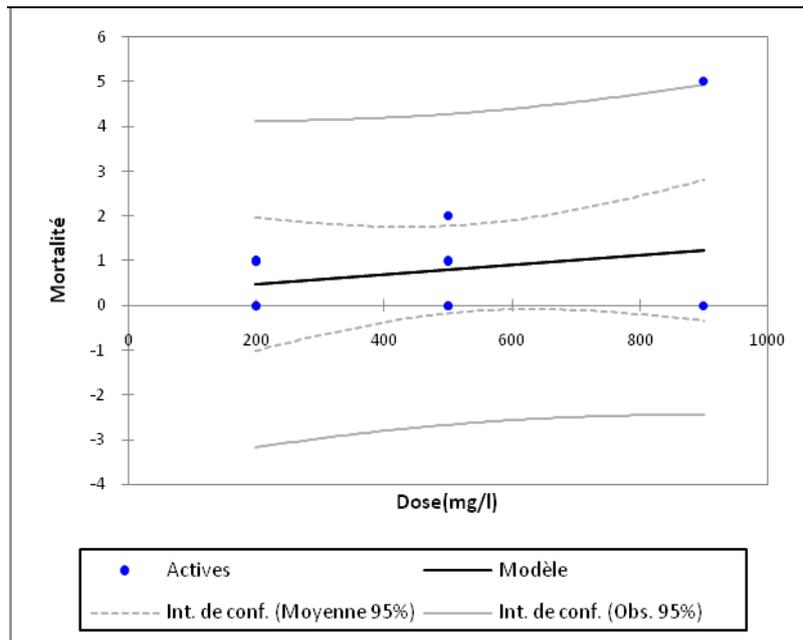


Figure 51 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Origanum compactum* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

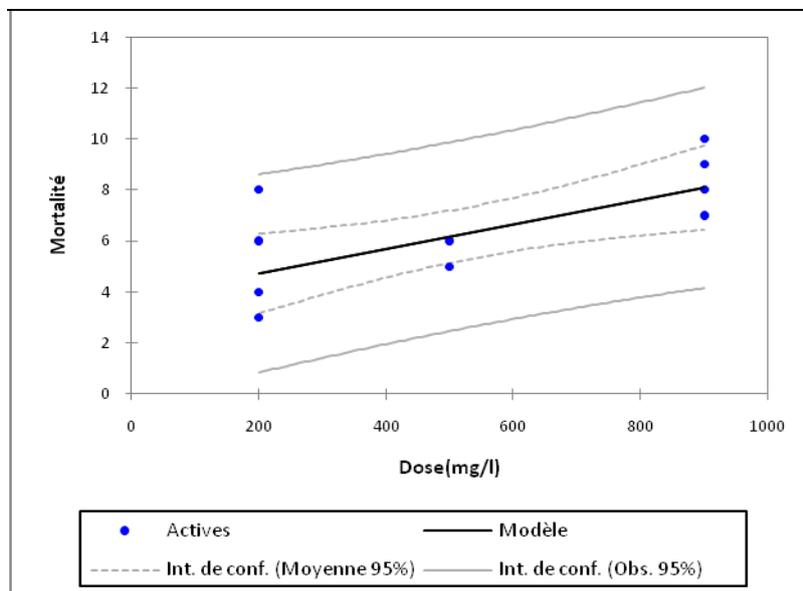


Figure 52 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Origanum compactum* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 48h d'exposition

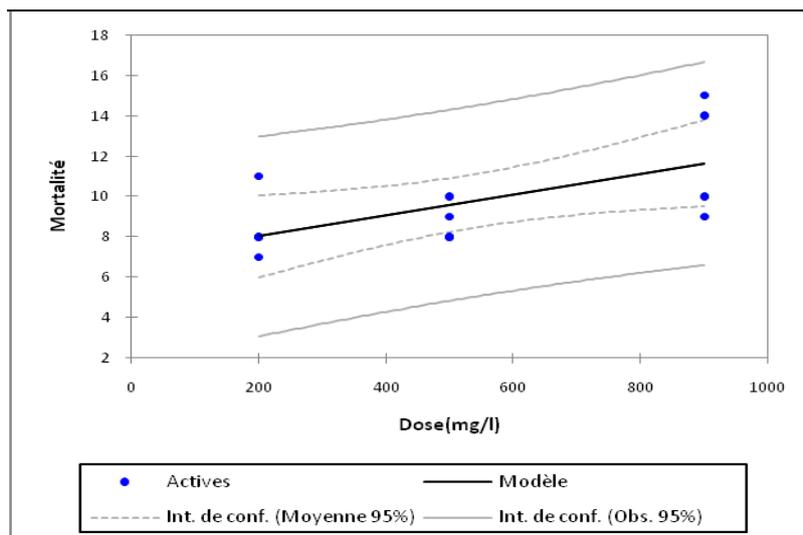


Figure 53 : Droite de régression des concentrations de l'extrait d'*Origanum compactum* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après 72h d'exposition

### 3.10.3 Etude comparative des doses d'*Origanum compactum* utilisées sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ( $p < 0,001$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Origanum compactum* utilisées après 24h d'exposition avec un  $F=8,274$  (Tableau 47).

Tableau 47 : Effet dose d'*Origanum compactum* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 24h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	28,500	14,250	8,274	0,001
Résiduelle	9	15,500	1,722		
Totale	11	44,000			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des

différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Origanum compactum* utilisées après 48h d'exposition avec un  $F= 6,183$  (Tableau 48).

Tableau 48 : Effet dose d'*Origanum compactum* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 48h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	28,167	14,083	6,183	0,01
Résiduelle	9	20,500	2,278		
Totale	11	48,667			

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* montre un effet dose hautement significatif ( $p < 0,01$ ) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Origanum compactum* utilisées après 72h d'exposition avec un  $F=3,636$  (Tableau 49).

Tableau 49 : Effet dose d'*Origanum compactum* appliqué sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens* après 72h d'exposition. (ANOVA)

Sources de variation	DDL	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	2	30,500	15,250	3,636	0,01
Résiduelle	9	37,750	4,194		
Totale	11	68,250			

### 3.10.4. Etude des paramètres toxicologiques d'*Origanum compactum* après 24, 48h et 72 h d'expositions.

La droite de régression après une exposition de 24h est de la forme :  $Y=0.0155x-7.75$ , avec un  $R^2=0,65$ , son DL50% est de 1527 mg/l et son DL90% est de 2677. En ce qui concerne les résultats après 48h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.015x-6.5$ ,  $R^2=0,89$ , son DL50% est de 1390 mg/l et son DL90% est de 2514 mg/l, et enfin pour les résultats après 72h de traitement, la droite de régression est de la forme :  $Y=0.015x-6.5$ ,  $R^2=0,89$ , son DL50% est de 1390 mg/l et son DL90% est de 2514 mg/l (Tableau 50).

Tableau50 : Paramètres toxicologiques d'*Origanum compactum* après 24, 48h et 72 h d'expositions.

Concentrations (mg/l)	Temps d'exposition	CL50 mg/l	95% limite fiduciale (mg/l)		CL90 mg/l	R <sup>2</sup>	Equation de régression
			Lower	Upper			
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	24 heures	1619	1017	2679	4369	0,69	$Y=0.008x+2.05$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	48 heures	1394	918	2511	3722	0,61	$Y=0.008x+2.45$
200 mg/l 500 mg/l 900 mg/l	72 heures	946	821	1194	1930	0,80	$Y=0.010x+3,93$

#### 4. DISCUSSION

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante dans la vie de ces derniers, ainsi l'étude des activités biologiques et biotechnologique des extraits de plantes n'a jamais cessé de s'accroître. Toutefois, peu de travaux relatent leur effet toxique, mais nous tenterons d'en retracer quelques uns, afin de discuter nos résultats.

Dans notre présente étude, nous avons voulu déterminer le potentiel d'action d'une dizaine de plantes, à savoir ; *Artemisia herba alba*, *Marrubium vulgare*, *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta montana*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* et *Origanum compactum* à l'égard des larves de moustique du quatrième stade de l'espèce *Culex pipiens* L ; pour cela il a fallu obtenir à partir de ces plantes des extraits méthanoliques par Soxhlet pour les transformer ensuite en extraits aqueux après élimination du solvant par évaporation, sous pression réduite. Des concentrations sont préparées à partir de ces extraits aqueux et directement testées sur les larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Culex pipiens*.

Les résultats obtenus révèlent une sensibilité variable des larves traduite par des taux de mortalité faibles à très élevés en passant d'une concentration à l'autre, mais surtout d'une plante à l'autre. Les résultats révèlent également que l'activité larvicide est progressive sur la durée puisque il a été enregistré une augmentation de la mortalité au fur et à mesure qu'on avance dans le temps d'exposition, pour atteindre parfois un taux de mortalité maximal de 100% pour les doses les plus élevés et pour certaines plantes seulement. Ainsi, la mortalité qui est corrélée aux doses utilisées est d'autant plus accrue que l'exposition des larves aux insecticides est prolongée dans le temps.

Ce résultat concorde parfaitement avec les explications apportées dans l'étude de Seye *et al.*, (2006), où les auteurs stipulent dans leur étude toxicologique portant sur l'effet de la poudre de neem testée à l'égard des stades pré-imaginaux de *Culex quinquefasciatus*, que les substances actives contenues dans l'extrait sont libérées lentement induisant une mortalité progressive. Les mêmes faits sont également rapportés dans l'étude de Koua, (1994) portant sur l'effet de l'extrait aqueux de *Persea americana* sur différents stades larvaires d'*Anopheles gambiaes*, car en effet l'auteur précise que tous les stades larvaires d'*Anopheles gambiaes* sont sensibles à l'extrait aqueux de *Persea Americana* et que cette sensibilité augmente avec la concentration, et le temps de contact larve-insecticide en concluant que ces faits s'expliquent par une chronologie d'action de la toxine présente dans l'extrait aqueux de *Persea americana*.

Concernant les 3 concentrations élaborées pour chaque plante, l'analyse de la variance a montré que la dose de 500mg/l pouvait être regroupée avec celle de 200mg/l car elles ne présentent pas une grande variabilité en terme de mortalité, à l'exception de l'extrait d'*Artemisia herba-alba* où les trois concentrations présentent des différences très hautement significatives entre elles.

En ce qui concerne les résultats obtenus pour les concentrations létales de chaque extrait de plante, il a été observé qu'elles diminuent en fonction du prolongement du temps d'exposition, ce qui concorde parfaitement avec les observations rapportées par les travaux de Koua, (1994) qui stipulent dans son étude portant sur l'effet de l'extrait aqueux de *Persea americana* sur différents stades larvaires d'*Anopheles gambiaes* que les concentrations létales diminuent avec l'augmentation de la durée d'exposition des larves.

De tous les extraits utilisés, *Artemisia herba-alba* est celle qui engendre le plus grand taux de mortalité (94% pour la dose de 900 mg/l après 72 h d'exposition), mais également celle qui agit à des concentrations relativement faibles (CL50 = 347mg/l après 72 h d'exposition). Vient ensuite 3 autres extraits de plantes (*Marrubium vulgare*, *Thymus vulgaris* et *Origanum compactum*)

lesquelles ont engendré une mortalité de plus de 50% sur les larves testées. Ainsi pour *Marrubium vulgare* nous avons déterminé une CL50 de 59% pour la dose de 900 mg/l après 72 h d'exposition et une CL50 = 668 mg/l après 72 h d'exposition. Une DL50 de 52% pour la dose de 900 mg/l après 72 h d'exposition et un CL50 = 896 mg/l après 72 h d'exposition a été déterminé pour *Thymus vulgaris* et enfin, pour *Origanum compactum* une DL50 de 51% pour la dose de 900 mg/l après 72 h d'exposition et une CL50 = 946 mg/l après 72 h d'exposition.

Les résultats obtenus dans notre présente étude corroborent les expérimentations menées par Hifnawy *et al*, (2001) sur l'utilisation de l'extrait d'*Artemisia herba halba* à l'égard les larves de culicidae ; un effet larvicide positif est observé, ce qui suggère qu'un ou plusieurs composants de cette plante lui confèrent une propriété toxicologique létale à l'égard des larves de culicidae. Cette toxicité est également rapportée par Azaizeh *et al*, (2007) ; Soliman, (2006) ; Soliman, (2007) et Tani *et al*, (2008). Par ailleurs, *Artemisia herba halba* est aussi citée comme l'une des plantes les mieux appréciées et des plus utilisées pour son activité antioxydante (Djeridane *et al*, 2006 ; Al-Mustafa, 2008 ; Abid *et al*, 2007; Suboh *et al*, 2004), son activité nématocide (Al-Banna *et al*, 2004), son activité antibactérienne (Yashphe *et al*, 1979; Sherif *et al*, 1987; Marrif *et al*, 1995; Hifnawy *et al*, 2001), son activité antiparasitaire (Idris *et al*, 1982; Al-Waili, 1988) et son activité anti leishmaniose (Hatimi *et al*, 2001).

L'espèce *Marrubium vulgare* qui a engendrée une mortalité de 59% au bout de 72h d'exposition sur les larves de *Culex pipiens* est également citée dans plusieurs expérimentations comme étant un bon larvicide et nymphicide à l'égard de différentes espèces culicidiennes. C'est le cas des travaux de Salama *et al* (2012) qui indiquent qu'elle peut agir sur les deux états aquatiques du moustique autrement dit contre les larves de *Culex pipiens* à des concentrations de 100 ppm/12hrs pour la DL50 et 200 ppm/12hrs pour la DL90 et contre les nymphes de *Culex pipiens*, à des concentrations supérieures (DL50=200ppm/12hrs; DL90=400ppm/12hrs). Les auteurs, attribuent cette action larvicide et nymphicide au thymol un des composants principaux de *Marrubium vulgare*.

Quant à *Thymus vulgaris*, aucune étude toxicologique impliquant des extraits méthanoliques n'est rapportée dans la bibliographie. Ce sont surtout les extraits d'huiles essentielles qui ont fait l'objet de tests sur des larves de l'espèce *Culex pipiens* comme c'est le cas au Maroc (El-Akha *et al.*, 2015). Selon Imelouane *et al.*, (2009), L'importante activité larvicide enregistrée est expliquée par l'action des composés majoritaires de cette plante et notamment le thymol avec une teneur élevée de 41,4 %. Les larves de *Culex quinquefasciatus* testées avec l'huile essentielle obtenue à partir de *Thymus vulgaris* présentent une sensibilité élevée avec une CL50 de 33 ppm Roman (2009).

Dans notre étude, les extraits de plantes ayant entraînés une mortalité de moins de 50% sur les larves testées sont *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*, *Ruta montana*, *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis*. Tout comme *Thymus vulgaris*, ces plantes n'ont l'objet d'aucune étude toxicologique impliquant des extraits méthanoliques, mais plutôt des tests avec des extraits d'huiles essentielles. C'est le cas par exemple des travaux de Boudherhem (2015) dans lesquels la toxicité des huiles essentielles de *Laurus nobilis* à l'égard des larves de 4ème stade de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, présente respectivement une DL50 de 10.76ppm et une DL 50 de 13.98ppm pour l'espèce. C'est également le cas des travaux d'Erler *et al.* (2006) qui rapporte une très bonne activité répulsive de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* à l'égard des femelles adultes de *Culex pipiens*. Et enfin, les travaux de Chettat (2013) sur l'effet de l'huile essentielle de *Mentha spicata* contre l'espèce *Culex pipiens*, où la DL 50 a été estimée à 12.02ppm.

Les travaux de Govindarajan *et al.* (2012) rapportent également l'action de l'huile essentielle de *Mentha spicata* sur les larves de 3 moustiques *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* et *Anopheles stephensi*, il en ressort que l'huile essentielle de *Mentha spicata* montrent un effet larvicide significatif à l'égard du 3ème stade larvaire de *C. quinquefasciatus*, *A. aegypti* et *A. stephensi* avec des CL50 respectifs de 62,62 ; 56,08 et 49,71 ppm.

Il y a également les travaux de Traboulsi (2002) qui rapportent l'activité insecticide de l'huile essentielle de feuilles et de fleurs de quelques plantes aromatiques contre les larves de 4<sup>ème</sup> stade du moustique *Culex pipiens molestus*, en effet l'extrait de *Myrtus communis*, a été jugés le plus toxique, suivis de ceux de *Syriacum origanum*, *Microcorphylla mentha*, *Pistacia lentiscus*, et *Lavandula stoechas*.

Tous les résultats obtenus dans notre étude convergent vers l'effet toxique incontesté des extraits méthanoliques sur les larves de *Culex pipiens*, ceci est en parfait accord avec beaucoup d'autres expérimentations et notamment ceux de Jang *et al.* (2002) décrivant l'activité larvicide des extraits méthanoliques de 34 plantes brésiliennes à l'égard des larves du 4<sup>ème</sup> stade d'*Aedes aegypti* et de *Culex pipiens*, précisant qu'à 200 ppm, une mortalité de 100% est observée pour les deux espèces avec les extraits de *Cassia orymbosa* et *Rubia tinctorum*.

Les travaux de Kemassi (2015) décrivent l'évaluation des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* sur la mortalité des larves de *Culex pipiens* et indiquent qu'à forte concentration (100%, 75%, 50%, 25%), l'extrait d'*E. guyoniana* engendre un pourcentage de mortalité larvaire de 100%.

Dans une étude réalisée par Hag El Tayeb *et al.* (2009), une forte activité insecticide de l'extrait aqueux de la partie aérienne de *Solenostemma argel*, récoltée au Soudan contre deux espèces de moustiques appartenant à la famille des Culicidae (*Culex quinquefasciatus* et *Anopheles arabiensis*), a été mise en évidence. Une autre étude réalisée par Edriss *et al.* (2013) a montré que l'extrait de l'éther de pétrole des graines de *Solenostemma argel* a une concentration de 0,5 % induit une bonne activité insecticide contre les larves des espèces citées précédemment dans des conditions de laboratoire.

Les travaux de David *et al.* (2000) décrivent la litière de l'aulne comme riche en polyphénols et lui attribuent des propriétés toxiques létales vis-à-vis des larves de moustique de l'espèce *Culex pipiens*, *Aedes aegypti* et *Anopheles albopictus*.

Si l'on s'en réfère aux résultats obtenus, l'interprétation de l'activité larvicide des extraits méthanoliques des plantes serait causée d'une part par la diversification des substances actives qui les composent et d'autre part, par l'interaction moléculaire des groupements fonctionnels de ces mêmes substances actives avec les tissus des organismes visés, notamment les larves de moustiques. Cette interaction serait selon Essawi et Srour (2000) le résultat d'une action singulière d'une des substances, ou d'un effet synergique entre plusieurs substances de ces extraits méthanoliques.

Ces substances actives qui participent généralement à la défense des plantes contre les agressions environnementales (Gee et Johnson, 2001) et qui sont synthétisées au sein de leurs organes sécréteurs (Bakkali et *al.* 2008), peuvent être qualitativement et quantitativement variables. Cette variabilité est influencée par la composition du sol, la position géographique et le rayonnement solaire dont elles sont totalement tributaires (Azanlenko, 1995).

L'identification qualitative et quantitative des composants des extraits méthanoliques des plantes révèle qu'il s'agit de mélanges complexes et variables de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes: les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Teisseire, 1991). Ils peuvent également renfermer divers constituants non volatils (Bakkali et *al.* 2008 ; Bruneton 1999; Teisseire 1991).

Les composés aromatique phénoliques (acides phénoliques, tannins et flavonoïdes) forment le groupe des composés chimiques le plus important des plantes et leurs effets toxicologique sont due à ces substances ; comme le thymol, le carvacrol, le cinnamaldéhyde, l'eugénol, le 1,8-cinéole, le camphre et les thujones (Hadj Salem, 2009).

Les résultats obtenus dans notre étude concordent parfaitement avec la conclusion avancée par (Boudjelal. 2013) sur la composition chimique des deux extraits méthanoliques d'*Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*, car en effet

d'après ses résultats l'extrait d'*Artemisia herba alba* est plus riche en composés phénoliques ( $25.34 \pm 0.69$  mg EAG / ml E) que celui de *Marrubium vulgare* ( $18.21 \pm 0.20$  mg EAG/ml E), ce qui explique d'une certaine manière la toxicité très élevée obtenus dans notre étude (94% pour la dose de 900 mg/l après 72 h d'exposition) pour l'extrait méthanoliques d'*Artemisia herba alba* contre (59% pour la dose de 900 mg/l après 72 h d'exposition) pour l'extrait méthanoliques de *Marrubium vulgare*.

Les produits à effet larvicide agissent donc par toxicité ou agissent selon d'autres méthodes, en inondant le système trachéal de la larve, ou en perturbant sa flottabilité et donc empêcher la larve de rester en surface (et donc de respirer). Les études d'Enan (2000) et Isman (2000) font le lien entre l'application de l'eugénol, de l'alpha-terpinéol et de l'alcool cinnamique, et le blocage des sites accepteurs de l'octopamine. L'octopamine ; un neuromodulateur spécifique des invertébrés est décrit comme une molécule à effet régulateur sur les battements de cœur, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés. Enan (2005) a également démontré un effet sur la Tyramine, un autre neurotransmetteur des insectes.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les Culicidae, sont sans doute les insectes les plus connus et les plus redoutés tant pour le désagrément et nuisance que constitue leur présence, que par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin tel que la filariose, la fièvre jaune, la fièvre du virus du Nile Occidental. Face à ces menaces, et afin de contrer la propagation des insectes et des épidémies y découlant, plusieurs méthodes ont été envisagées et adoptées ; ces stratégies de lutte se sont appuyées dans les premiers temps sur l'utilisation d'insecticides chimiques.

Très vite la résistance de ces insectes aux pesticides chimique utilisés et la bioaccumulation des composés toxiques dans l'environnement à inciter les chercheurs a trouver de nouvelles méthodes alternatives biologiques, sélectives et surtout biodégradable, afin de préserver le milieu naturel. Plusieurs méthodes de contrôle sont élaborées dans ce contexte et d'avantages encouragées, notamment celle relative à l'utilisation des extraits de plantes comme insecticides.

Dans notre présente étude toxicologique, la préoccupation première a été d'élaborer un extrait qui soit le moins couteux possible et en même temps le plus efficace possible. Notre choix s'est donc vite porté sur des extraits méthanoliques plus facilement réalisable que les huiles essentielles et surtout transposable sur terrain à des fins commerciales. Nous avons eu recours à l'utilisation de larvicide sous forme d'extraits aqueux d'une dizaine de plantes, à savoir ; *Artemisia herba alba*, *Marrubium vulgare*, *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta montana*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* et *Origanum compactum* sur les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* L et ceci afin de déterminer leurs degrés d'action sur ces dernières.

Les résultats obtenus révèlent une sensibilité variable des larves traduite par des taux de mortalité faible à très élevé en passant d'une concentration à l'autre, mais surtout d'une plante à l'autre. Les résultats révèlent également que

l'activité insecticide est progressive puisque il a été enregistré une augmentation de la mortalité au fur et à mesure qu'on avance dans le temps d'exposition pour atteindre parfois un taux de mortalité maximal de 100% pour les doses les plus élevés et pour certaines plantes seulement ; ce qui montre que la mortalité est corrélée aux doses utilisées et est d'autant plus accrue que l'exposition des larves aux insecticides est prolongée dans le temps.

Des tous les extraits utilisés ; *Artemisia herba-alba* est celle qui engendre le plus grand taux de mortalité mais également celle qui agit à des concentrations relativement faibles. Suivi par 3 extraits de plantes qui ont engendrés une mortalité de plus de 50% sur les larves testées au bout de 72h d'exposition ; *Marrubium vulgare*, *Thymus vulgaris* et *Origanum compactum*.

Les extraits de plante qui ont engendrés une mortalité de moins de 50% sur les larves testées mais toujours au bout de 72 h d'exposition sont *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata* et *Ruta montana* pour qu'enfin arrive les deux extraits de *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis* engendrant le plus faible effet.

Cette diversité d'action des extraits de plantes utilisés pourrait en fait être due à la diversification des molécules bioactives qui composent ces plantes pouvant réaliser une action singulière d'un des composants, ou un effet synergique entre plusieurs composés vis a vis des larves de moustiques qui y sont exposées .

D'autres études approfondies sont nécessaires et doivent être envisagées en perspectives pour bien cerner la toxicité des plantes sur les larves des moustiques et notamment ; l'isolement et la caractérisation des composés actifs dans les différents extraits afin de caractériser la composition des espèces de plantes aromatiques présente dans la ville de Constantine. D'autres tests devraient être réalisés afin de rechercher les mécanismes d'action des extraits aqueux et de leurs composants actifs sur les larves de moustiques *in vitro* et *in vivo*.

Compte tenu des essais par les tests menés au laboratoire et des résultats obtenus, on peut d'ores et déjà envisager d'en tirer des recommandations pratiques pour les services de santé publique. Les bioinsecticides que représentent les plantes, à moindre coût peuvent être une alternative intéressante et prometteuse. Vu la prolifération des moustiques, il devient urgent pour les services concernés d'imposer une réglementation draconienne accompagnée de méthodes d'interventions et de stratégies de lutte par les plantes, à l'égard des moustiques en l'occurrence *Culex pipiens*.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### A

**Aafi A., Taleb M.S., Fechtal M., 2002** - Espèces remarquables de la Flore du Maroc. CNRF -146 p.

**Abbot W.S., 1925** - A method of computing the effectiveness of an insecticide. *JEcon Entomol* 18:265–66.

**Abdel-Hamid Y.M., Soliman M.I., Allam K.M., 2009** - Spatial distribution and abundance of culicine mosquitoes in relation to the risk of filariasis transmission in El Sharqiya Governorate, Egypt. *Egypt Acad J Biolog Sci* 1: 39-48.

**Abdel-Hamid Y.M., Soliman M.I., Kenawy M.A., 2011-** Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in relation to the risk of disease transmission in El Ismailia governorate, Egypt. *J Egypt Soc Parasitol* 41: 109-118.

**Abdelwahed A., Hayder N., Kilani S., Mahmoud A., Chibani J., Hammami M., Chekir-Gherdira L and Ghedira K., 2006** - Chimical composition and antimicrobial activity of essential oils from Tunisian *Pituranthos tortuosud* (Coss.) Maire. *Flavour Fragr. J.* 2006 ; 21: 129-133.

**Abderahim A., 1983** - *Comportement des trois espèces d'eucalyptus introduite à Bainem*. Thèse d'étude (D.E.S).U.S.T.H.B. Alger. 87p.

**Abid Z.B., Feki M., Hédhili A. and Hamdaoui M.H., 2007-** *Artemisia herba-alba* Asso (Asteraceae) has equivalent effects to green and black tea decoctions on antioxidant processes and some metabolic parameters in rats. *Ann. Nutr. Metab.*, 51, 216-222.

**Al-Banna L., Darwish R.M. and Aburjai T., 2003** - Effect of plant extracts and essential oils on root-knot nematode. *Phytopathologia Mediterranea* , 42(2), 123-128.

**Al-Eisawi D.M., 1998** - Field guide to wild flowers of Jordan and neighbouring countries. Commercial. Press Foundation'Al Rai' 296p.-col. illus. Ara, En Icones. Geog. Volume2. Amman, Jordany.

**Aligon D., Bonneau J., Garcia J., Gomez D., Le Goff D., 2010** - Projet d'estimation des risques sanitaires. Estimation des expositions de la population générale aux insecticides : les organochlorés, les Organophosphorés et les Pyréthri-noïdes. IGS PERSAN 2009-2010. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 78p.

**Al kadi A., 1989** - Usage de quelques plantes dans la médecine populaire en libie, Vol1-2.

**Al-Mustafa A.H. and Al-Thunibat O.Y., 2008** - Antioxidant activity of some Jordanian medicinal plants used traditionally for treatment of diabetes. *Pak. J. of biol. sci.: PJBS*, 11(3), 351-8.

**Alouani A., Rehim N. et Soltani N., 2009** - larvicidal activity of a Neem tree extra (Azadirachtin) against mosquito larvae in the republic of Algeria. *Jordan journal of biological sciences* (2): 15-22.

**Al-Sarar., 2010** - Insecticide resistance of *Culex pipiens* (L) populations (Diptera : Culicidae) from Riyadh city, Saudi Arabia: status and overcome. *Saudi journal of biological sciences*. (17): 95-100.

**Altieri M.A. & Nicholls C.I., 2004-** Biodiversity and pest management in agro ecosystems. *2<sup>nd</sup> edn Food Products Press*. New York.

**Al-Waili N.S., 1988-** *Artemisia herba-alba* extract for treating Enterobius vermicularis infection. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 82, 626.

**Amraoui F., Krida G., Bouattour A., Rhim A., Daaboub J., Harrat Z., Boubidi S.C., Tijane M., Sarih M., Failloux A.B., 2012** - *Culex pipiens*, an Experimental Efficient Vector of West Nile and Rift Valley Fever Viruses in the Maghreb Region. *PLoS One*. 2012;7(5):e36757. Epub.

**Andrean J., Gilbert L., Régine F., 1981-** Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition technique et documentation p.21 Paris Cedex 08.

**Anonyme., 2010** - <http://www.lachimie.fr/materiel/extraction.php>

**Anonyme., 2011** - <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-58994-synthese>

**Anonyme., 2014** - [http://www.florealpes.com/fiche\\_lavande.php?liste=614](http://www.florealpes.com/fiche_lavande.php?liste=614)

**Anonyme., 2015** - **Erreur ! Référence de lien hypertexte non valide.**

**Aouati A., 2005** - Etude de la biodiversité des Culicidae du marais lac des oiseaux. Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba. 66 p.

**Aouati A., 2009** - Inventaire des culicidae des zones humides et des forêts de chêne-liège. Caractérisation systématique par les profils des hydrocarbures cuticulaires. Essais de lutte. Thèse de Magistère. Université Badji Mokhtar. Annaba. 131p.

**Aouinty B., Oufara S., Mellouki F., Saadia M., 2006** - Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnologie. Agron. Soc. Environ. 10 (2), 67 – 71.

**Azaizeh H., Kobaisy M., Dakwar S., Saad B., Shaqir I and Said O., 2007** - Botanical pesticides as a source of safe bioacaricides for the control of *Tetranychus cinnabarinus*. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 42(1), 143-152.

**Azalenko K., 1995** - Contribution à la détermination des chemotypes d'une plante à huile essentielle du Togo : *Lippia mutiflora*. Mémoire d'ingénieur de travaux, ESTBA, Univ. Lomé.

## **B**

**Baba Aissa F., 1999** - Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb), Librairie moderne, Rouïba, 173 p.

**Bachiri A., 2009** - Chemical composition of the essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) from Eastern Morocco., *Int. J. Agric. Biol.* 11. 205-208. 25.

**Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D. & Idaomar M., 2008** - Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.

**Barla A., Topcu G., Oksuz S., Tumen G. and Kingston D.G.I., 2007-** Identification of cytotoxic sesquiterpenes from *Laurus nobilis*. *L. Food Chem.*104:1478-1484.

**Battandier J., 1900** - *Plantes medicinales*. Ed. Girald, Alger, 61 p.

**Becker N., 1998** - The use of *Bacillus thuringiensis* sub sp. israelensis (BTI) against mosquitoes, with special emphasis of the ecological impact. *Israel Journal of Entomology XXXII* : 63-69.

**Belakhdar J., 1997** - *La pharmacopee marocaine traditionnelle. Medecine arabe ancienne et savoirs populaires*.Ed. Ibis press, Rabat, 764 p.

**Belkin J.N., 1968** - Mosquito studies (Diptera, Culicidae). VII. The Culicidae of New Zealand. *Contributions of the American Entomological Institute* 3(1): 1-182.

**Bellakhdar H., 1997** - Pharmacopée marocaine traditionnelle. Coll Médecine arabe et savoirs populaires, Ed IBIS Press 764 p Paris

**Benazzeddine S.A., 2010** - Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae ) et *Tribolium confusum* (Coleoptera; Tenebrionidae ). Mémoire d'ingénieur d'état en science agronomique. Ecole nationale supérieure agronomique El- Harrach d'Alger.102p.

**Bendali F., 2006** - Etude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba .Lutte biologique

anticulicidienne. Thèse de doctorat en biologie animale. Université d'Annaba. 176p.

**Berchi S., Aouati A., and Louadi K., 2012** - Typology of favourable biotopes to the larval development (Diptera-Culicidae), source of nuisance at Constantine (Algeria). *ecologia mediterranea*. Vol (3 8)2.

**Berchi S., 2000a** - Bioécologie de *Culex pipiens*. (Diptéra, Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doc. Es-science. Université de Constantine. 133 p.

**Berchi S., 2000b** - Résistance de certaines populations de *Culex pipiens pipiens* (L) au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae). *Bull. Soc. Ent.* France. 105(2):125-129.

**Berge TO., 1975** - International catalogue of Arboviruses, including certain other viruses of Vertebrates. US Depart. Hlth. Educ. And Welfare.Public.N°75-8301, 2 edit.

**Bianchi F.J., Booij C.J. & Tschardt T., 2006** - Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings. Biological sciences/ The Royal Society.*, 273: 1715-1727.

**Bitsindou G.P., 1983** - Thèse Doctorat 3' cycle, université Paris-Sud. P :102.

**Bjorling Poulsen M., Andersen H.R & Grandjean P., 2008** - Potential developmental neurotoxicity of pesticides used in Europe. *Environ Health.*, 7: 50.

**Blondel J., 1975-** L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostic écologique. La méthode d'échantillonnage fréquentiels progressifs (E.F.P). *Rev. Ecol. Terre et vie*, 29 (4) :533-589.

**Bonde J.P., Toft G., Rylander L., Rignell-Hydbom A., Giwercman A., Spano M., Manicardi G.C., Bizzaro D., Ludwicki J.K., Zvezday V., Bonfeld-Jorgensen E.C., Pedersen H.S., Jonsson B.A. & Thulstrup A.M.,**

**2008** - Fertility and markers of male reproductive function in Inuit and European populations spanning large contrasts in blood levels of persistent organochlorines. *Environ Health Perspect.*, 116: 269-277.

**Bondre V.P., Jadi R.S., Mishra A.C., Yergolkar P.N., Arankalle V.A., 2007** - West Nile virus isolates from India: evidence for a distinct genetic lineage. *J Gen Virol* 88: 875-884.

**Bouderhem A., 2015** - Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*). Thèse de Master Académique Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued. 84p.

**Boudjelal A., 2013** - Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar. Annaba. 87p.

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

**Boukhelfa T., 1991-** *Apport du couplage CPG/SM ET CPG/TR. Techniques des analyses des mélanges naturels complexe exemple de l'huile essentielle de romarin.* U.S.T.B.H. Alger. 126p.

**Bourbouze A. & Donadieu F., 1987** - L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes. Options medi., Serie B: Etudes et recherches, Ed. CIHEAM, 104 p.

**Breckle S.W., 1983** - Temperate deserts and semi-deserts of Afghanistan and Iran. Elsevier scientific Publishing Company, New-York, NY, USA

**Brown A. W. A., 1967** - The present status of control of *Culex pipiens fatigans*. *Bull. Org. Mond. Santé.* (37) : 297-299.

**Brunneton J., 1993** - Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales. Edition. Technique et documentaire, 3eme édition. 484,489,548,555,634 p.

**Byrne K., Nichols R.A., 1999** - *Culex pipiens* in London Underground tunnels: differentiation between surface and subterranean populations. Heredity 82: 7-15.

## C

**Carnat A.P., Carnat A., Fraisse D., Ricoux L. and Lamaison J.L., 1998-** The aromatic and polyphenolic composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L. subsp. *Officinalis*) tea, Pharmaceutica Acta Helvetiae, 72 (5), 301-305. Sterbova.

**Chaettath A., 2013** - étude insecticide des huiles essentielles de *Mentha piperita* à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiorealata*; mémoire de master; Tébessa ; p45.

**Chaudonneret ., 1962** - Quelques dispositifs remarquable dans les organes de l'ingestion chez la larve de moustique (Diptera, Nematocera). Ann. Sci. Nat., Zool., 4 (3) :473-488.

**Chevalier P. 2003** - pertinence et faisabilité, en 2003 d'un programme préventif de réduction du risque de transmission du Virus du Nil Occidental avec des larvicides. Direction risques biologiques environnementaux et occupationnels. P : 1-55.

**Chevillon C., Eritja R., Pasteur N., Raymond M., 1995** - Commensalism, adaptation and gene flow: mosquitoes of the *Culex pipiens* complex in different habitats. Genet Res 66: 147-1 57.

**Christophers S.R., 1923** - The development and structure of the terminal segment and hypopygium of the mosquito with observation on the homologies of the terminal segment of the larva. *Indian j. Med. Res.*, 10:530-572.

**Christophers S.R., 1923** - The structure and development of the female genital organs and hypopygium of the mosquito. *Indian j. Med. Res.*, 10 :698-720.

**Christophers S.R. ET Barraud P.J., 1931** - The eggs of indian Anopheles, with descriptions of the hitherto undescribed eggs of the number of species. *Rec.Malar. Surv. India*, 2 :161-192.

**Christophers S.R., 1960** - *Aedes aegypti* (L.), The yellow fever Mosquito. Its life history, Bionomics and Structure. Cambridge Univ. Press, 739p.

**Colborn, T., 2006** - A case for revisiting the safety of pesticides: a closer look at neurodevelopment. *Environ. Health. Perspect.*, 114: 10-17.

**Combemale P., 2001** - La prescription des repulsifs. *med. trop.* ; 61 : 99-103.

**Cook D.R., 1974** - Water mite genera and subgenera. *Mem.. Am. Entomol. Inst.*, 21,1-860.

**Costa L.G., Aschner M., Vitalone A., Syversen T. & Soldin O.P., 2004** - Developmental neuropathology of environmental agents. *Annu Rev Pharmacol Toxicol.*, 44: 87-110.

**Crosby D.G., 1966** - Natural pest control Agents. *Adv. Chem. Ser.* (53), p. 1-16.

## D

**Daubney R., Hudson JR., Garnham P.C., 1931** - Enzootic hepatitis or Rift Valley fever: an undescribed disease of sheep, cattle and man from East Africa. *Journal of Pathology and Bacteriology* 89: 545-579.

**Davis N.C., 1926**- Notes on the female hypopygia of anophelinae mosquito, with special reference to some Brazilian species. *American.J. Hyg.*, 6 : 1-22.

- De Barjac H., Veron M. & Cosmao-Dumanoir V., 1980** - Caractérisation biochimique et sérologique des souches de *Bacillus sphaericus* pathogènes ou non pour les moustiques. *Ann. Microbiol (Institut Pasteur)*, 131 (b): 91-201.
- Debuigne G., 1984-** *Larousse des plantes qui guérissent*. Ed. Larousse, Paris, 254 p.
- De Groot Inge., 2004** - Protection des céréales et des légumineuses stockées. *Agrodok 18*. deuxième édition. 74p.
- Demir V., Guhan T., Yagcioglu A.K., Degirmencioglu A., 2004** - Mathematical modeling and the Determination of some Quality Parameters of Air-dried Bay leaves. *Biosystems Engineering*. 88 (3): 325-335.
- Den Hond E. & Schoeters G., 2006** - Endocrine disrupters and human puberty. *Int J Androl.*, 29: 264-271.
- Denys C. & Tsscharntke T., 2002** - Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields and fallows. *Oecologia.*, 130: 315-324.
- Djebaili S., 1984** - *Steppe algérienne: phytosociologie et écologie*. Ed. OPU, Alger, 140 p.
- Djebaili S., 1987** - *Rapport phyto-écologique et pastoral (Wilaya de Djelfa)*. Unité de recherche sur les ressources biologiques terrestres, 159 p.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N., 2006** - Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97, 654-660.
- Dufour B., Moutou F. and Guitteny B. 2000** - Le point sur l'épizootie française de West Nile en 2000. *Bulletin Epidémiologique de l'Afssa*, no. (1): 1-2.

## E

**Edwards F.W., 1920** - Notes of the mosquito of Madagascar, Mauritius and Reunion. *Bull.ent.Res.*, 11 : 133-138.

**Edwards F.W., 1941**- Mosquito of the Ethiopian Region, part III: Culicinae adult and pupae, *Brit. Mus. Nat. Hist.*, London, 499p.

**Ekström G. & Ekbom B., 2011** - Pest Control in Agro-ecosystems: An Ecological Approach. *Critical Reviews in Plant Sciences.*, 30: 74-94.

**El-Akhal F., Greche H., Ouazzani Chahdi F., Guemmouh R., et El Ouali Lalami A., 2015**- Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc Chemical composition and larvicidal activity of *Culex pipiens* essential oil of *Thymus vulgaris* grown in Morocco. *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (1) (2015) 214-219 ISSN : 2028-2508.

**El kady G.A., Kamel N.H., Mosleh Y.Y. and Bahght I.M., 2008** - comparative toxicity of two bioinsecticides (Spinotoram and Vertemic) compared with methomyl against *Culex pipiens* and *Anopheles multicolor*. *World journal of agricultural sciences.* 4(2): 19 8-205.

**Enan E., 2000** - Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology.* Vol130 (3) Nov 2001, p 325-337.

**Enan E., 2005** - Molecular response of *Drosophila melanogaster* tyramine receptor cascade to plant essential oils. *Insect biochemistry and molecular biology.* Vol35(4) pp 309-321.

**Enserink M., 2006** - Bone Disease Gene Finally Found. Vol. 312 *Science*, p514.

**Erler F., Ulug I., Yalcinkay B., 2006** - Repellent activity of five essential oils against *Culex pipiens*- *Fitoterapia.* Vol.77.pp.491-494, Turkey.

**Essawi T. & Srour M., 2000** - Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology* 70, 343-349.

**Estrada J.G. & Mulla M.S., 1986** - Evaluation of two new new insect growth regulators against mosquitoes in laboratory. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 2: 57-60.

## F

**Failloux A.B., 2011** - Assessment of the risk of introduction to Tunisia of the Rift Valley fever virus by the mosquito *Culex pipiens*. *Bull Soc Pathol Exot* 104(4): 250-259.

**Faraj C., Elkohli M., Lyagoubi M., 2006** - Cycle gonotrophique de *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae), vecteur potentiel du virus West Nile, au Maroc : estimation de la durée en laboratoire. *Bull Soc Pathol Exot* 99(2): 119-121.

**Feuerstein I., Muller D., Hobert K., 1986** - The constitution of essential oils from *Artemisia herba-alba* populations of Israel and Sinai. *Phytochem* 25: 2343.

**Feuillet - Dassonval C., Gagnayre R., Rossignol B., Bidat E., Stheneur C., 2005** - Le plan d'action écrit : un outil pour l'autogestion de l'asthme. Written asthma action plans: a useful tool for self-management. *Archives de pédiatrie* (12): 1788–1796.

**Figueredo G., Chalchat J C., 2005-** XXIVème congrès international des huiles essentielles, Digne les Bains études des différents extraits de baies roses.

**Finney J.D., 1971-** Statistical method in biological assay. 2nd edition, London, Griffin, 333p.

**Fonseca D.M., Smith J.L., Wilkerson R.C., Fleischer R.C., 2006** - Pathways of expansion and multiple introductions illustrated by large genetic differentiation among worldwide populations of the southern house mosquito. *Am J Trop Med Hyg* 74(2): 284-289.

**Fonseca D.M., Smith J.L., Kim H.C., Mogi M., 2009** - Population genetics of the mosquito *Culex pipiens pallens* reveals sex-linked asymmetric introgression by *Culex quinquefasciatus*. *Infect Genet Evol* 9: 1197-1 203.

**Foudil-Cherif Y., 1991-** *Etude comparative des huiles essentielles algériennes d'Eucalyptus globulus labill. et camaldulensis.* These magister. U.S.T.H.B., Alger, 159p.

## G

**Gagné F., André C. & Blaise C., 2008** - The Dual Nature of Metallothioneins in the Metabolism of Heavy Metals and Reactive Oxygen Species in Aquatic Organisms: Implications of Use as a Biomarker of Heavy-Metal Effects in Field Investigations. *Biochemistry Insights.*,1: 23–33.

**Gaud J., 1953** - Notes biogéographiques sur les Culicidés du Maroc. Arch Inst Pasteur Maroc 4: 443-490.

**Gee J.M, Johnson I.T., 2001** - Polyphenolic compounds: interactions with the gut and implications for human health. *Curr Med Chem.*; 8(11):1245-55.

**Georghiou G.P., Ariaratnam V., Pasternak M.E., Lin C.S., 1975** - Organophosphorus multiresistance in *Culex quinquefasciatus* in California. *J. Econ. Entomol.* 68 : 461–467.

**Gomes B., Sousa C.A., Novo M.T., Freitas F.B., Alves R., Côrte-Real A.R., Salgueiro P., Donnelly M.J., Almeida A.P., Pinto J., 2009** - Asymmetric introgression between sympatric molestus and pipiens forms of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in the Comporta region, Portugal. *BMC Evol Biol* 9: 262.

**Govindarajan M., Sivakumar R., Rajeswari M. & Yogalakshmi K., 2012** - Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Mentha spicata* (Linn.) against three mosquito species *Parasitol Res.* 110:2023–2032.

**Grandjean P. & Landrigan P.J., 2006** - Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *Lancet.*, 368: 2167-2178.

**Gratz NG., 1999** - Emerging and resurging vector-borne diseases. *Annu Rev Entomol* 44: 51-75.

**Gregbine A., 1966** - Biologie et taxonomie des anophélinae de Madagascar et des îles voisines. Impression Laure. 487p.

**Grigonis D., Venskutonis P.R., Sivik B., Sandahl M. and Eskilsson C.S., 2005**- Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*), *The Journal of Supercritical Fluids*, 33 (3) (2005) 223-233.

**Guarrera P. M., 1999** - *J. Ethnopharmacology*, 68, 183.

**Gubler D.J., 1998** - Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical & Microbiology Review*, 11: 480-496.

**Gubler D.J., 2004** - Cities spawn epidemic dengue viruses. *Nature Medicine*, 10: 129-130. Harder, H.H., Riley, S.L., McCann, S.F. & Irving, S.N. 1996. *DPX-MP062 : a novel broadspectrum*, environmentally soft, insect control compound. Proc. Brighton Crop. Prot. Conf. 449.

**Gueye M.T., Seck D., Wathelet J-P. & Lognay G., 2011**- Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 15(1): 183-194.

**Gutsevich A.V., Monchadskii A. & Sktakel' berg A.A., 1974** - fauna of Diptera. U.S.S.R., Department of Commerce National Technical information VA. 22151: Family Culicidae, III, 408 p.

**Guyatt H.L., Dnow R.W., Evans D.B., 1999** - Malaria epidemiology and economics effects of delayed immune acquisition on the cost effectiveness of insecticide treated bed nets. *Trans. R. Soc. Lon. B.* 345 : 827-835.

## H

**Hadj Salem J., 2009** - Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acyles de ces

molécules par voie enzymatique. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine. France. 270p.

**Hag El Tayeb F.M., Taha A.K., Mardi H.G. and Sidahmed O. A. A., 2009 -** Water extracts of Hargel plant (*Solenostemma argel* Del Hyne) and Usher (*Calotropis procera* Ail) leaves as natural insecticides against mosquito larvae. *Journal of science and Technology*, Vol. 10 (3): 59-67.

**Hammiche V., Azzouz M., 2013 -** Les rues : ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité. *Phytothérapie*. 11:22-30.

**Hamon J. and Mouchet J., 1967 -** La résistance aux insecticides chez *Culex pipiens fatigans* Wiedemann. *Bull. Org. Mond. Santé.* (37): 277-286.

**Harb M., Faris R., Gad A.M., Hafez O.N., Ramzi R., Buck A.A., 1993 -** The resurgence of lymphatic filariasis in the Nile Delta. *Bull WHO* 71: 49-54.

**Harbach R.E. & Knight K.L., 1980 -** *Toxonomiets glossary of mosquito anatomy.* Plexus publishing Inc new-gersy 415 pp.

**Harbach R.E., Dahl C., White G.B., 1985 -** *Culex (Culex) pipiens* Linnaeus (Diptera, Culicidae)-concepts, type designations, and description. *Proc Entomol Soc Wash* 87: 1-24.

**Harrack ME., LE Guenno B. and LE Gounon B., 1997 -** Isolement du virus West Nile au Maroc. *Virologie*, 1,248-249.

**Hassain K., 2002 -** Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptère : Nématocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*ae- caspui*, *ae detritus*, *ae mariae et cx pipiens*) de la région occidentale Algérienne Thèse doc D'état. Univ Tlemcen.203 p.

**Hatimi S., Boudouma M., Bichichi M., Chaib N. and Idrissi N.G., 2001 -** Evaluation in vitro de l'activité antileishmanienne d'*Artemisia herba-alba* Asso. *Thérapeutique, Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 94(1), 29-31.

**Heinrich M., Kufer J., Leonti M., Pardo-de-Santayna M., 2006** - Ethnobotany and ethnopharmacology-Interdisciplinary links with the historical sciences. *J Ethopharmacol* 107: 157–60.

**Henderson G., Andersen J.F., Phillips J.K., and Jeanne R.L., 1990** - Internest aggression and identification of possible nestmate discrimination pheromones in polyginous ant *Formica montana*. *J. Chem. Ecol.* 16: 2217-2228.

**Hifnawy M.S., Rashwan O.A., Rabeh M.A., 2006** - Comparative chemical and biological investigations of certain essential oils belonging to families Asteraceae, Lamiaceae and Graminae”. *Bull. Fac. Pharm. Cairo Univ.*, 39: 35-53.

**Himmi O., Dakk M., Trari B., Elagbani M.E., 1995** - Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologique et écologique. *Travaux de l'institut scientifique. Rabat(Maroc).* (N44)

**Hoogstraal H., Meegan J.M., Khalil G.M., Adham F.K., 1979** - The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-78. 2. Ecological and entomological studies. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 73: 624-629.

**Huang S., Molaei G., Andreadis T.G., 2008** - Genetic insights into the population structure of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in the Northeastern United States by using microsatellite analysis. *Am J Trop Med Hyg* 79: 518-527.

**Hubalek Z. and Halouzka J., 1999** - West Nile fever-are emerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg Infect Dis.* (5): 643-650.1999

## I

**Idris U.E., Adam S.E. and Tartour G., 1982** - The anthelmintic efficacy of *Artemisia herba-alba* against *Haemonchus contortus* infection in goats. *National Institute of Animal Health quarterly*, 22(3), 138-43.

**Imelouane B., Amhamdi H., Wathelet J.P., Ankit M., Khedid K., El Roman P., 2009** -Larvicidal property of essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae)., *Ind. Crops . Prod.* 30(2) 311–315.

**Isman M.B., 2000** - Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* (2000) 603-608.

## J

**Jalas J., 1971** - Note of *Thymus* L. (*Labiatae*) in Europe.I. Supraspecific classification and nomenclature. *Botanical Journal of the Linnean Society*, N° 64, pp. 199-215.

**Jang YS., Baek B.R., Yang Y.C., Kim M.K., Lee H.S., 2002** - Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. *J. Am.Mosq. Control. Assoc.* 18 (3), p. 210–213.

**Jolivet, 1980** - Les insectes et l'homme.PUF, collect. Que sais-je ?,128 p.

**Julve, Ph., 2015** - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : **Erreur ! Référence de lien hypertexte non valide..**

## K

**Kaabeche M., 1990** - Les Groupement Végétaux de la région de Bousaada, Thèse de Doctorat.Université Paris Sud.104p.

**Kabouche A., Kabouche Z. & Bruneau C., 2005** - Analysis of the essential oil of *Thymus numidicus* (Poiret) from Algeria. *Flavour and Fragrance Journal*, N° 20, pp. 235-236.

**Kaushik R. & Saini P., 2008** - larvicidal activity of leaf extract of *Millingtonia hortensis* (family : Bignoniaceae) against *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti*. *Vector. Born .dis.* (45) : 66-69.

**Kemassi A., 2015** - Evaluation de l'effet larvicide de l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae). *ElWahat pour les Recherches et les Etudes* Vol.8 n°1: 44 – 61

**Kim K.S., Chung B.J. & Kim H.K., 2000** - DBI-3204: A new benzoylphenyl urea insecticide with particular activity against whitefly. Proceedings of the British Crop Protection Council Conference. *Pests and Diseases.*, (1): 41-46.

**Knight K.L., Malek A.A., 1951** - A morphological and biological study of *Culex pipiens* in the Cairo area of Egypt. Bull Soc Fouad I Entomol 35: 175-185.

**Kosone K., Mayumi I., Kimio K. & Akihiro K., 2008** - distribution of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) complex in Yokohama Japan. *Proceeding of the sixth international conference on urban pests.* 497pp.

**Kostyukovsky M., Chen B., Atsm S. & Shaaya E., 2000** - Biological activity of two juvenoids and two ecdysteroids against three stored product insects. *Insect Biochem. Molec. Biol.*, 30: 891-897.

**Koua K.H., 1994** - Mise en évidence de l'activité larvicide de *Persea Americana* sur *Anopheles Gambiae*, un moustique d'importance médicale. Thèse de Doctorat. Université Nationale de Cote d'Ivoire.133p.

**Koua K.H., Han S.H. & D'Almeida M.A., 1998** - histopathologie d'*Anopheles gambiae*. S. I. Gilis, 1902 (Diptera, Culicidae) soumis à l'activité larvicide de l'extrait aqueux de *Persea americana* Miller 1768 (Lauraceae). *Entomologie médicale.* pp.

**Koubissi H., 1998** - Encyclopidie des plantes médicinales.Ed.Dar el Beirut, pp.1-565.

**Kowang-Bo J. & Coté J.C., 2000** - une analyse des incidences environnementales de l'insecticide microbien *Bacillus thuringiensis*. *Bulletin technique.* (29).

**Kramer L.D., Styer L.M., Ebel G.D., 2008** - A global perspective on the epidemiology of West Nile virus.*Annu Rev Entomol* 53: 61-81.

**Krida G., Bouattour A., Rodhain F., Failloux AB., 1998** - Variability among Tunisian populations of *Culex pipiens*: genetic structure and susceptibility to a filarial parasite, *Brugia pahangi*. *Parasitol Res* 84: 139-142.

**Kuno G., 1995** - Review of the factors modulating dengue transmission. *Epidemiological Revue*, 17: 321-335.

## L

**Lachance Y., 2001** - Info Essence, Bulletin sur les huiles essentielles et autres extraits végétaux. N° 17, pp.1-9

**Lacoursiere J.O. & Boisvert J., 2004** - le *Bacillus thuringiensis israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec. 1-101.

**Larhabi Y., Belghyti D., El Guamri Y., Lahlou O., El Kharrim K., Khamri Z., et El Madhi Y., 2010** - sensibilité de deux moustiques Culicidés (*Anopheles labranchiae* et *Culex pipiens*) aux insecticides. *Bull.soc.pharm.Bordeax*. (149): 33-42.

**Le Guenno B., Bougermouh A., Azzam T., Bouakaz R., 1996** - West Nile: a deadly virus? *The Lancet*, 348, 1315.

**Leung A.Y. & FOSTER S., 1996** - Encyclopedia of common naturel ingredients used in food, drugs and cosmetics, a Wiley-Interscience Publication. 649p

**Linnée C., 1758** - Systema naturae per regna tria naturae. Edition 10. Vol.1.Holmiae: 824 p.

**Lobo J.M., Lumaret J.P. et Jay Robert P., 1997** - Les atlas faunistiques comme outils d'analyse spatiale spatiale de la biodiversité. *Ann Soc Entomol fr.* (N.S) 1997, 33(2) :129-138.

## M

**Macfie J.W.S. & Ingram A., 1922** - On the genital armature of the female mosquito. *Ann. trop.Med.Parasit.*, 16 :157-188, illus.

**Marrif H., Ali B.H. and Hassan K.M., 1995** - Some pharmacological studies on *Artemisia herba-alba* (Asso.) in rabbits and mice. *J. of Ethnopharmacol.* 49, 51-55.

**Matejicek D., Vlcek J. and Kubán V., 2004** - Combined microwave-assisted isolation and solid-phase purification procedures prior to the chromatographic determination of phenolic compounds in plant materials, *Analytica Chimica Acta*, 513 435 – 444.

**Mathew M.Sc., Thanuja A. & Phil M., 2008** - Studies on the accessory sex glands of *Spodoptera Mauritica* Boisd. (Lepidoptera: Noctuidae). Thesis submitted to the University of Calicut in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Zoology. University of Calicut Kerala, INDIA.

**Meegan J.M., Khalil G.M., Hoogstraal H., Adham F.K., 1980** - Experimental transmission and field isolation studies implicating *Culex pipiens* as a vector of Rift Valley fever virus in Egypt. *Am J Trop Med Hyg* 29: 1405-1410.

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

**McIntosh B.M., Russell D., dos Santos I., Gear J.H., 1980** - Rift Valley fever in humans in South Africa. *S Afr Med J* 58(20): 803-806.

**Mouchet J., 1995** - Le DDT en santé publique, cahiers santé. 4 :257-62.

**Moutailler S., Krida G., Schaffner F., Vazeille M., Failloux A.B., 2008** - Potential vectors of Rift Valley fever virus in the Mediterranean Region. *Vector Borne Zoonot Dis* 8: 749-753.

**Mustafa M.A. and Al-Khazraji A., 2008** - Effect of some plant extracts on the *Culex pipiens molestus* Forskal larvae. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, Vol. 22, No. 1, (9-12) 9.

## N

**Norman K.N.T., 2000** - The persistence of methyl bromide residues in rice, dried fruits, seeds and nuts following laboratory fumigation. *Pest. Manag. Sci.*, 56: 154-158.

**Novak I., Buzas G., Minker E., Kolfai M., & Szendrei K., 1966** - *Planta med.* 1966, 14, p: 57.

## O

**OMS., 1963** - Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. In résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève : *OMS, Sér. Rapp. Techn.* 265 : 55-60.

**OMS., 1975** - Manuelle pratique de lutte antilarvaire :division du paludisme et autre maladie parasitaire, OMS, Genève.7-17.

**Ouedraogo T.D.A., 2005** - sensibilité de *Culex quinquefasciatus* aux insecticides à Bobo Dioulasso (Burkina Faso). *Bull. soc. pathol. exot.* (5) : 406-410.

## P

**Palmisano C.T., Taylor V., Caillouet T., Byrd B. and Wesson D.M., 2005** - Impact of West Nile virus outbreak upon St. Tammany Parish Mosquito Abatement District. *J Am Mosq Control Assoc*, 21, 33-38.2005.

**Paris R.R. & Moyse H., 1965** - Précis de Matière médicale, Ed. Masson et cie T.I, 416 p.

**Paris R.R. & Moyse H., 1971** - Précis de Matière médicale, Ed. Masson et cie, T.III, pp .266 - 276.

**Pasteur N., Rioux J.A., Guilvard E., Pech-Perières J., 1977** - Nouvelle mention, pour le "Midi" méditerranéen, de populations naturelles anautogènes et

sténogames de *Culex pipiens pipiens* L. Annales de Parasitologie humaine et comparée 52: 205-210.

**Patz J.A., Epstein P.R., Burke T.A. & Balbus J.M., 1996** - Global climate change and emerging infectious diseases. JAMA 275(3): 217-223.

**Pavan M., 1986** - Una rivoluzione. Cultural. Europea. La "carta sugli invertebrate" del Consiglio d'Europa. Pubblicazioni dell' Istituto entomologico, Università di Pavia, 33 :1-51.

**Pelikan J., 1986** - Matiers première du règne végétale. Ed. Masson et cie, T.2, Paris, 2343p.

**Penchev P.I., 2010** - Etude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. 239p.

**Perrot E.M., 1928** - Cultures des plantes médicinales. Ed. Presse universitaires de France, 294 p.

**Poletti A., 1976** - Les fleurs et les plantes médicinales .Ed. Delachaux et Niestle, Lausanne, T.1, pp.1-190.

**Poletti A., 1982** - Les fleurs et les plantes médicinales .Ed. Delachaux et Niestle, Lausanne, T.1, pp.1-190.

## Q

**Quezel P. & SANTA S., 1963** - Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris, CNRS, Tome 1 et 2, 1170p.

**Quezel P. & Santa S., 1963** - La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome III. Ed CNRS. Paris. 360-361 p.

## R

**Rageau J. et Delaveau P., 1980** - effets toxiques d'extraits de végétaux sur les larves de moustiques. *Bulletin de la société de pathologie exotique.* (72): 168-171.

**Raj Mohan D.R. & Ramaswamy M., 2007** - Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, *Ageratina adenophora*, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *African Journal of Biotechnology*, vol. 6, no.5, pp. 631- 638.

**Regnault-roger C., 1997** - The potential of botanical essential oils for insect pest control *Integrated Pest Management .Reviews* 2,25– 34.

**Regnault-Roger C., 2002** - De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire,18-39, in « Biopesticides d'origine végétale » ,Tec et Doc Lavoisier, Paris.

**Reighar T.S. & Olesik S.V., 2006** - Bridging the Gap Between Supercritical Fluid Extraction and Liquid Extraction Techniques: Alternative Approaches of the Extraction of Solid and Liquid Environmental Matrices, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 26 (2&3), 1-39.

**Remia H.M. & Logaswamy S., 2010** - larvicidal efficacy of leaf extract of two botanicals against the mosquito vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Indian journal of natural products and resources*. 1(2): 208-212.

**Reusken C., de Vries A., Buijs J., Braks M.A.H., den Hartog W., Scholte E.J., 2010** - First evidence for presence of *Culex pipiens* biotype molestus in the Netherlands, and of hybrid biotype pipiens and molestus in northern Europe. *Journal of Vector Ecology* 35: 210-212.

**Richard H., 1992** - Epices et aromates. Ed. dec et doc Lavoisier, collection science et techniques alimentaires, Paris, 339 p.

**Rioux J. A. & Arlond M., 1955** - Culicides de Camargue (étude systématique et biologique). *La terre et la vie, revue d'histoire naturelle*. (4) : 244-246.

**Rioux J.A., 1958** - Les Culicides du Midi » méditerranéen. Etude systématique et écologique. Encyclopédie entomologique, XXXV. *Editions P. Lechevalier, Paris*, 303 p.

**Rioux J.A., Juminer B., Kchouk M., 1964** - *Anopheles (A.) Plumbeus* Stephens 1928, *Aedes (O.) berlandi* Seguy 1921, *Aedes (F.) Gemiculatus* Olivier 1791, Culicidés nouveaux pour la Tunisie. Arch. Insti. Pasteur .Tunis . 41 : 5-22.

**Rioux J.A., Juminer B., Kchouk M., Croset H., 1965** - Présence du caractère autogène chez *Culex pipiens pipiens* L. dans un biotope épigé de l'Ile de Djerba. Arch Inst Pasteur Tunis 42: 1-8.

**Rodhain F., Perez C., 1985** - Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris: Maloine 458 p.

**Rolet A., 1930** - Les plantes à parfum et les plantes aromatiques. Ed.j.b.Baillière et fils. Paris.

**Roubaud E., 1939** - Le pouvoir autogène chez le biotype nord-africain du moustique commun *Culex pipiens* (L.). Bull Soc Path Exot 36: 172-1 75.

**Roussel U., 1984** - Pesticide residues in food. **Evaluations.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 24p.

## S

**Salama M., Eman E.T. & EL-Bahy M., 2012** - Molluscicidal and mosquitocidal activities of the essential oils of *Thymus capitatus* [\\_hoff. et lin k.](#) and *Marrubium vulgare*. L. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 54(5):281-286.

**Samina I., Margalit B. & Pelag J., 1986** - Isolation of viruses from mosquitoes of the Negev, Israel. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. (80) : 471- 472.

**Savage H.M. & Miller B., 1995** - House Mosquitoes of the U.S.A, *Culex pipiens* Complex. Wing Beats, 6, 8-9.

**Savage H.M., Ceianu C., Nicolescu G., Karabatsos N., Lanciotti R., 1999** - Entomologic and avian investigations of an epidemic of West Nile fever in Romania in 1996, with serologic and molecular characterization of a virus isolate from mosquitoes. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* (61) : 600-611.

**Schaffner E., Angel Guy., Geoffroy Bernard, Hervy Jean-Paul, Rhaïem A., Brunhes Jacques., 2001** - Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement Paris (FRA) ; Montpellier : IRD ; EID, 2001, 1 CD ROM (Didactiques). ISBN 2-7099-1485-9.

**Schoeters G. & Hoogenboom R., 2006** - Contamination of free-range chicken eggs with dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls. *Mol Nutr Food Res.*, 50: 908-914.

**Schuffenecker I., Peyrefitte C.N., El harrak M., Murri S., Leblond A and Zeller H.G., 2005** - West Nile virus in Morocco ,2003. *Emerg Infect Dis*, 11, 306-309.

**Self L.S., Shin H.K., Lee K.W., Chow C.Y., Hong H.K., 1973** - ecological studies on *Culex tritaeniorhynchus* as a vector of Japanese encephalitis. *Bull. Org. mond. Santé.* (49) : 41-47.

**Senevet G., Andarelli L. & Graells R., 1958** - A propos de *Culex pipiens* en Algérie. *Arch Inst Pasteur Algérie* 36: 70-74.

**Seye F., Ndione R.D. & Ndiaye M., 2006** - Etude comparative de deux produits de neem (huile et poudre) sur les stades préimaginaux du moustique *Culex quinquefasciatus*. (Diptera : Culicidae) *Afrique Science* 02(2)2 12 –225.

**Shaddock J.A., Singer S & Lause S., 1980** - Lack of mammalian pathogenicity of entomocidal isolates of *Bacillus sphaericus*. *Environ. Entomol.*, 9 : 403-407.

**Sherif A., Hall R.G. and El-Amamy M., 1987** - Drugs, insecticides and other agents from *Artemisia*. *Medical Hypotheses*, 23, 187-193.

**Sinegre G., Jullien J.L. & Crespo O., 1976** - résistance de certaines populations de *Culex pipiens* (L.) au Chlorpyrifos (Dursban) en Languedoc-Roussillon (France). *Cah. S.R.S.T.O.M., sér. ent. méd. et parasitol.* (1) : 49-59.

**Smithburn K.C., Hughes T.P., Burke A.W & Paul J.H., 1940** - A neurotropic virus isolated from the blood of a native of Uganda. *Am J Trop Med* 20: 471-492.

**Smith J.L., Fonseca D.M., 2004** - Rapid assays for identification of members of the *Culex (Culex) pipiens* complex, their hybrids, and other sibling species (Diptera: Culicidae). *Am J Trop Med Hyg* 70(4): 339-345.

**Snedeker S.M., 2001** - Pesticides and breast cancer risk: a review of DDT, DDE, and dieldrin. *Environ. Health Perspect.*, 109 Suppl 1: 35-47.

**Snodgrass R.E., 1959** - The anatomical life of the Mosquito. *Smiths.misc.Coll.*, 139 (8),1-87.

**Snodgrass R.E., 1957** - Arevised interpretation of the external reproductive organs of male insects. *Smiths. Musc. Coll.*, 135(6), 60 pp.

**Soliman M M M., 2006** - Phytochemical and toxicological studies of *Artemisia* L. (Compositae) essential oil against some insect pests. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 41(3-4), 395-406.

**Soliman M.M.M., 2007** - Phytochemical and toxicological studies of *Artemisia* L. (Compositae) essential oil against some insect pests. *Arch. Phytopathology Plant Protect.*, 40: 128-138.

**Souza E.L., Oliveira C.E.V., Stamford T.L.M., Conceição M.L. & Gomes Neto N.J., 2013** - Influence of carvacrol and thymol on the physiological attributes, entérotoxine production and surface characteristics of *Staphylococcus aureus* strains isolated from foods. *Braz. J. Microbiol.*, 44 (1), 29-35.

**Strong L.C., McTavish H., Sadowsky M.J. & Wackett L.P., 2000** - Field-scale remediation of atrazine-contaminated soil using recombinant *Escherichia coli* expressing atrazine chlorohydrolase. *Environ Microbiol.*, 2(1): 91-8.

**Suboh S.M., Bilito Y.Y. & Aburjai T.A., 2004** - Protective effects of selected medicinal plants against protein degradation, lipid peroxidation and deformability loss of oxidatively stressed human erythrocytes. *Phytother. Res.*, 18(4), 280-4.

## T

**Tani Z.B., Hassani F. & Khelil MA., 2008** - Bioefficacy of essential oils extracted from the leaves of *Rosmarinus officinalis* and *Artemisia herba-alba* towards the Bruchid bean *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). *J. Pure Appl. Microbiol.*, 2: 165-170.

**Tardif I., Bolbuc D.G., St-Laurent L., Samuel O., Pinsonneault L., Chevalier P., 2003** - pertinence et faisabilité, en 2003 d'un programme préventif de réduction du risque de transmission du Virus du Nil Occidental avec des larvicides. Direction risques biologiques environnementaux et occupationnels. P : 1-55.

**Teisseire P.J., 1991** - Chimie des substances odorantes. Tec et Doc., Lavoisier, Paris, France.480p

**Timothy C. & Mars S., 2012** - Mammalian toxicology of insecticides. 12: 221-222.

**Tison J.M. & de Foucault B., 2014** - *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope Éditions, Mèze. xx + 1196 pp.

**Traboulsi A.F., Taoubi K., El-Haj S., Bessiere J.M. & Rammal S., 2002** - Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Manag. Sci.* 58, 491–495.

## V

**Vermeil C., 1954** - Nouvelle contribution à l'étude du complexe *Culex pipiens* en Tunisie. Bull Soc Pathol Exot 47: 841-843.

**Vernin G., Merad O., Vernin G.M.F., 1995** - GC-MS analysis of *Artemisia herba-alba* Asso essential oil from Algeria. Dev Food Sci 37A: 147–205.

**Vetvicka V. & Matousova V., 1991** - Arbres et Arbustes: 256 illustrations en couleurs. Ed GRÜND. 112p.

**Vinogradova E.B., 2000** - Mosquitoes *Culex pipiens pipiens*: taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetics, applied importance and control. PenSoft, Sofia. 280 pp.

**Vinogradova E.B., 2003** - Ecophysiological and morphological variations in mosquitoes of the *Culex pipiens* complex (Diptera: Culicidae). Acta Soc Zool Bohem 67: 41-50.

## W

**Wilson E.O., 1988** - The current state of biological diversity; In: E O. Wilson. biodiversity. P .3-18. Washington DC: National Academy Press. Parasitologia, Ornithologia, Entonologia. Institute of ecology, Vilnius. ISSN 1392 6.

## Y

**Yashphe J., Segal R., Breuer A. and Erdreich-Naftali G., 1979** - Antibacterial activity of *Artemisia herbaalba*. *J. of Pharma. Sci.*. 68(7), 924-925.

## Z

**Zenasni L., 2014** - Etude de polymorphisme chimique des huiles essentielles de *Thymus satureioides* Coss et d'*Origanum compactum* Benth et du genre *Nepeta* et

évaluation de leur propriété antibactérienne. Thèse d'Etat, Université Mohammed 5. 169p.

## RESUME

Les Culicidae, sont sans doute les insectes les plus connus et les plus redoutés tant par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin que par le désagrément et nuisance que constitue leur présence. L'aire de répartition des arthropodes impliqués dans la transmission de ces maladies n'a cessé de s'étendre, plaçant ainsi de nouvelles populations humaines dans des zones à risque d'infection

Afin de contrer la propagation des insectes et des épidémies y découlant, plusieurs méthodes impliquant l'utilisation d'insecticides chimiques ont été testées. La résistance de ces insectes aux pesticides chimiques et la bioaccumulation de composés toxiques dans l'environnement ont dirigé la recherche vers des bio-pesticides sélectifs et biodégradables et en particulier les extraits de plantes aromatiques.

Dans cette perspective nous avons élaboré une étude relative à l'utilisation d'insecticides extrait d'une dizaine de plantes aromatiques à savoir ; *Artemisia herba alba*, *Marrubium vulgare*, *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta montana*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* et *Origanum compactum* sur les larves d'une espèce particulièrement plastique, très commune dans les villes *Culex pipiens L.*

Les résultats montrent une sensibilité variable des larves; cette sensibilité est encore plus élevée avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. Par ailleurs, la toxicité est bien marquée lorsque la durée d'exposition des larves est plus longue. L'extrait d'*Artemisia herba-alba* est celui qui engendre le plus grand taux de mortalité en agissant à des concentrations relativement faibles.

## ABSTRACT

The insects Culicidae are probably the best known and the most feared for both parasitic diseases they can inoculate during their blood meal and the nuisance their presence constitutes. The distribution area of arthropods involved in the transmission of these diseases has continued to expand, placing new human populations in areas at risk of infection.

In order to counter the spread of insects and epidemics arising there, several methods involving the use of chemical insecticides were tested. The resistance of these insects to chemical pesticides and bioaccumulation of toxic compounds in the environment have directed research towards of the bio-pesticides selective and biodegradable and especially extracts of aromatic plants.

In this perspective we developed a study relating to the use of insecticides extracted from 10 herbs namely; *Artemisia herba alba*, *Marrubium vulgare*, *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta montana*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* and *Origanum compactum* on the larvae of a species particularly replied, very common in cities *Culex pipiens L.*

Results show a variable sensitivity of the larvae; this sensitivity is even higher with increasing concentration of the extract. Furthermore, the toxicity is well marked when the exposure time of the larvae is longer. The extract of *Artemisia herba-alba* is the one that generates the highest mortality rate acting at relatively low concentrations.

## الملخص

البعوضيات هي على الأرجح أكثر أنواع الحشرات المعروفة والأكثر خشية بسبب الأمراض الطفيلية التي يمكن للحشرة نقلها خلال تناولها لوجبتها الدموية وبسبب المضايقة الذي يمكن أن يسببه تواجدها. إن مساحة تواجد البعوضيات المسؤولة عن تناقل الأمراض في توسع مستمر ولايكف من وضع الانسان في مناطق معرضة لخطر العدوى.

لمواجهة انتشار الحشرات والأوبئة الناشئة منها، تم اختبار العديد من الطرق التي تنطوي على استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية، لكن المقاومة المكتسبة لهذه الحشرات من المبيدات الكيميائية وتراكم المركبات السامة في البيئة، بعث بالخبراء نحو المبيدات الحيوية الانتقائية والقابلة للتحلل وبالأحرى لمقتطفات من النباتات العطرية.

في هذا المنظور قمنا بدراسة حول استخدام المبيدات الحشرية المستخرجة من عشر نباتات عطرية وهي: *Artemisia*, *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Marrubium vulgare*, *herba alba*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta montana*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* و *Mentha spicata* و *Origanum compactum* على يرقات صنف معين من الباعوض شائع جدا في المدن *Culex pipiens L*.

أظهرت النتائج وجود حساسية مختلفة من طرف اليرقات، هذه الحساسية تتزايد بزيادة تركيز المستخلص و بزيادة وقت تعرض اليرقات للمستخلص. كما أظهرت أيضا أن مستخلص *Artemisia herba-alba* هو الذي يولد معدل وفيات أعلى و ذلك بتركيزات منخفضة نسبيا.

Soutenu le :

Par : AOUATI Amel

## **Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae)**

### **Résumé**

Les Culicidae, sont sans doute les insectes les plus connus et les plus redoutés tant par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin que par le désagrément et nuisance que constitue leur présence. L'aire de répartition des arthropodes impliqués dans la transmission de ces maladies n'a cessé de s'étendre, plaçant ainsi de nouvelles populations humaines dans des zones à risque d'infection

Afin de contrer la propagation des insectes et des épidémies y découlant, plusieurs méthodes impliquant l'utilisation d'insecticides chimiques ont été testées. La résistance de ces insectes aux pesticides chimiques et la bioaccumulation de composés toxiques dans l'environnement ont dirigé la recherche vers des bio-pesticides sélectifs et biodégradables et en particulier les extraits de plantes aromatiques.

Dans cette perspective nous avons élaboré une étude relative à l'utilisation d'insecticides extrait d'une dizaine de plantes aromatiques à savoir ; *Artemisia herba alba*, *Marrubium vulgare*, *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta montana*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* et *Origanum compactum* sur les larves d'une espèce particulièrement plastique, très commune dans les villes *Culex pipiens* L.

Les résultats montrent une sensibilité variable des larves; cette sensibilité est encore plus élevée avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. Par ailleurs, la toxicité est bien marquée lorsque la durée d'exposition des larves est plus longue. L'extrait d'*Artemisia herba-alba* est celui qui engendre le plus grand taux de mortalité en agissant à des concentrations relativement faibles.

**Mots clés:** *Culex pipiens* – extraits méthanoliques – plantes aromatiques- effet larvicide – CL50.