

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



جامعة امحمد بوقرة- بومرداس-



UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA DE BOUMERDES

Faculté des sciences

Département de Biologie

THESE

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR

En Biologie

Option : Ecologie des systèmes vectoriels

Présentée par :

KIROUANI MOUNA

Thème

**Evaluation de l'effet insecticide des extraits  
d'anacardiacee (Pistacia) et de Lamiacee (lavandula)  
sur les moustiques (Diptera : Culicidé) agent des  
maladies pathogènes**

Soutenu devant le jury composé de :

Mme. GANA-KEBOUCHE S.	Prof.	UMBB	Présidente
Mme. CHEBOUTI-MEZIOU N.	Prof.	UMBB	Promotrice
Mme. MEDJDOUB-BENSAAD F.	Prof.	UMMTO	Examinatrice
Mme. MOHAND KACI-OULBSIR H.	Prof	UMBB	Examinatrice
Mme. BISSAAD -MILAT F.	Prof.	UMBB	Examinatrice
Mr. EL HADDAD DJILLALI	MCA.	UMBB	Examinateur

Année universitaire : 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ﴾

﴿ إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا  
بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۚ فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ  
أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۖ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ  
مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۖ يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي  
بِهِ كَثِيرًا ۚ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴾

[ 26: البقرة ]

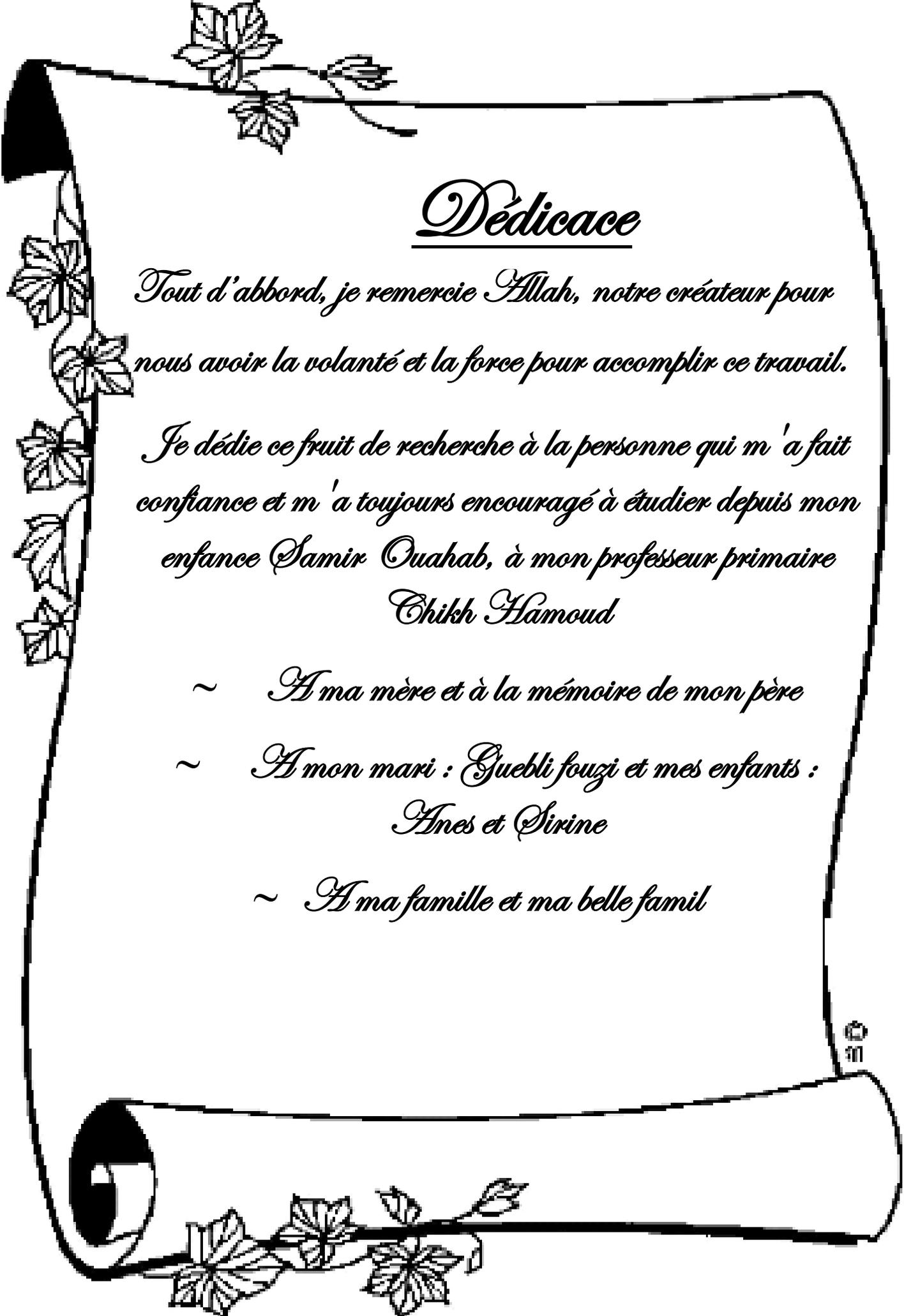


## Remerciements

Mes sincères remerciements s'adressent à *ALLAH* Tout-Puissant, sans qui les bonnes actions ne peuvent être accomplies qui m'a permis de réaliser cette thèse. C'est un devoir d'exprimer toute ma gratitude et une infinie reconnaissance à mon encadrante Mme *CHEBOUTI-MEZIOU NADJIBA* (Professeur au Département d'agronomie, Université de Boumerdes). Elle a su guider et orienter en toute objectivité, précision et haute autorité scientifique sur place à Boumerdes, la réalisation de cette thèse. Merci pour ses encouragements, ses conseils, sa patience et sa disponibilité à notre égard, du fond du cœur.

Mes remerciements chaleureux et particuliers, qui portent le plus grand respect, vont à l'estimée dame Mme. *GANNA-KEBOUCHE S.* (Professeur au Département de Biologie, Université de Boumerdes) qui m'a fait l'honneur de présider le présent jury. Mes plus vifs remerciements et toute ma considération à Mme. *BISSAAD-MILAT F.* (Professeur à l'Université de Boumerdes) qui a bien voulu accepter d'être membre de ce même jury et de me faire l'honneur de juger ce travail. Toute ma considération à l'égard de Mme. *MOHAND KACI-OULEBSIR H* et MR. *EL HADDAD DJILLALI* (Professeurs à l'Université de Boumerdes) qui m'ont fait l'honneur de juger le présent travail. Mes plus vifs remerciements vont à Mme *MEDJDOUB-BENSAAD F* (Professeur à l'université de Tizi-Ouzou) qui a bien voulu accepter d'être membre du jury et de me faire l'honneur de juger ce travail. C'est avec enthousiasme que nous voudrions exprimer, tout particulièrement notre humble gratitude et notre profonde reconnaissance à tous les membres du laboratoire de l'Université M'Hamed Bougara de Boumerdes spécialement la bporatoire *VALCOR* pour leur gentillesse et à toutes les personnes qui nous ont aidé, conseillé et orienté de près ou loin. Nos remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.





## Dédicace

*Tout d'abord, je remercie Allah, notre créateur pour nous avoir la volonté et la force pour accomplir ce travail.*

*Je dédie ce fruit de recherche à la personne qui m'a fait confiance et m'a toujours encouragé à étudier depuis mon enfance Samir Ouahab, à mon professeur primaire Chikh Hamoud*

- ~ A ma mère et à la mémoire de mon père*
- ~ A mon mari : Guebli fouzi et mes enfants : Anes et Sirine*
- ~ A ma famille et ma belle famil*

## Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Liste des Annexes	
Introduction générale.....	1
1. Généralités sur les Anacardiaceae et le Lamiaceae .....	5
1.1. Présentation de la famille d'Anacardiaceae .....	5
1.1.1. Description botanique .....	5
1.1.2. Répartition géographique d'Anacardiaceae .....	5
1.1.3. Caractéristique du genre <i>Pistacia</i> .....	7
1.1.4. Présentation de <i>Pistacia lentiscus</i> L. ....	9
1.1.5. Présentation de <i>Pistacia atlantica</i> Des.....	11
1.1.5.1. La description de <i>Pistacia atlantica</i> .....	11
1.1.6. Présentation de <i>Pistacia vera</i> L.....	15
1.1.7. Présentation de <i>Pistacia terebinthus</i> L.....	19
1.2. Généralités sur la lavande.....	22
1.2.1. Classification de la lavande.....	22
1.2.3. Description de la plante.....	23
1.2.4. La répartition géographique de la lavande .....	24
2. Les composés polyphénoliques et les huiles essentielles .....	24
2.1. Généralités sur les composés polyphénoliques .....	24
2.1.1. Définition .....	24
2.1.2. Composition chimique .....	25
2.1.3. Classification des polyphénols .....	25
2.2. Généralités sur les huiles essentielles.....	26
2.2.1. Définition .....	26
2.2.2. Localisation d'une huile essentielle dans la matière végétale.....	27
2.2.3. Les propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	27
2.2.4. Propriétés chimiques des huiles essentielles .....	28
2.2.5. Les méthodes d'extractions des huiles essentielles.....	32
3. Généralités sur les moustiques.....	33
3.1. Bio-écologie et cycle de développement.....	35
3.1.2. Phase aérienne .....	36

3.1.3. Phase aquatique .....	36
3.2. Description morphologique des différents stades du moustique.....	38
3.2.1. Œufs .....	38
3.2.2. Larve.....	39
3.2.3. Nymphes.....	40
3.2.4. Adultes .....	41
3.2. Agressivité des moustiques (OMS 1999).....	46
3.3. Caractères distinctifs des moustiques vecteurs (OMS 1999).....	46
3.4. Intérêts dans l'écosystème.....	47
3.5. Les maladies vectorielles transmises par les moustiques.....	48
3.6. Les moyens de lutte.....	49
3.6.1. Lutte écologique.....	49
3.6.2. Lutte génétique.....	49
3.6.3. Lutte chimique.....	49
3.6.4. Lutte biologique .....	50
4. Matériel et méthodes .....	52
4.1. Matériel non biologique .....	52
4.1.2. Matériel biologique .....	52
4.1.2.1. Matériel végétal.....	52
4.1.2.2. Matériel animal .....	53
4.2. Méthodes d'étude .....	54
4.3. Technique d'élevage.....	55
4.4. Identification taxonomique des Culicidae.....	57
4.5. Screening phytochimique.....	57
4.6. Extraction des composés phénoliques solubles totaux (CPST).....	59
Dosage des polyphénols totaux .....	61
Extraction des huiles essentielles de <i>Lavandula officinalis</i> .....	63
4.7.1. Méthode d'extraction.....	63
4.7.2. Description de l'appareil d'extraction .....	64
Evaluation de l'activité larvicide.....	65
4.7.3. Les tests de toxicités .....	65
4.7.4. Taux de mortalité.....	66
4.7.5. Détermination de la DL <sub>50</sub> .....	66
4.7.6. Détermination de la TL <sub>50</sub> .....	67
Analyse statistique des données (ANOVA et le test de Tukey).....	67
5. Résultats et discussion .....	69

Résultats de screening phytochimique .....	69
Extraction des polyphénols totaux (PT) .....	73
5.7.1. Le rendement en polyphénols totaux .....	73
5.7.2. Caractérisation des composés phénoliques.....	75
Le rendement en huile essentielle .....	76
5.7.3. Le taux d'humidité.....	77
5.7.4. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles.....	77
Résultats de l'effet larvicide.....	78
5.4.1. La mortalité corrigée .....	78
5.4.2. Estimation de la dose létale 50 (DL <sub>50</sub> ) .....	86
5.4.2.1. <i>Pistacia lentiscus</i> .....	86
5.4.2.2. <i>Pistacia atlantica</i> .....	89
5.4.2.3. <i>Pistacia vera</i> : .....	91
5.4.2.4. <i>Pisacia Terebinthus</i> .....	94
5.4.2.5. <i>Lavandula Officinalis</i> :.....	97
5.4.3. Estimation du temps létal 50 (TL <sub>50</sub> ).....	99
5.4.3.1. <i>Pistacia lentiscus</i> : .....	100
5.4.3.2. <i>Pistacia Atlantica</i> :.....	103
5.4.3.3. <i>Pistacia Vera</i> .....	106
5.4.3.4. <i>Pistacia terebinthus</i> .....	109
5.4.3.5. <i>Lavandula Officinalis</i> .....	112
Analyse de la variance Test statistique ANOVA .....	115
1- Abbott W.S.A., 1925- Method of competing the effectiveness of an insecticide. J Economic Entomology 8:265-267.....	129

## **Conclusion**

## **Références bibliographiques**

## **Annexe**

## **Résumé**

## Liste des figures

Figure 1: Répartition géographique de la famille des anacardiceae.....	6
Figure 2: La répartition géographique de genre <i>Pistacia</i> dans le monde.....	9
Figure 3: La partie aérienne du <i>Pistacia lentiscus</i> . ....	10
Figure 4: Illustration du <i>Pistacia Atlanticas</i> : a- durant la saison d'Hiver, b- durant la saison de l'Eté.....	11
Figure 5: Rameau feuillé et grappe de fruits du pistachier de l'Atlas .....	12
Figure 6: Fleur en grappes de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. (a-femelles, b- mâles ).....	12
Figure 7 : Fruits du Pistachier de l'Atlas .....	13
Figure 8: Tronc de <i>Pistacia atlantica</i> .....	13
Figure 9: Les racines de <i>Pistacia Atlantica</i> .....	14
Figure 10: La répartition de <i>Pistacia atlantica</i> Desf en Algérie .....	15
Figure 11: répartition du pistachier fruitier en Algérie .....	16
Figure 12: l'arbre de <i>Pistacia vera</i> .....	17
Figure 13: Fleurs de <i>Pistacia</i> ; a- Fleurs mâles b- Fleurs femelles .....	18
Figure 14: Feuilles composées de <i>Pistacia vera</i> L. ....	18
Figure 15: Fruits immatures de pistachier fruit .....	19
Figure 16 : a- arbre âgé de <i>Pistacia terebinthus</i> , b- jeune arbre de <i>Pistacia terebinthus</i> . .....	20
Figure 17: Aire de répartition de térébinthe dans le bassin méditerranéen .....	21
Figure 18: les feuilles de térébinthe .....	21
Figure 19: Panicules florales du pistachier térébinthe .....	22
Figure 20: description des parties de <i>lavandula officinalis</i> .....	23
Figure 21: la carte géographique de répartition de <i>Lavandula officinalis</i> Miller .....	24
Figure 22: Structure de l'isoprène (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> ) .....	29
Figure 23 : Classification des Culicidae ou moustiques .....	34
Figure 24: liste taxonomique motionne les espèces présentées en Algérie .....	35
Figure 25: Cycle de développement des moustiques .....	38
Figure 26: Morphologie schématique de l'œuf chez les moustiques. A: œufs de <i>Culex</i> en radeau ; B : œuf d' <i>Aedes</i> ; C : œuf d ' <i>Anopheles</i> (de face) ; D : œuf d' <i>Anopheles</i> .....	39
Figure 27: Morphologie générale des larves de IVème stade chez les Culicidae .....	40
Figure 28: Nymphe de <i>C. pipiens</i> .....	41
Figure 29: Morphologie d'un moustique adulte .....	42
Figure 30: La morphologie de la tête d'un Culicidae .....	43
Figure 31: différentes parties d'une patte de moustique .....	44
Figure 32: Aile du moustique (aile d' <i>Anopheles</i> ) : nervation et écailles en place .....	45
Figure 33: vue dorsale de l'abdomen du moustique ( <i>Anophèles</i> ) .....	45
Figure 34: Quelques-uns des principaux caractères distinctifs des genres de moustiques .....	47
Figure 35: Une carte de Bouira carte géographique en localisant la zone de Maala .....	54
Figure 36: le plant de travail.....	55

Figure 37: des gites larvaires .....	56
Figure 38: les cases d'élevage .....	57
Figure 39 : Protocole d'extraction méthanolique des polyphénols totaux du broyat des feuilles des plantes choisies .....	60
Figure 40: photos originales montrent les étapes d'extraction méthanolique des polyphénols totaux, 2017.....	61
Figure 41: Les étapes du dosage des polyphénols totaux .....	62
Figure 42: Différentes étapes d'extractions des huiles essentielles de <i>L. officinalis</i> .....	63
Figure 43 : Montage d'hydrodistillation employé pour l'extraction d'huile essentielle de <i>L. officinalis</i> .....	64
Figure 44: des testes de sensibilités .....	66
Figure 45: Teneur en eau de la plante <i>Lavandula officinalis</i> .....	77
Figure 46: l'huile essentielle de <i>L. officinalis</i> .....	78
Figure 47: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de premier stade L1 de <i>C. pipiens</i> après 24, 48 et 72 heures.....	80
Figure 48: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de deuxième stade L2 de <i>C. pipiens</i> après 24, 48 et 72 heures.....	81
Figure 49: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de troisième stade L3 de <i>C. pipiens</i> après 24, 48 et 72 heures.....	83
Figure 50: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de quatrième stade L4 de <i>C. pipiens</i> après 24, 48 et 72 heures.....	84
Figure 51: droite de régression : droite de Probits en fonction du logarithme des doses chez L1 pendant 24h, 48h et 72h.....	87
Figure 52: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L2 pendant 24h, 48h et 72h.....	87
Figure 53: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h.....	87
Figure 54 : droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h.....	88
Figure 55: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L1 et pendant 24h, 48h et 72h.....	89
Figure 56: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L2 et pendant 24h, 48h et 72h.....	89
Figure 57: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h.....	90
Figure 58: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L4 et pendant 24h, 48h et 72h.....	90
Figure 59: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L1 pendant 24h, 48h et 72h.....	92

Figure 60 : droite de régression : probits en fonction du log doses chez L2 pendant 24h, 48h et 72h. ....	92
Figure 61: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h. ....	93
Figure 62: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h. ....	93
Figure 63: droite de régression : probits en fonction du logarithme des doses pour L1 pendant 24h, 48h et 72h. ....	95
Figure 64: droite de régression : probits en fonction du logarithme des doses pour L2 pendant 24h, 48h et 72h. ....	95
Figure 65: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h. ....	95
Figure 66: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h. ....	95
Figure 67: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L1 pendant 24h, 48h et 72h. ....	97
Figure 68 : droite de régression : probits en fonction du log doses chez L2 pendant 24h, 48h et 72h. ....	97
Figure 69: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h. ....	98
Figure 70: droite de régression : droite de probits en fonction du log des doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h. ....	98
Figure 71: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testées chez les larves L1. ....	100
Figure 72: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme de temps pour les doses testées chez les larves L2. ....	101
Figure 73: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L3. ....	101
Figure 74: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testés chez les larves L4. ....	102
Figure 75: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L1. ....	104
Figure 76: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2. ....	104
Figure 77: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L3. ....	105
Figure 78: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L4. ....	105
Figure 79: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L1. ....	107

Figure 80: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2. .... 107

Figure 81: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme temps pour les doses testés chez les larves L3. .... 108

Figure 82: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L4. .... 108

Figure 83: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L1. .... 110

Figure 84: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2. .... 110

Figure 85 : droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L3. .... 111

Figure 86: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L4. .... 111

Figure 87: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L1..... 113

Figure 88: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2. .... 113

Figure 89: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L3. .... 114

Figure 90 : droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L4. .... 114

## Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition géographique des principaux genres des Anacardiaceés.....	6
Tableau 2: Répartition du pistachier fruitier en Algérie.....	16
Tableau 3: La classification systématique.....	34
Tableau 4: la région, la période et la partie utilisée des plantes choisies.....	53
Tableau 5: les différentes réactions de Screening phytochimique. ....	58
Tableau 6: Les résultats des examens phytochimiques.....	69
Tableau 7: Rendement de la poudre des feuilles du Pistacia en polyphénols.....	73
Tableau 8: la teneur en composés phénoliques de l'extrait méchanolique des plantes choisies .	75
Tableau 9: Caractères organoleptiques de l'huile essentielle de <i>L. officinalis</i> .....	78
Tableau 10: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de <i>P. lentiscus</i> sur le taux de mortalité des différents stades larvaires du <i>C. pipiens</i> . ....	88
Tableau 11: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de <i>P. Atlantica</i> sur la mortalité des différents stades larvaires du <i>C. pipiens</i> . ....	90
Tableau 12: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de <i>P. vera</i> sur le taux de mortalité des différents stades larvaires du <i>C. pipiens</i> . ....	93
Tableau 13: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de <i>P. Terbinthus</i> sur la mortalité des différents stades larvaires du <i>C. pipiens</i> . ....	96
Tableau 14: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de <i>L. officinalis</i> sur la mortalité des différents stades larvaires du <i>C. pipiens</i> . ....	98
Tableau 15: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour l'extrait polyphénolique du lentisque.....	102
Tableau 16: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour l'extrait polyphénolique du <i>P. atlantica</i> . ....	105
Tableau 17: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour l'extrait polyphénolique du pistache vrai.....	108
Tableau 18: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du logarithme du temps pour l'extrait polyphénolique du terebinthe.....	111
Tableau 19: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour les huiles essentielle de <i>L. officinalis</i> .....	114
Tableau 20: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 de l'extrait polyphénolique de <i>P. lentiscus</i> sur les quatre stades larvaires de <i>C. pipiens</i> . ....	115
Tableau 21: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de <i>P. lentiscus</i> pour les larves L1. ....	117
Tableau 22: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de Pistacia lentiscus pour les larves L2. ....	117
Tableau 23: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de <i>P. lentiscus</i> pour les larves L3. ....	118

Tableau 24: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de <i>P. lentiscus</i> pour les larves L4. ....	118
Tableau 25: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 de l'extrait polyphénolique de <i>Pistacia atlantica</i> sur les quatre stades larvaires de <i>C. pipiens</i> . ....	118
Tableau 26: test HSD de Tukey des différents stades larvaires. ....	118
Tableau 27: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 de l'extrait polyphénolique de <i>Pistacia vera</i> sur les quatre stades larvaires de <i>C. pipiens</i> . ....	119
Tableau 28: test HSD de Tukey des différents stades larvaires. ....	119
Tableau 29: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 de l'extrait polyphénolique de <i>P. vera</i> sur les quatre stades larvaires de <i>C. pipiens</i> . ....	121
Tableau 30: test HSD de Tukey des différents stades larvaires. ....	121
Tableau 31: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 des huiles essentielles de la lavande sur les quatre stades larvaires de <i>C. pipiens</i> . ....	122
Tableau 32: test HSD de Tukey des différents stades larvaires. ....	122

### Liste des abréviations

- ADN : Acide désoxy nucléaire
- ANOVA : analyse of variance
- CCM : Chromatographie sur Couche Mince.
- CPG : Chromatographie phase gazeuse
- $C_2H_3NaO_2$  : Acétate de sodium
- $CHCl_3$  : Chloroforme
- $C_4H_6O_4Pb$  : Acétate de plomb
- $C_4H_{10}O$  : Ether
- DEET : Diéthyltotuamide
- DMS : Degrés, Minutes, Secondes
- $DL_{50}$  : Dose létale 50
- HPLC : Chromatographie liquide haute performance.
- $H_2SO_4$  : Acide sulfurique
- L : Linné.
- $L_1$  : Stade 1
- $L_2$  : Stade 2
- $L_3$  : Stade 3
- $L_4$  : Stade 4
- L.A.V : Lutte anti-vectorielle.
- Log : Logarithme
- MC : la Mortalité Corrigée
- OMS : Organisation mondiale de la santé
- P : Pistacia
- Pf : Précipité floconneux
- PPM : portion par milion
- PT : Polyphénols totaux
- PV : Poudre végétale
- R% : Rendement en pourcentage
- $TL_{50}$  : le Temps Léthal 50
- WNV: West Nile Virus

Liste des Annexes

**Annexe 1** : Biosynthèse des composés phénoliques

**Annexe 2** : Classe des polyphénols

**Annexe 3** : Propriétés des composés phénoliques (Nutritionnel et thérapeutique)

**Annexe 4** : Matériels non biologique

**Annexe 5** : Matériels non biologique (Les réactifs utilisés)

**Annexe 6** : Préparation des solvants

**Annexe 7** : Tableaux de la mortalité courrigée

**Annexe 8** : Dosage spectrale des polyphénols totaux et table de probits

Malgré les avancés scientifiques, la transmission des maladies vectorielle continue de sévir, qui sont disséminée particulièrement par des espèces d'arthropodes qui jouent un rôle essentiel dans une partie du cycle de vie d'un agent pathogène. Principalement les moustiques (Seye et *al.*, 2006) sont considérés comme la première préoccupation dans l'environnement à cause de leur double rôle d'abord écologique dans les écosystèmes aquatiques et terrestre, et par leur impact sur la santé publique, ils ont un rôle écologique (Pascal et *al.*, 2001 ; Severson et Behura, 2012 ; Taraphdar et *al.*, 2012).

Plusieurs espèces de moustiques, appartenant essentiellement aux genres *Anopheles*, *Aedes* et *Culex*, sont des vecteurs de pathogènes (arbovirus, protozoaires,) et sont la cause indirecte de la plus grande morbidité et mortalité pour les humains en comparant aux autres organismes (Severson & Behura, 2012 ; Taraphdar et *al.*, 2012). En période de reproduction, les femelles ont besoin de sang qui est une source de protéine pour le développement des œufs et certaines espèces ont une préférence marquée pour le sang humain (Aouity et *al.*, 2006). Dans le monde, particulièrement dans les pays méditerranéens, les espèces de moustiques notamment du genre *Culex* peuvent transmis la filariose, la fièvre jaune, le virus West-Nile et l'encéphalites virale (Farajollahi et *al.*, 2011 ; Kilpatrick et *al.*, 2014), *Aedes* est un vecteur de fièvre dengue, la crosse, virus Chikungunya et encéphalite, Selon ; Lambrechts et *al.*, 2010 et Thiboutot et *al.*, 2010), les Anophèles sont des vecteurs de paludisme qui provoque la fièvre jaune.

La lutte anti-moustique est généralement est une lutte chimique par l'utilisation des insecticides conventionnels (organophosphorés, pyréthriinoïdes, carbamates ...) malgré que la lutte anti-moustique par des insecticides chimique est très efficace mais présente beaucoup des problèmes et des polémiques en raison de son impact nocif sur l'environnement et la santé humaine (Aouinty et *al.*, 2006). A cet effet Barbouche et *al.* (2001) ajoute que, la lute chimique provoque un problème de pollution aquatique et terrestre par l'accumulation significative de matières actives non biodégradable dans les écosystèmes traités. Par ailleurs, les substances actives des produits utilisés présentent un large spectre d'action et n'épargnent pas les organismes non cibles à cause du manque de spécificité (Dradja et Soltani, 2003).

A tous ces inconvénients s'ajoute aussi un grand problème de développement de résistance aux insecticides chimiques, chez les insectes traités (Siegwart, 2022).

Aouinty *et al.* (2006) ont cité que Jacobson (1989), propose que 2000 espèces végétales soient déjà identifiées qui possédaient une activité insecticide. D'après David *et al.*, (2000), les larves des moustiques *Culex pipiens*, *Aedes aegypti* et *A. albopictus* sont sensibles à l'extrait polyphénolique de la litière de l'aulne plante riche en polyphénols, elle avait propriétés toxiques importantes. Ils ont ajouté à cet effet, les travaux de Jang *et al.* (2002) de l'activité larvicide de certaines légumineuses sur *A. aegypti* et *C. pipiens*, qui ont confirmé encore fois l'activité larvicide des extraits de plantes médicinales aromatiques et les travaux d'Alaoui Slimani (2002) confirment la toxicité de *Mentha pulegium* (Labiée) sur des larves de culicidés.

En Algérie, les moustiques ont fait l'objet de plusieurs études, que se soit toxicologiques ou taxonomiques (Bendali *et al.*, 2001 ; Boudjelida *et al.*, 2005 ; Tine-Djebbar & Soltani, 2008 ; Bouaziz *et al.*, 2011 ; Tine-Djebbar *et al.*, 2011 ; Bouabida *et al.*, 2012). Il y a aussi le travail de Hamaidia (2014) sur la biodiversité des moustiques de la région de Souk-Ahras et lutte chimique. Les études liées aux l'activité insecticide des extraits végétaux vis-à-vis des moustiques sont très limitées. Par ailleurs, la comparaison des produits naturels avec les produits chimiques de synthèse permettrait de mieux valoriser ces bio-insecticides naturels.

C'est dans ce contexte que ce travail soit entrepris dans le but de maîtriser le cycle biologique du moustique, en permettant de réduire les maladies transmises par ce hémaphophage. Le taux et le temps de mortalité durant toutes les étapes de contrôle du moustique seront suivis. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail, réalisé, qui a pour objectif d'évaluer l'effet insecticide des extraits des Anacardiacees (pistachier), par utilisation de l'extrait polyphénolique de *Pistacia lentiscus*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia vera* et *Pistacia terebinthus* et l'utilisation d'huile essentielle de *Lavandula officinalis* qui appartient à la famille des Lamiacées (Lavendula) sur les larves de *Culex pipiens* vecteurs des maladies pathogènes. Afin d'atteindre l'objectif de cette étude des tests de toxicité sont fait sur les larves de moustique de différent stade selon le protocole d'OMS. A cet effet une réduction de l'utilisation des produits chimiques, ainsi que leurs importations ; et enfin utiliser un moyen de lutte efficace, naturel et économique.

**CHAPITRE I :**

*Partie bibliographique*

## 1. Généralités sur les Anacardiaceae et le Lamiaceae

### 1.1. Présentation de la famille d'Anacardiaceae

Les anacardiaceae ont été proposées la première fois par Lindley en 1830, cette famille appartient à l'ordre des sapindacées, à la sous-classe des rosidae ou Eudicots moyennes dialypétale à la classe des Eudicots ou Magnoliopsida, au sous-embranchement des Angiospermes ou Magnoliophyta et à l'embranchement des Spermaphyte (Guignard et Dupont, 2004 ; Pell, 2004). La composition de cette famille en genres et espèces diffère selon les auteurs. Selon Kokwaro (1986) et Guyot (1992), la famille des Anacardiaceae comportent 60 genres et 600 espèces et. Selon Belfadel, (2009), les Anacardiaceae regroupent 60 genres et environ 345 espèces rencontrées surtout dans les régions tropicales et subtropicales et dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord. Pour Mabberley, (1987), elle renfermerait 73 genres et 850 espèces. Pell (2004), indique qu'elle renfermerait 82 genres et plus de 700 espèces.

#### 1.1.1. Description botanique

La famille des Anacardiaceae sont des arbres et des arbustes, à feuilles composées pennées ou trifoliolées, généralement alternes, dépourvues de glandes ponctiformes, à canaux résinifères schizogénèse, Fleurs parfois apétales, actinomorphes, hétérochlamydées, unisexuées et/ou hétérosexuées, généralement haplostémones ou diplostémones, hypogynes, apocarpes ou syncarpes. Disque intrastaminal, réduit à 3-1 carpelle ou gynécée isomère, mais généralement 1-loculaire par avortement, à placentation axile, 1-ovules apotropes 2-1- tegminés pour chaque carpelle. Inflorescence en panicules. Le fruit est généralement une drupe souvent à mésocarpe résineux. Graine exalbuminée ou presque, à embryon courbe. Pollen divers, souvent 2-3-colporé, ou avec 3-8 apertures circulaires ou non. Cloisons des vaisseaux à perforation unique (sauf quelques cas) (Gaussen et *al.*, 1982).

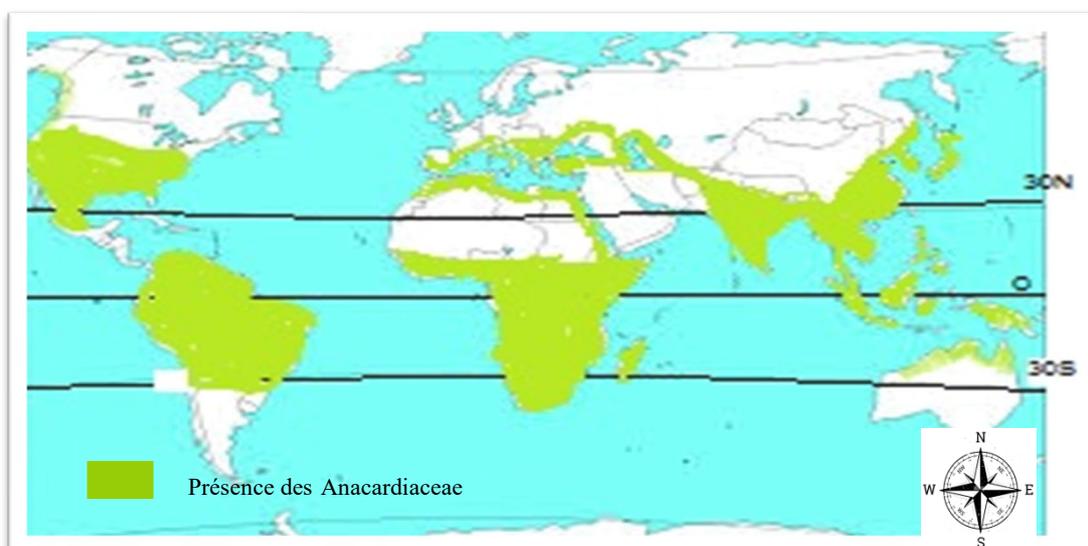
#### 1.1.2. Répartition géographique d'Anacardiaceae

Arbonnier (2002), la famille des Anacardiaceae rencontrée surtout dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord et dans les régions tropicales à subtropicales.

Kokwaro (1986) Signale la présence des anacardiaceae en région méditerranéenne et dans la région tropicale, en Amérique et dans l'Est de l'Asie, le tableau suivant et la figure 1 présentent la répartition géographique de la famille d'Anacardiaceae

**Tableau 1: Répartition géographique des principaux genres des Anacardiaceés dans le monde (Mabberley 1987).**

Genres	Nombre d'espèces	Origines (régions)
<i>Anacardium</i>	8	Amérique tropicale
<i>Haematostaphis</i>	2	Afrique tropicale – Ouest
<i>Lannea</i>	40	Régions tropicales, Indomalaisie
<i>Mangifera</i>	35	Régions tropicales, Indomalaisie
<i>Ozoroa</i>	40	Afrique tropicale
<i>Pistacia</i>	9	Région méditerranéenne
<i>Pseudospondias</i>	2	Afrique tropicale : Ouest et Centre
<b>Rhus (incluant Toxicodendron)</b>	200	Régions tempérées.
<i>Schinus</i>	27	Amérique tropicale
<i>Sclerocarya</i>	4	Afrique tropicale australe
<i>Sorindeia</i>	50	Afrique tropicale et Madagascar
<i>Spondias</i>	10	Indomalaisie (au sud-est d'Asie), Amérique tropicale.



**Figure 1: Répartition géographique de la famille des anacardiaceae**  
[www.clarku.edu/departments/biology/biol110/Rachel/Shmook\\_webpage.html](http://www.clarku.edu/departments/biology/biol110/Rachel/Shmook_webpage.html)

### 1.1.3. Caractéristique du genre *Pistacia*

#### 1.1.3.1. Origine du pistachier

Le pistachier est originaire d'Asie Centrale. Depuis 7000 ans avant J. C le pistachier est présent en Turquie, dès le premier siècle avant J. C, il a été introduit en Italie et par la suite, sa culture s'est diffusée aux USA et autres pays méditerranéens : en 1854 (Moghtader, 2010).

#### 1.1.3.2. Systématique du pistachier

La classification admise actuellement est rapportée par Judd et *al.*, (2002), Lieutaghi (2004) et Yaaqobi et *al.* (2009).

- Règne : Plantae
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Sapindales
- Famille : Anacardiaceae
- Genre : *Pistacia*

Une étude monographique du pistachier a été réalisée par Zohary (1954) et Khelil et Kellal (1980) montrant que le genre *Pistacia* comprend 11 espèces à savoir :

- *Pistacia atlantica* Desf. Ou pistachier de l'atlas.
- *Pistacia lentiscus* L. ou lentisque : fruits non comestibles
- *Pistacia terebinthus* L. ou thérébinthe : fruits aigretes comestibles
- *Pistacia vera* ou pistachier cultivé.
- *Pistacia afghanistania*, *P. chinensis*, *P. khinjuk*, *P. mexicana*, *P. palestina*, *P. wienmannifolia*, *P. intergerrima*.

#### 1.1.3.3. La description générale du *Pistacia*

Les pistachiers sont des arbustes dioïques (fleurs mâles et femelles poussant sur des arbustes différents). Les fleurs ont une couleur plus ou moins marron, sont groupées en racème et le fruit est une drupe.

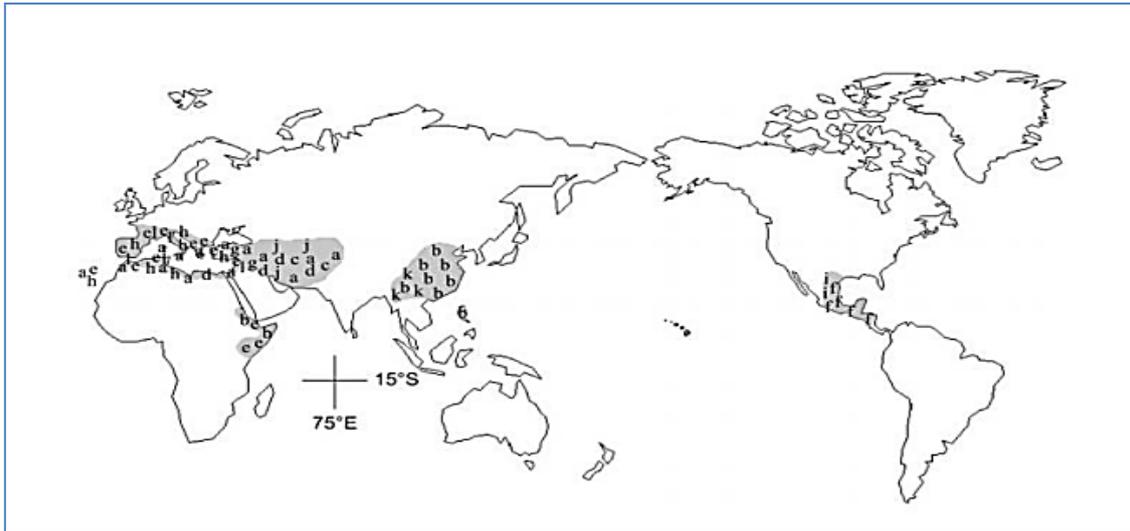
Trois espèces sont très connues, *Pistacia lentiscus* (Lentisque pistachier) dont on extrait une résine et qui présente un feuillage persistant, *Pistacia terebinthus* arbre au feuillage caduc dont on extrait l'huile de térébenthine et enfin le Pistachier vrai arbuste au feuillage caduc dont on consomme les graines grillées (les pistaches).

#### 1.1.3.4. La répartition du pistachier en Algérie

L'évaluant la variabilité des espèces locales traditionnelles et des sous-espèces spontanées en Algérie par l'étude des marqueurs morphologiques qualitatifs et quantitatifs, elle est trop demandée pour l'étude de la biodiversité intra et inter-populations devra être conduite en l'érosion génétique causée par les incendies, déforestation, désertification, changement du climat, l'action du cheptel, pollution et enfin l'action de l'homme peut produire des écotypes spontanés. Une enquête préliminaire a montré que plusieurs espèces endémiques se trouvent réparties comme suit sur le territoire :

*Pistacia lentiscus* est l'un des caractéristiques de la région méditerranéenne (Quezel et Santa, 1962 ; Verdu et Garcia-Fayos, 2002), ou il contribue à constituer les forêts, broussailles, et des maquis (Quezel et Santa, 1962). *Pistacia lentiscus* est un arbrisseau qui se trouve couramment en sites arides Asie et région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique, jusqu'aux Canaries (Bellakhdar, 2003). Le lentisque se trouve dans toute l'Algérie (Quezel et Santa, 1963) sur tout type de sol, dans les régions subhumides et semi-arides (Smail-Saadoun, 2002), plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Belhadj, 2003).

*Pistacia atlantica* se trouve dans les hauts plateaux et l'Atlas saharien en association avec le *Ziziphus lotus* et le pin d'Alep (Belhadj, 2003 et Choaki, 2006). Seigue (1985), note que le *Pistacia Atlantica* est largement réparti à l'Est méditerranéen (Syrie, Palestine, Crimée, Iran, Grèce, Chypre, Turquie, en Afghanistan et jusqu'en Inde. Mais il existe en plus au sud de l'Afrique du nord à l'état disséminé dans l'étage aride et semi-aride (Boudy, 1955). Sa répartition s'étend du sud de la méditerranée au moyen orient. Il est réparti en Afrique du nord pour atteindre le Hoggar. (Maonjauze, 1980). Somon (1987) ajoute que le *Pstacia atlantica* est un arbre originaire de l-Afrique du Nord.



**Figure 2:La répartition géographique de genre *Pistacia* dans le monde (Yi et al, 2008). Sur cette carte 11 espèces de genre *Pistacia* ainsi qu'un hybride sont illustrées (a=*Pistacia atlantica*, b=*Pistacia chinensis*, c=*Pistacia intergerrima*, d=*Pistacia khinjuk*.)**

#### 1.1.4. Présentation de *Pistacia lentiscus* L.

##### 1.1.4.1. Description botanique du lentisque

*Pistacia lentiscus* est en général un arbrisseau dioïque thermophile pouvant atteindre trois mètres, c'est parfois aussi un arbuste ne dépassant pas six mètres. (Coste, 1937 ; Benmahdi, 2012). Elle a une odeur résineuse fortement âcre et à croissance très lente, il peut cependant atteindre la taille d'un arbre lorsqu'il est dans sites humides et protégés (Munné-Bosch et Penûelas, 2003). Le lentisque est particulièrement représentatif des milieux les plus chauds du climat méditerranéen que l'on retrouve en association avec l'oléastre (olivier sauvage), la salsepareille et le myrte dans un groupement végétal nommé "l'Oléolentisque", mais également dans les plantations à Pin d'Alep ou d'autres formations de maquis basses. En Algérie, on le retrouve sur tout type de sol, des zones subhumides et semi-arides, plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège, (Ferradji, 2011). Cette espèce est caractérisée par :

Les feuilles de lentisque (la figure 3) ont une durée de vie de 2ans (Ain-Lhout et al., 2004) à rachis aillé, paripennées, composées de 2-3 paires de folioles coriace, vert sombre qui sont largement lancéolées, arbustes au sommet, brillant au dessus et de taille allant de 1,5 à 3 cm et selon More et White (2005). Alors que Quezel et Santa, 1963 citaient que le lentisque se distingue des autres pistachiers par son feuillage persistant ; les feuilles de type composé sont paripennées, se terminant par une paire de folioles, tandis que celles des autres pistachiers se

terminent par une seule foliole. En hiver, les feuilles sont caduques, plus grandes en général et de couleur vert pâle et. Le rachis portant les folioles est ailé.

Les fleurs sont sessiles, composées de 3 à 5 sépales, apétales, petites, se montrent d'avril à juin et elles sont disposées en épis. Inflorescence est en grappes, spiciformes, denses et courtes (Benmehdi, 2011). Le lentisque est une espèce dioïque, où les fleurs femelles et mâles apparaissent sur des arbustes différents. Les fleurs mâles sont rouge foncé et les fleurs femelles sont de couleur vert jaune (Benmehdi, 2011). Les fleurs mâles étant pourvus de 5 étamines, à filets courts soudés à la base et anthères rouges, tétragon produisant environ  $47.10^3$  à  $6.10^3$  grains de pollen par fleur. Elles sont regroupées en inflorescences de 8 à 10 fleurs (Benmehdi, 2011). Les fleurs femelles possèdent un ovaire à trois carpelles uniloculaires, avec un ovule anatrophe uniovulé, surmonté d'un style court à 3 stigmates, elles sont regroupées en inflorescence de 4 à 21 fleurs (Benmehdi, 2011).

D'après Benmahdi (2011) le fruit dans la figure 3 est arrondi, d'environ cinq millimètres qui renferment un seul noyau à une seule graine, les fruits sont presque complètement secs. Il est de couleur rouge au début puis devient noirâtre à maturité en Novembre la fin de la saison hivernale (Verdu et Garcia-Fayos, 1998 ; More et White, 2005). Souvent, une part des fruits du lentisque, à l'instar de toutes autres espèces du genre *Pistacia* sont vides soit par avortement des embryons ou par parthénocarpie, variable en fonction des conditions climatiques (Verdu et Garcia-Fayos, 1998 ; Özeker et al., 2006).

L'écorce est d'un brun rougeâtre lisse, résineuse (fig 3). Le bois est blanc, puis jaune, puis rosé et parfois veiné de jaune. Racines gagnant les couches profondes du sol. (More et White, 2005 ; Benmahdi, 2011). Selon More et White (2005), les branches forment une masse serrée et ils sont pressés et tortueux.

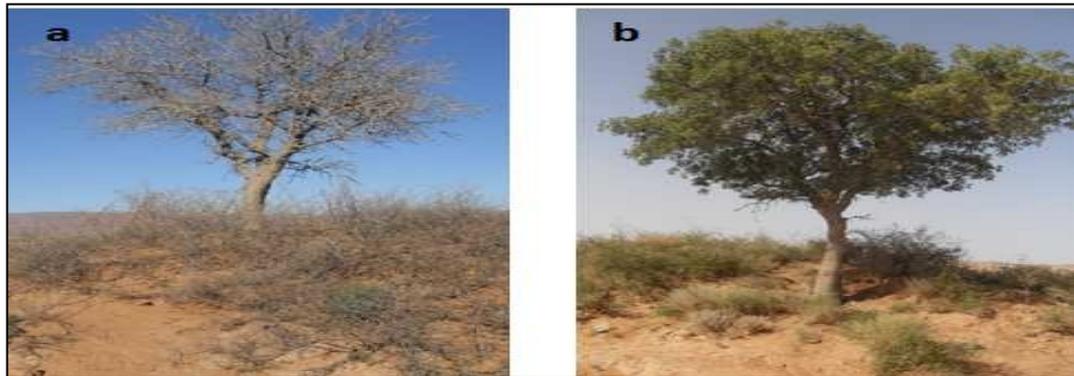


Figure 3: La partie aérienne du *Pistacia lentiscus* (Des photos originales en 2022).

### 1.1.5. Présentation de *Pistacia atlantica* Des

#### 1.1.5.1. La description de *Pistacia atlantica*

Le *Pistacia atlantica* est un arbre de grande taille atteint de 15 à 25 m de haut et de longue longévité (Zohary, 1987), des sujets ont un âge de 200 ans, ils ont de 2,5 m de circonférence et pour les plus vieux entre eux, ils peuvent atteindre 300 ans (Monjauze, 1968). Il possède des feuilles caduques comme les autres espèces du pistachier (fig 4).



**Figure 4: Illustration du *Pistacia Atlantica* : a- durant la saison d'Hiver, b- durant la saison de l'Été (Benaradj et al., 2012).**

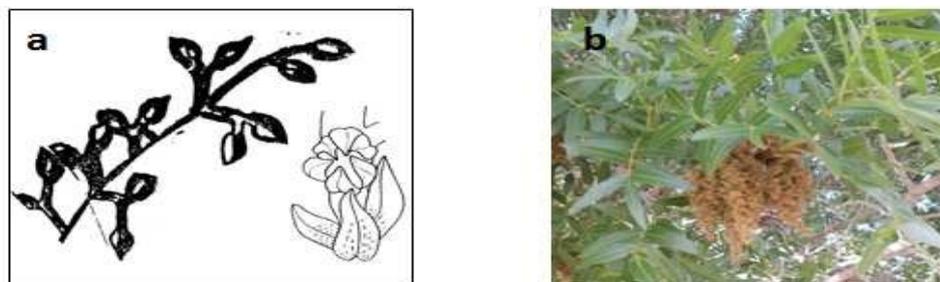
La feuille de *Pistacia atlantica* est composée, alternes et pennées, elles possèdent 3 à 5 paires de folioles latérales, et une terminale, Larouci Rouibat 1987, cite entre 7 et 11 folioles par feuille et par contre Belhadji décrit entre 3 à 15 folioles par feuille. Les folioles dans la figure 5 sont pointues et pubescentes. D'après Monjauze ; (1980), son feuillage, serré, se développe dans des stations de plus faible indice d'évapotranspiration. Cette résistance à la sécheresse pourrait être son caractère principal et les feuilles à vocation fourragères (0,35 U.F) sont imparipennées, elles ont une forme lancéolée à ovoïde-oblongue selon (Zohary, 1972). Elles peuvent mesurer entre 8 à 20 cm de long et de 0,5 à 1,5 de large (Boulous, 2000). Le rachis est aplati (Zohary, 1972) et à peine ailé (Tutin et al., 1981). Alors que d'après Meikle, 1977 et Behadji (2007), le pétiole est non ailé et mesure 3 à 5 cm de long. À l'exception, des autres espèces de ce genre qui sont glabres, les feuilles du *Pistacia Atlantica*, sont ciliées sur les marges et recouvertes de poils unicellulaires et glanduleux sur le reste du limbe (Belhadji, 2007). D'après Smail Saadoun (2005), il pourrait que l'adaptation de cette espèce au manque d'eau soit due par : une absence totale de stomates de la face supérieure des feuilles ainsi que de la présence de stomates de type paracytique mésopérigène au niveau de sa face inférieure de la feuille.



**Figure 5: Rameau feuillé et grappe de fruits du pistachier de l'Atlas (Ozenda 1983, b- Benradj et al., 2012).**

D'après Onay et Jeffree (2000), le pistachier de l'Atlas a une inflorescence en grappe rameuse (Fig 6). La floraison qui apparaît juste avant la feuillaison, elle débute le mois de février, le plus souvent 2 à 4 semaines avant la poussée des bourgeons végétatifs (Gourine et al., 2010). D'après Onay et Jeffree, (2000), La durée de floraison est de 12 à 15 jours et parfois jusqu'à 20 jours (Evrerivoff, 1964). Les inflorescences femelles en grappes compactes sont formées de calice de 3 à 5 sépales ovaire à une seule cavité, style à 3 stigmates et chez les inflorescences mâles ont des panicules, se trouve un calice de 3 divisions, 5 étamines à filets minces soudés à la base.

D'après Lemaistre, (1959) les fleurs de *Pistacia atlantica* mâles ou femelle sont apétales et rougeâtres. *Pistacia atlantica* est un arbre monoïque (quelques pieds sont dioïques), les fleurs mâles sont rassemblées en grappe terminales et les fleurs femelles en grappa axillaires, de couleur jaune verdâtre. (Martin et al in Monjauze 1980).



**Figure 6: Fleur en grappes de *Pistacia atlantica* Desf. (a-femelles (Negre 1962), b- mâles Benradji 2012).**

Les fruits de *P. atlantica* sont comme un pois tellement gros (Ozenda 1982). Ils sont des drupes monospermes à endocarpe dure et à mésocarpe sec plus ou moins plissée de couleur bleu pourpre mesurant 6 à 8 mm de long sur 5 à 6 mm de large à maturité (xChaba et al., 1991). La fructification débute vers la fin de mars, le fruit dans la figure 7 est rougeâtre au

début puis virant au bleu à maturité à partir de mois de juillet (Danin, 1983). Il est légèrement ovale plus au moins allongés, de taille d'un poids. Son épiderme peut se rider en séchant sur endocarpe induré abritant deux cotylédons ex-albuminé, riche en huile comestible. (Monjauze, 1980).



**Figure 7 : Fruits du Pistachier de l'Atlas (Benradji et al., 2012).**

Son écorce est lisse à un âge jeune, puis devient squameux produisant une résine mastic à un âge très avancée (Fig. 8), que les riverains s'en servent à un usage médical. L'écorce avant de devenir dure, noirâtre crevassée est rouge puis grisâtre assez claire, (Monjauze, 1980).



**Figure 8: Tronc de *Pistacia atlantica* (Benradji et al., 2012).**

Monjauze (1980) décrit le bois de pistachier comme le bois lourd, peu résilient et de bonne conservation, possède un aubier blanchâtre, le cœur brun veine, dense, dur et homogène ; sa couronne en boucle dans la jeunesse s'étale plus tard en demi-sphère. Les jeunes rameaux sont couverts de nombreux points en saillie plus claire que l'écorce (Lapie et Maige, 1914).

Le système racinaire du *Pistacia Atlantica* est très vigoureux, pouvant atteindre 6 mètres de profondeur (Fig. 9). Le pistachier d'Atlas résiste aux conditions climatiques très

difficiles et se développe sous une tranche pluviométrique très faible et sa peut être attribuée à la vigueur de son système racinaire. Il présente de fines racines obliques, latérales, à croissance faible, plagiotropes et un pivot est orthogéotrope à croissance indéfinie, rapide (Zohary, 1952, Monjauze, 1968, Belhadj, 1999).



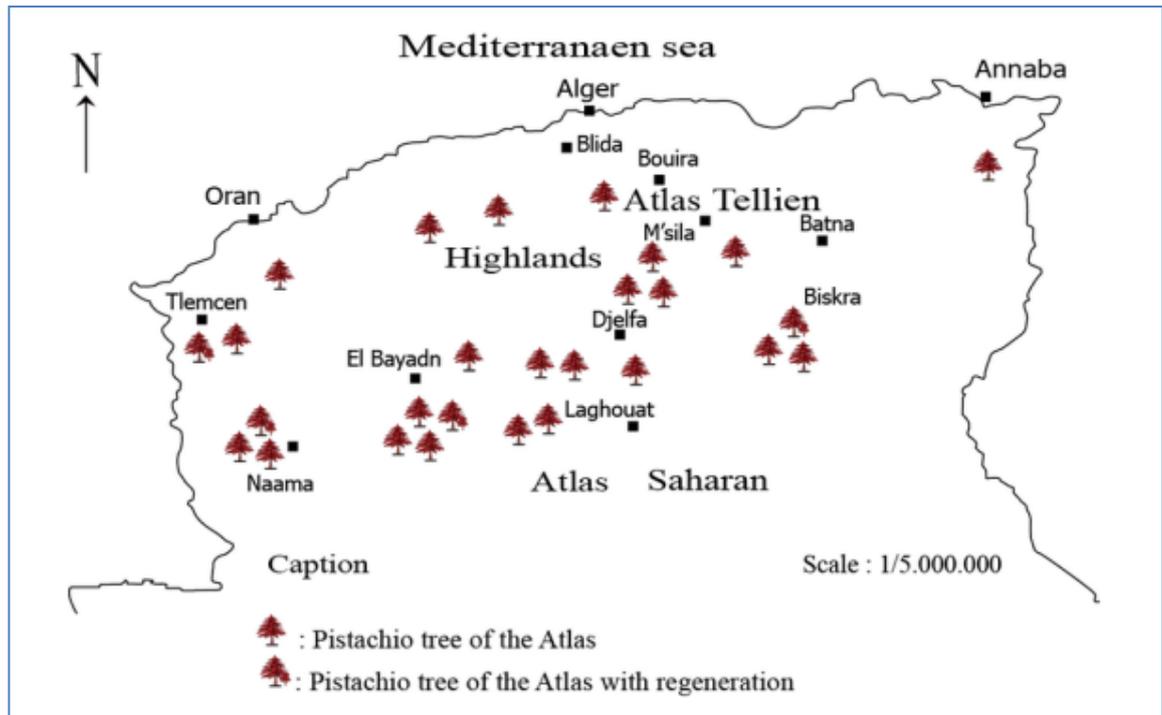
Figure 9: Les racines de *Pistacia Atlantica* (Benradji et al., 2012).

#### 1.1.5.2. Répartition géographique du *Pistacia atlantica* en Algérie

La présence de *Pistacia Atlantica* à l'état spontané dans certaines régions d'Algérie est la preuve irréfutable de la réussite de sa culture sous nos conditions écologiques. Dans une description de la végétation Nord-Africaine. Boudy, (1948) a classé l'espèce *Pistacia atlantica* parmi les essences forestières principales en Algérie. On trouve le pistachier de l'atlas à l'état de regroupement isolés d'Oran et Ain Sefra à l-ouest jusqu'à la Tunisie à l'Est. Il est présent aussi dans l'Atlas saharien, dans le secteur du Sahara septentrional et dans le Hoggar. Il est associé en Afrique de Nord à *Ziziphus lotus* et dans le proche orient à *Quercus ithaburensis* (Seigue, 1985).

La répartition de cette espèce en Algérie selon la figure 10 s'étend de Mitidja jusqu'au Sahara. Très répandue dans les hauts plateaux steppiques. (Chaba et al., 1991).

C'est une espèce à bioclimat qui va du per-humide au subhumide, chaud et tempéré avec un étage de végétation thermo-méditerranéen. (Benabid, 2002).



**Figure 10: La répartition de *Pistacia atlantica* Desf en Algérie (Chebouti, et al.,2014).**

### 1.1.6. Présentation de *Pistacia vera* L.

#### 1.1.6.1. Généralités sur *Pistacia vera*

En ce qui concerne *Pistacia vera* L., la plus importante espèce du genre puisqu'elle donne des fruits comestibles, la détermination de son aire géographique d'origine est assez difficile en raison de l'ancienneté de l'agriculture (Lemaistre, 2000).

Le pistachier fruitier est une espèce importante qui ouvre de grandes possibilités pour le développement des zones arides et semi arides. Il est bucolique et résistant aux conditions défavorables du milieu (sécheresse et salinité) (Boualem, 2015). Le système racinaire du pistachier est très puissant, il est utilisé dans la lutte contre la désertification et contre l'érosion qui menacent constamment ces régions arides et sahariennes (Mahdi et Maarouf 2016).

#### 1.1.6.3. Aire de répartition

Dans le monde : Le pistachier vrai est cultivé dans les régions semi arides et arides d'Afrique (Maghreb) et d'Asie (Moyen-Orient), mais aussi les régions d'Europe méditerranéenne dans quelques pays d'Amérique (États-Unis et Mexique) et en Australie (Benmahioul, 2009). Il couvre une superficie mondiale est de 5940 Km<sup>2</sup> (Acar, 2006).

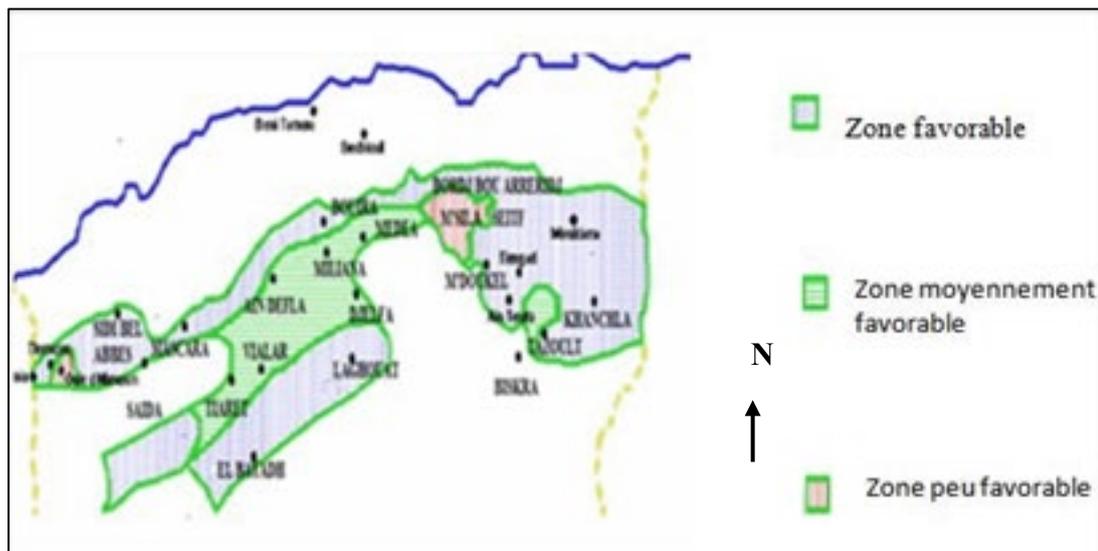
En Algérie : le pistachier vrai a été introduit en 1970 pour la première fois mais il n'a pas eu le développement escompté et ce malgré les efforts faits (Belkrouf, 2015), *Pistacia*

*vera* L., se retrouve à des superficies réduites, principalement à l'Ouest de Algérie (Saida, Tlemcen, Sidi Bel-Abbess et Tiaret), à l'Est (Sétif, Guelema, et Batna) et au centre (Chlef et Blida) (Morsli, 2006). La culture du pistachier demeure rudimentaire, le nombre faible de vergers existants n'ont pas un but commercial. Il est surtout utilisé pour l'autoconsommation (Evreïnoff, 1955).

**Tableau 2: Répartition du pistachier fruitier en Algérie (Kafkas, 2001).**

Régions	M'sila	Saida	Tlemcen	Batna	Bouira	Tighennif	Blida
Superficies (km <sup>2</sup> )	1,5	1,5	0,1	0,2	0,5	0,2	0,02

Il existe actuellement une capacité de production de 6000 à 8000 plants de pistachier par an. Cette production de bois représente une superficie de 35 à 40 ha de vergers de pistachiers présentée dans la figure 11 destinés aux besoins des producteurs de plants, aux prélèvements de greffons et de récolte de semences (destinés) (Chebouti, 2001).



**Figure 11: répartition du pistachier fruitier en Algérie (Chebouti., 2001).**

#### 1.1.6.4. Description de la plante

Le *Pistacia vera* L. est une espèce à croissance lente et c'est un arbre (Fig. 12) à une grandeur moyenne atteignant 6 à 8 m de haut, le pistachier fruitier est une espèce dioïque (fleurs femelles et mâles poussant sur des arbustes différents), (Boualem, 2015). Les fleurs sont groupées en racèmes ; elles sont d'une couleur plus ou marron, les fruits sont des drupes.



**Figure 12: l'arbre de *Pistacia vera* (Rouahna, 2022).**

Les fleurs sont unisexuées et groupées en inflorescence, cette espèce étant dioïque, les fleurs mâle et fleurs femelles sont portées par des pieds distincts. La différenciation des bourgeons floraux (aussi bien mâles que femelles) s'effectue au cours de l'été et jusqu'au printemps suivant (Boutoul, 1986).

Les inflorescences sont localisées sur les rameaux d'un an, elles apparaissent en avril après les fortes gelées de printemps. L'inflorescence mâle (Fig. 13a) est une grappe composée qui comprend de 190 à 260 fleurs mâles, de 6cm de long en moyenne, (Mlika, 1987). La fleur mâle est petite et apétale, elle se compose d'un androcée, constitué d'un nombre variable d'étamine (3 à 8) mais souvent de 5 étamines (Baillons, 1891 *in* Mlika, 1987) fixées autour d'un réceptacle plan. Cet appareil est protégé par un calice de 3 à 4 bractées membraneuses.

L'étamine a un filet mince, court et une anthère introrse à deux loges séparées par un connectif. Les grains de pollen, qui sont libérées des anthères à maturité, sont de couleur jaune, de forme sphérique et présentent 4 pores germinatifs.

L'inflorescence femelle est une grappe composée, lâche et rameuse comprenant de 450 à 500 fleurs (Mlika, 1987). La fleur femelle petite et apétale, comprend un calice de 3 à 5 bractées et un gynécée formé d'un ovaire sessile à 3 carpelles soudés, sans cloison intercalaire, cet ovaire renferme un seul ovule anatrope porté par un long funicule ; il est surmonté d'un style court et d'un volumineux stigmate trifide à division inégales. Les papilles stigmatiques de couleur jaune verte, sont très développées et frisées, leur surface est de l'ordre de 4mm<sup>2</sup> (Maggs, 1977 *in* Mlika, 1987).



**Figure 13: Fleurs de Pistacia ; a- Fleurs mâles b- Fleurs femelles (Rouahna, 2022).**

Le feuillage est caduc, les feuilles tombent en Octobre. Elles apparaissent en Avril (Boutoul, 1986), elles sont alternées, composées pennées (3 à 5 folioles parfois 7, ovale-orbiculaires, oblongues, rarement une seule), de grandeur variable (10cm de long en moyenne) ; leur face supérieure est d'un vert brillant, le pétiole est velu, canicule au-dessus (Fig.14) (Boutoul, 1986).



**Figure 14: Feuilles composées de *Pistacia vera* L. (Fasihi, 2001).**

La pistache est une drupe sèche (Fig. 15), elle est monosperme de la grosseur d'une olive, ovoïde généralement déhiscente. La maturité des fruits est en Septembre. Sa drupe conçoit de l'extérieur vers l'intérieur : un péricarpe de couleur verdâtre avant maturité, il devient rose jaunâtre ou rouge vif à maturité, il se dessèche et se détache facilement, un mésocarpe spongieux à maturité, un endocarpe ou coque bivalve, lignifiée, de couleur blanchâtre, une graine, partie comestible de la pistache. Ses deux cotylédons à chair jaunâtre ou vert <<pistache>>, sont enveloppés d'un tégument de couleur brune tachée de rouge au tour du hile (Boutoul, 1986).



**Figure 1515 : Fruits immatures de pistachier fruit (Rouahni, 2022).**

Son système racinaire est pivotant et très puissant, en germant émet un très long pivot qui atteint parfois 7m de profondeur avec des racines latérales pouvant atteindre la longueur de 5 à 10m du collet de l'arbre. Cet ensemble de racines permet au pistachier de supporter les périodes sèches de l'année en cherchant l'humidité dans le sol et de se développer dans des sols médiocres et dans des zones arides (Lemaistre, 2000).

#### **1.1.7. Présentation de *Pistacia terebinthus* L.**

Etymologiquement le nom du térébinthe en arabe signifie « bereicya », « tichirt » ou « betoum elkiffan », cornicabra en espagnol et térébinthe en français (Benhassaini, 1998).

*Pistacia terebinthus* L., est une espèce sauvage avec une distribution circumméditerranéenne (Traveset, 1994). *Le Pistachier terebinthe* ou *Terebinthe* (*Pistacia terebinthus*), est une plante à des feuilles caducs de la famille des Anacardiaceae à trois forte résineuse, l'essence de térébenthine lui donne son nom car la térébenthine de Chio était à l'origine fabriquée avec des exsudats de cet arbre. (Rameau *et al*, 2008). Le pistachier peut se trouver, sous la forme d'un petit arbre (Reig- Arminana *et al.*, 2004). Il peut vivre plus de 100ans (Rameau *et al*, 2008).

Il existe plusieurs sous espèces de térébinthes, dont le térébinthe sauvage, le térébinthe à gros fruit, le térébinthe à petit fruit bleus (Fig.16)



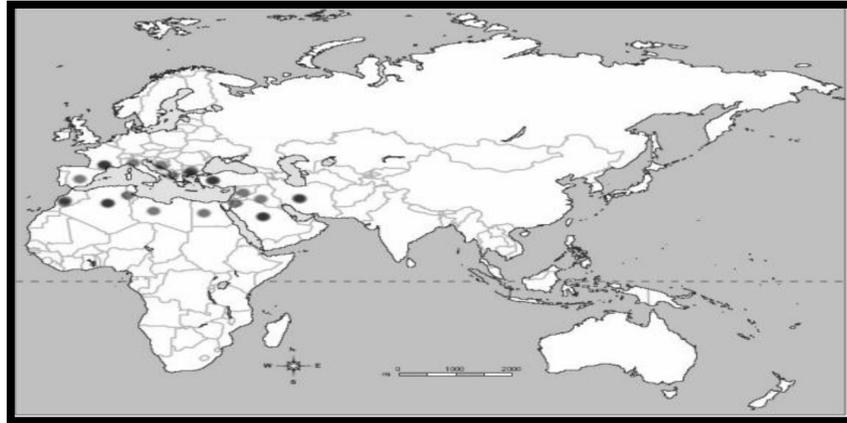
Figure 16 : a- arbre âgé de *Pistacia terebinthus*, b- jeune arbre de *Pistacia terebinthus*.  
(Des photos originaux, 2022).

#### 1.1.7.1. Caractéristiques écologiques et répartition géographique de *Pistacia terebinthus*

Originaire des régions méditerranéennes, le *Pistacia terebinthus* est abondant dans l'ouest méditerranéen du Portugal à la Turquie, et du Maroc à la Libye, il pénètre dans le sud des alpes (Rameau et *al.*, 2008).

Espèce héliophile, mais tolérant un certain ombrage, très répandu dans tout le Bassin méditerranéen (Fig. 17). Il est adapté aussi bien aux sols calcaires qu'aux roches volcaniques acides. Il est très résistant à la sécheresse. Espèce mésoxérophile à xérophile, à large amplitude, elle peut se développer jusqu'à 600m d'altitude dans l'étage méditerranéen et collinéen (supra-méditerranéen, continental) (Rameau et *al.*, 2008). Il se présente aux différents biotopes tels que les rocailles, Maquis, lisières, ravins, corniches, bois clairs et secs avec des arbustes (*Pistacia lentiscus-Rhamnetalia alaterne*, *Prunetalia spinosae*), maquis (*Lavanduletea*), forêts (*Quercionilicis*).

En Algérie, Le pistachier de térébinthe se repèrent aux alentours de 1200 à 1270m d'altitude. Il constitue des peuplements, soit mélangé aux chênes, aux lentisques ou soit seul. Il peut devenir un arbre de 8-15m de hauteur sur 1-2m et plus de circonférence (Mathieu Auguste, 1858). Cette espèce constitue un bon porte-greffe pour *P. vera*, il est utilisé principalement en Italie et en Turquie (Kaska, 1990 ; Mazzola et *al.*, 1996). *Pistacia terebinthus* se trouve dans le bassin de Soumam, dans le bassin d'El Kseur et au niveau du le versant Nord de Djurdjura (Fig. 19), en association avec le chêne vert et pin d'Alep. (Belhadj, 2003 et Choaki, 2006).



**Figure 17: Aire de répartition de térébinthe dans le bassin méditerranéen (Al-Saghir, 2006)**

### 1.1.7.2. Description de la plante

*Pistacia terebinthus* est un petit arbre, arbrisseau de 2 à 5 m de hauteur et parfois 10 m, (Belhadj, 2007), Sa longévité est très prolongée (plus de 100 ans), de 1-2m et plus de circonférence ; son tronc, droit et cylindrique, se dénude jusqu'à 4 à 5m du sol et produit une cime arrondie d'une grande envergure (Rameau et *al.*, 2008), ramifié dès la base à rameaux allongés et espacés, à odeur résineuse très prononcée.

Les feuilles sont caduques et imparipennées (feuille composée de 4 à 6 paires de folioles plus une foliole terminale, elles sont vertes au printemps (figure 18), jaune ou rouge flamboyant à l'automne. (Rameau, 2008). Ses folioles sont regroupées à l'extrémité des rameaux de différentes dimension, alternes, composées, au nombre de 5 à 7 ou 9 et quelques fois 13, à nervures fréquemment jaunes claires tranchant sur le vert du feuille (pas de stipule) qui sont attachés par couples sur un filet commun, termine par une seule foliole (Spichiger et *al.*, 2004 ; Ubarrechena et *al.*, 2013).



**Figure 18: les feuilles de térébinthe (photo originale, 2024)**

Les fleurs et l'inflorescences sont en grappes composées de petites fleurs sans pétales (Fig. 19), unisexuées, rougeâtres. Selon Ubarrechena et *al.*, (2013) tous les pistachiers sont dioïques ce qui signifie qu'il faut des pieds mâles à proximité pour obtenir des fruits sur le pied femelle. La floraison a lieu en Avril-Mai à Juin. La pollinisation est anémophile (Rameau et *al.*, 2008).

Les fruits drupes ovoïdes (Fig. 19), de 5-7 mm sur 4 mm, initialement blanches, puis roses, rouges, et enfin brunissant à maturité ; odeur forte de résine. Très mince ; maturité en septembre à octobre. C'est une plante à odeur très fétide, Rocailles, broussailles, surtout en montagne (Quezel et Santa, 1962).



**Figure 19: Panicules florales du pistachier térébinthe (Rameau et *al.*, 2008) et ses fruits (photo originale, 2023)**

## 1.2. Généralités sur la lavande

### 1.2.1. Classification de la lavande

La Lavande appartient à l'embranchement des Spermaphytes. Elle est appelée communément par la population locale « khozama » (Al-Bandak et Oreopoulou 2017). D'après Laib et Barkat, (2011), la plante *L. angustifolia* est classée comme suit :

- Règne : Plantae
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous - embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous classe : Magnoliidae
- Ordre : Lamiales (Labiales)
- Famille : Lamiaceae
- Sous-famille : Nepetoideae
- **Genre** : *Lavandula*
- **Espèce** : *Lavandula officinalis* M, 1768

### 1.2.3. Description de la plante

La *Lavandula officinalis* (lavande vraie) autrefois nommée *Lavandula vera* ou *lavandula officinalis*, est un petit arbrisseau dicotylédone qui adopte la forme d'un buisson à feuillages persistant haut d'environ 1 mètre, elle possède une seule fleur sur chaque tige et se reproduit par graines (Lobstein et Couic-Marinier, 2017). Son port est érigé et arrondi, son pied très ramifié est établi sur une souche fortement racinée.

Cette plante présente des feuilles étroites et longues de couleur vert bleuté et des fleurs hermaphrodites (Gainard, 2016) de couleur bleu-violet (Aimene & Bellil, 2019).

Ses branches sont ligneuses, fines et on retrouve des feuilles aromatiques à sa soubassement seulement de couleurs gris-vert, elles sont étroites, linéaires, sessiles et se termine en pointe aiguë et mesurent 3 à 5 cm de long. (Fig.24)

*Lavandula officinalis* est une espèce hermaphrodite fleurissant en fin de printemps, début d'été. Sa floraison est abondante, parfumé, mellifère et nectarifère, attirent les papillons et abeilles, de couleur bleu clair à violette disposées en épis (Laib et Barkat, 2011).

Les feuilles sont de couleur verte grisâtre (Fig. 20), et par leur forme longue et opposée. Tandis que les fleurs d'un fort joli bleu-violet sont assemblées en épis au sommet de la plante, il en existe d'autres variétés à fleurs blanches ou à fleurs roses, sans odeur est caractéristique : forte, légèrement camphrée (Jaegly, 2003). Les racines peuvent pousser jusqu'à une profondeur de 4 mètres et forment un gros système ligneux, elle tolère un pH de 6,4 à 8,2 (Deutsch, 2001).

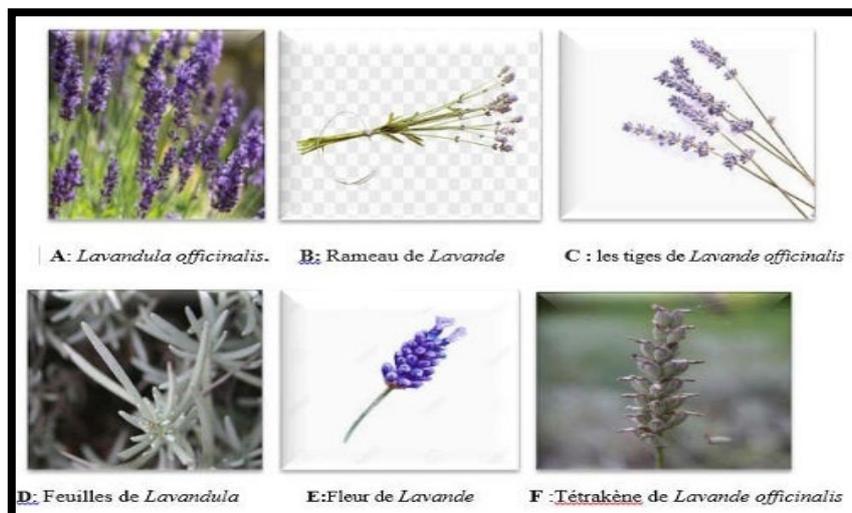


Figure 20: description des parties de *lavandula officinalis* (Aggarwal al., 2006).

L'acétate de linalyle et le linalol représentent les constituants majoritaires et sont responsables des propriétés principales de l'huile essentielle de Lavande officinale. Ils sont

considérés comme des traceurs de qualité, on trouve également dans les sommités fleuries les substances, telles que : Coumarines, flavonoïdes, tanins (Zahalaka, 2009).

#### 1.2.4. La répartition géographique de la lavande

La lavande vraie, ou lavande fine, appelée communément Khzama (Aichaoui et Abeoube, 2019), pousse dans les régions tropicales et tempérées, mais se trouve principalement dans les régions méditerranéennes (Brahmi *et al.*, 2017) (Fig. 21). Elle pousse dans les montagnes calcaires de 500 à 1800 m d'altitude, la lavande est cultivée partout dans le monde, comme plante ornementale et pour son essence (Bendif., 2017). Au niveau mondial, la Lavande officinale se retrouve beaucoup en Europe sur les reliefs : Angleterre, Espagne, Portugal, Allemagne, Suède, Sardaigne, Sicile, Italie, Grèce, mais aussi en Algérie et très peu aux Etats Unis (Choi, 2016). Mais toutes aiment les terrains secs, légers, sablonneux et pierreux, bien drainés (Linnet *al.*, 2006).

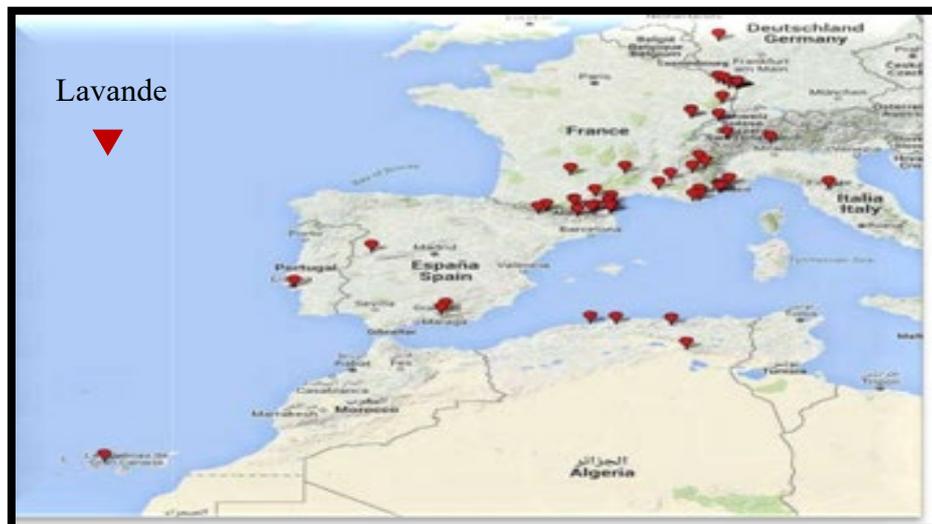


Figure 21: la carte géographique de répartition de *Lavandula officinalis* Miller (Normando *et al.*, 2019).

## 2. Les composés polyphénoliques et les huiles essentielles

### 2.1. Généralités sur les composés polyphénoliques

#### 2.1.1. Définition

Les polyphénols constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Ils se trouvent dans les plantes, à partir des racines jusqu'aux fruits. Les polyphénols sont des métabolites secondaires, ce qui désigne qu'ils n'entraînent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la production ou la croissance (Yusuf, 2006).

### **2.1.2. Composition chimique**

L'expression des « composés phénoliques » est utilisée pour toutes substances chimiques possédant dans sa structure un noyau aromatique, portant un ou plusieurs groupements hydroxyles. Un nombre important de ces composés sont composés de deux noyaux benzéniques A et B reliés par un hétérocycle de type pyrane. Ces composés diffèrent les uns des autres par la position des substitutions sur les noyaux A et B, par la nature de l'élément central et par la position, la nature et le nombre de molécules de sucre fixées de la sorte de la nature de la liaison hétérosidique. Les polyphénols sont des produits de la condensation de molécules d'acétylcoenzyme A et de phénylalanine. Cette biosynthèse a permis la formation d'une grande diversité de molécules qui sont spécifiques d'une espèce de plante, d'un organe, d'un tissu particulier (Bloor, 2001).

### **2.1.3. Classification des polyphénols**

Une classification de ces substances a été proposée par Harborne en 1980 (Annexe01). Ils sont peut différencier les différentes classes des polyphénols en se basant d'une part, sur la structure de squelette de base et d'autre part, sur le nombre d'atomes constitutifs.

Les deux principales classes largement répandues (Acides phénoliques, flavonoïdes) ainsi que les tanins et lignines seront décrit ici, sauf les plus rares (coumarines, stilbénes).

#### **2.1.3.1. Polyphénols monomériques (formes simples)**

##### **2.1.3.1.1. Acides phénoliques**

Ils appartiennent à deux groupes, les acides hydroxybenzoïques et Les acides hydroxycinnamiques (Annexe1) :

- Les acides hydroxybenzoïques, dont les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique,
- Les acides hydroxycinnamiques, dont les plus abondants sont l'acide caféique et l'acide férulique, (Manchado, 2006).

##### **2.1.3.1.2. Les flavonoïdes**

Le terme flavonoïdes désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Il y'a qui sont des pigments quasi-universels des végétaux. Les flavonoïdes se distribuent en plusieurs classes de molécules dont les plus importantes sont les flavonols, les flavones, les flavanones, les flavanols, les isoflavones, les dihydroflavanols, les isoflavanones, les chalcones, les aurones et les anthocyanes. Ces divers

composés se trouvent à la fois sous forme de glycosides ou sous forme libre. On les trouve, d'une manière très générale, dans toutes les plantes vasculaires, où ils peuvent être localisés dans divers organe : racine, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits. D'après Machado (2006), ils ont une origine biosynthétique secondaire commune et par conséquent, possèdent un squelette de base à quinze atomes de carbones « 2-phényl-1-benzopyrane », constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C6 (A et B), reliés par un cycle pyranique central (Annexe 01).

### **2.1.3.2. Polyphénols sous forme de polymères (Formes condensées)**

#### **2.1.3.2. 1. Tanins**

D'après Edwin Haslam (1996), ils représentent un groupe hétérogène assez difficile à définir de façon rigoureuse et concise car se ne trouve pas d'une structure chimique de base. Leurs structures chimiques sont, en effet, variées et rassemblées en famille en fonction d'activités communes, de se fait, toute classification chimique des tanins est forcément arbitraire.

Cependant, on se réfère souvent à une distinction entre tanins hydrolysables et tanins condensés, les tanins hydrolysables sont constitués par une molécule de sucre estérifiée par l'acide gallique ou un de ses dérivés. Ils sont hydrolysables facilement par voie chimique ou enzymatique. Les tanins condensés sont des produits de la polymérisation de flavan-3-ols (catéchines) et flavan-3,4-diols (leucoanthocyanidines). Ils ne sont hydrolysables que dans des conditions fortement acides.

#### **2.1.3.2. 2. Lignines**

Ces composés de haut poids moléculaire contribuent à former, avec la cellulose et les dérivés hémi-cellulosiques, la paroi des cellules végétales. Ce sont des polymères tridimensionnels résultant de la condensation (copolymérisation) de trois alcools phénylpropéniques (Nkhili, 2009).

## **2.2. Généralités sur les huiles essentielles**

### **2.2.1. Définition**

Les huiles essentielles sont des mixtions complexes de substances aromatiques liquides organiques qu'on trouve naturellement dans diverse partie des végétaux (Beneikhelf, 2014). Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux par hydrodistillation à la vapeur d'eau pressage ou incision des végétaux qui les contiennent (Madjour, 2014 ; Beneikhelf, 2014).

Elles se forment comme sous produits du métabolisme secondaire dans un grand nombre de plantes. Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes. Elles

ont des caractéristiques et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à un nouveau domaine de la phytothérapie : y est nommé l'aromathérapie (Benayad, 2008).

Les HE doivent leur nom à ce qu'elles sont très réfringentes, hydrophobes et lipophiles. Elles ne sont que très peu solubles ou pas du tout dans l'eau et on les retrouve dans le protoplasme sous forme d'émulsion plus ou moins stable qui tend à se collecter en gouttelettes de grosse taille. Par contre, elles sont solubles dans les solvants des lipides (acétone, sulfure de carbone, chloroforme, etc.) et, à l'inverse des glycérides, dans l'alcool (Binet et Brunel, 1998).

Mais à ces caractères de solubilité se limite la ressemblance avec les huiles grasses. Si les HE forment une tache transparente sur le papier, celle-ci disparaît rapidement car les essences végétales sont très volatiles (contrairement aux résines qui, habituellement dissoutes dans les essences, laissent un résidu visqueux ou solide après évaporation des essences). Grâce à cette propriété, les essences végétales diffusent rapidement au travers des épidermes, même au travers des cuticules épaisses et se répandent dans l'atmosphère. Ce caractère, associé à la propriété qu'ont la plupart des essences végétales de posséder une odeur très prononcée, et souvent agréable, les rend responsables de l'odeur caractéristique de nombreux végétaux odoriférants (Binet et Brunel, 1998).

### **2.2.2. Localisation d'une huile essentielle dans la matière végétale**

Les huiles essentielles se rencontrent dans diverses familles botaniques elles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante et forment dans le cytoplasme de cellules spécialisées (Degryse et al., 2008). Elles se trouvent dans les fleurs, les fruits, les feuilles, les racines, les graines et les écorces de nombreux végétaux. Mais, il peut y avoir quelques différences dans la composition chimique des essences selon les parties que l'on a distillées même à partir d'une seule plante. L'essence de lavande, par exemple, est obtenue à partir de fleurs, l'essence de patchouli est issue de feuilles et l'essence d'orange provient de fruits (Encyclopédie Encarta 2003). Les essences se forment dans les parties vertes de la plante (constituées de chlorophylle) et sont transportées, lors de la croissance de celle-ci, dans d'autres parties, en particulier dans les pousses donnant des fleurs (Bruneton, 1999).

### **2.2.3. Les propriétés physico-chimiques des huiles essentielles**

Les HE sont liquides, faiblement colorées, de densité inférieure à celle de l'eau, à l'exception de quelques essences comme celle du girofle et de la cannelle (Bruneton, 1999). Elles forment un groupe très homogène (Bruneton, 1993) à température ambiante mais aussi volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Ces substances sont solubles et

liposolubles dans les solvants organiques usuels et dans l'alcool et très peu solubles dans l'eau mais elles sont entraînaibles à la vapeur d'eau. Elles se différencient des autres huiles par leur volatilité, par leurs propriétés organoleptiques (aspect, couleur, saveur, odeur), par leurs propriétés chimiques (composition chimique, indices d'acides, etc....), ainsi que par leurs propriétés physiques (densité, indice de réfraction, solubilité dans l'alcool, pouvoir rotatoire). Elles sont sensibles à l'oxydation et altérables. Par conséquent, leur conservation nécessite de l'humidité et de l'obscurité. (Couic-Marinier et Lobstein, 2013). Il faut également éviter l'ouverture prolongée des flacons. Dans ces conditions, les huiles essentielles se conservent plusieurs années (Rasamimanana, 2009 ; Benayad, 2013 ; benikhelef, 2014).

#### **2.2.4. Propriétés chimiques des huiles essentielles**

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

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

Le spectromètre de masse (SM), associé souvent à la chromatographie (CPG-SM), permet lui d'obtenir la composition précise de l'huile essentielle (Bachelot et *al.*, 2005). La méthode spectroscopique, dite résonance magnétique nucléaire du carbone-13 (RMN13C) peut être aussi utilisée pour obtenir les différents composants de l'huile essentielle (Bekhechi, 2008).

La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant divers facteurs : L'environnement, le génotype, origine géographique, le lieu et la période de récolte, l'âge de la plante étudiée et la partie utilisée, le séchage (le lieu, la méthode et les conditions de température et de durée), les virus et mauvaises herbes, les parasites, (Smallfield, 2001 ; Merghache et *al.*, 2009 ; Atik Bekkara et *al.*, 2007).

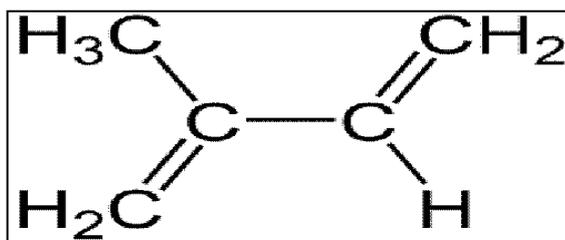
L'huile Essentielle est un mélange complexe et variable de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : les terpènes volatils et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Bruneto, 1999).

##### **2.2.4.1. Les composés terpéniques (In Lakhdar, 2015)**

Il s'agit d'une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Ils sont formés par la combinaison de 5 atomes de carbone (C5) nommée : isoprène (Bakkali et *al.*, 2008) (Fig. 22).

Le mot « terpène » tire son origine du mot térébenthine. En 1818, la térébenthine a été découverte comme étant un mélange d'hydrocarbures avec un ratio carbone/hydrogène de 5/8. Les isoprénoides ont une structure plus ou moins complexe issue de la condensation de molécules à chaîne carbonée linéaire à 5 atomes de carbone qui dérivent du 2-méthylbutadiène (isoprène).

Le chimiste Ruzicka proposa une nomenclature pour les dérivés isopréniques en fonction du nombre d'unités d'isoprène qui les constituent : monoterpène C10, sesquiterpènes C15, diterpènes C20, sesterpènes C25, triterpènes C30 et caroténoïdes C40 (Cosentino et *al.*, 1999 ; Cox et *al.*, 2000).



**Figure 22: Structure de l'isoprène (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) (In Lakhdar, 2015)**

Ils sont classés selon (Couic-Marinier et Lobstein, 2013).

- Leurs fonctions : alcools (géraniol, linalol), esters (acétate de linalyle), aldéhydes (citral, citronellal), cétones (menthone, camphre, thuyone), éthers-oxydes (cinéole) ;
- Leur structure : linéaire (farnésène, farnésol) ou cyclique : monocyclique (humulène, zingiberène), bicyclique (cadinène, caryophyllène, chamazulène) ou tricyclique (cubébol, patchoulol, viridiflorol).

Il convient à souligner que seuls les terpènes de faible masse moléculaire (mono – et sesquiterpènes) sont rencontrés dans les huiles essentielles (Bruneton, 1999) leur conférant un caractère volatil et des propriétés olfactives (Pibiri, 2006).

#### **2.2.4.2. Monoterpènes**

Ils sont constitués par le couplage de deux unités isopréniques (C10) et forment 90% des huiles essentielles avec une grande diversité de structures (Bakkali, 2008). Ils joignent des diverses fonctions (George, 1979).

Les terpènes proprement dit sont des hydrocarbures en C. Les terpènes se divisent en 3 catégories structurelles qui constituent de plus de 900 monoterpènes : les monoterpènes linéaires (acyclique), les monoterpènes avec un cycle unique (monocycliques) et les

monoterpènes avec deux cycles (bicycliques). Ils résultent d'une fusion typique tête-à-queue des unités d'isoprène (Sato *et al.*, 1995).

### **Les monoterpènes acycliques**

Le géranyl pyrophosphate (GPP), le premier composé issu du mévalonate est le précurseur de cette catégorie de monoterpènes. Dans ce groupe, le géraniol est le plus répandu dans le règne végétal (Merghem, 1995).

### **Les monoterpènes monocycliques**

Ces composés sont formés à partir du néryl pyrophosphate (NPP) ou du géranyl pyrophosphate (GPP) (Nauciel, 2000). Les composés aromatiques sont les plus importants dans cette catégorie, comme le p-cymène et ses dérivés hydroxylés qui se trouvent associés avec l'-terpinène. Il est à distinguer 4 groupes dans cette catégorie :

- Les hydrocarbures en  $C_{10}H_{16}$  : contenant deux doubles liaisons : le D-limonène et les phellandrènes sont les composants les plus connus de cette famille.

- Les hydrocarbures en  $C_{10}H_{18}$  : contenant une double liaison : les terpinéols sont les plus fréquents dans cette famille.

- Les hydrocarbures en  $C_{10}H_{20}$  : Les menthanes (hydrocarbures saturés) n'existent pas à l'état naturel, mais on trouve leurs dérivés alcool et cétone correspondants : le menthol et la menthone.

- Les hydrocarbures en  $C_{10}H_{20}$  : contenant un oxyde : dans cette famille, le cinéole ou l'eucalyptol sont très abondants.

### **Les monoterpènes bicycliques**

Ces composés se trouvent dans un grand nombre d'huiles essentielles, surtout celles issues des conifères. La plupart de ces monoterpènes font partie des familles pinane, bornane ou thujane tandis que les familles fenchane et carane sont moins représentées.

Les monoterpènes majeurs issus du pinane sont l'-pinène et le  $\beta$ -pinène qui sont largement distribués dans les plantes. Le bornéol, l'isobornéol et camphre sont les terpènes les plus importants dans la famille bornane. Les terpènes les plus communs de type thujane sont les cétones thujone et isothujone, les alcools et les hydrocarbures associés.

La fenchone et les alcools l'-fenchol et le  $\beta$ -fenchol sont des constituants majeurs de la famille fenchane. Enfin, le 3-carène est le seul monoterpène commun de la famille carane.

#### **2.2.4.3. Sesquiterpènes**

Ils sont formés par l'assemblage de trois unités isopréniques ( $C_{15}$ ). Cependant leur structure ainsi que leur fonction restent similaires à celles des monoterpènes (Bakkali, 2008).

Ce sont des hydrocarbures possédant 15 carbones, de formule brute  $C_{15}H_{24}$ . Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes puisque plus de 3000 molécules y ont été recensées. Les sesquiterpènes se divisent en plusieurs catégories structurales : acyclique, monocyclique, bicyclique, tricyclique, polycyclique. (Bouderdara, 2013).

#### **Les sesquiterpènes acycliques**

Ils sont susceptibles d'être dérivés du trans-farnésyl pyrophosphate (FPP) qui constitue l'analogue de la génération des monoterpènes acycliques à partir de GPP. Tous les monoterpènes acycliques ont un analogue sesquiterpène direct (Nauciel, 2000).

#### **Les sesquiterpènes monocycliques**

Les sesquiterpènes monocycliques sont divisés principalement en 4 familles-type : bisabolane, germacrane, élémmane et humulane. Le zingibérène est un exemple de la famille du bisabolane, que l'on trouve par exemple dans l'essence de Gingembre.

#### **Les sesquiterpènes polycycliques**

Parmi les sesquiterpènes polycycliques, le caryophyllène est le plus important ; on le retrouve principalement dans le poivre et certaines épices.

#### **Les diterpènes**

Ce sont des substances avec 20 atomes de carbone  $C_{20}$  élaborées à partir de 4 unités d'isoprène ; ils se forment à partir de leur précurseur, le géranylgeranylpyrophosphate (GGPP) (Merghem et *al.*, 1995 ; Nauciel, 2000). Ces composés sont principalement présents dans les plantes supérieures et dans les champignons. Il existe environ 2700 diterpènes dans la nature dont la majorité est sous forme cyclique. Parmi les diterpènes linéaires, on rencontre la famille phytane dont le phytol est le représentant le plus connu de la chlorophylle ou des vitamines K et E. Les diterpènes cycliques sont des dérivés du cyclophytane. Le rétinol et le rétinol, deux différentes formes de la vitamine A sont les plus connus dans cette famille. (Bouderdara, 2013).

#### **2.2.4.4. Composés aromatiques dérivés du phénylpropanol**

Ils sont beaucoup moins fréquents dans les huiles essentielles que les composés terpéniques. Ils comprennent :

- Aldéhyde : « cinnamaldehyde », ex : huile essentielle de cannelle
- Alcool : « cinnamic alcohol »
- Phénols : « chavicol », « eugénol », ex : huile essentielle de girofle (eugénol).

### **2.2.5. Les méthodes d'extractions des huiles essentielles**

Il se trouve plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles, selon (Rakotondravony, 2006). Le choix du procédé est régi selon le type de produits que l'on veut obtenir.

#### **2.2.5.1. L'Hydrodistillation**

L'hydrodistillation est le procédé chimique d'extraction des huiles essentielles le plus ancien. En effet il fut importé en Europe par les Arabes entre le VIIIème et le Xème siècle mais le principe était déjà connu et utilisé par les Egyptiens dès le IVème siècle après J.C. Il est aussi le plus utilisé, le plus rentable et celui convenant le mieux à l'extraction des molécules en vue d'une utilisation thérapeutique (Bouderdara, 2013). Cette méthode est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité (Lucchesi, 2005), elle peut facilement être reproduite en laboratoire et ne nécessite pas beaucoup de matériel.

La plante est mise en contact avec l'eau dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel. Le tout est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les HE se séparent de l'eau par différence de densité.

Après avoir laissé reposer le contenu quelques secondes, il est possible d'éliminer totalement l'eau aromatique (Cai et *al.*, 2000, Lucchesi et *al.*, 2007).

Cette méthode est généralement indiquée pour les huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants. Cependant, l'inconvénient majeur de cette méthode est la non maîtrise de la température du récipient contenant le mélange (eau + organes végétaux) et la modification de la couleur, de l'odeur et de la composition de l'huile essentielle au cours de la distillation (Chalchat, 1997).

La durée d'une Hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures (Raul et Ochoa, 2005). Selon le matériel utilisé et la matière végétale traitée. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait.

Les principales raisons de cette préférence sont liées la facilité de mise en place du procédé de spécificité et en conséquence la qualité des produits obtenus. Cependant l'hydro distillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant provoque la dégradation de certaines molécules aromatiques et une détérioration de certains végétaux. C'est ainsi que pour certains végétaux fragiles, comme par exemple les pétales de fleurs, une technique d'extraction plus appropriée est utilisée. Il s'agit de la (distillation dite sèche). Cette technique antique, utilisée anciennement par les alchimistes arabes (Lucchesi et *al.*, 2004).

### 3. Généralités sur les moustiques

Les **Culicidae** regroupent les insectes fréquemment appelés **moustiques**. Classée dans l'ordre des Diptères et du sous-ordre des Nématocères. Selon Seguy (1951), les moustiques se différencient des autres Nématocères piqueurs la présence d'écailles sur les nervures alaires et leur trompe longue. Les Culicidae, une famille se divise en trois sous-familles, les Anophelinae, les Toxorhynchitinae et les Culicinae ; la sous-famille des Toxorhynchitinae qui est formée d'un seul genre n'est pas représenté en Europe occidentale (Duchauffour, 1976 ; Matille, 1993) ni en Afrique méditerranéenne (Brunhes et al, 1999). Cette famille est caractérisée par des individus aux antennes fines et longues à multiples articles.

Les moustiques sont des insectes Mécoptéroïdes ont un rôle extrêmement important en santé humaine (ou animale) car ils constituent, de par les piqûres douloureuses qu'ils infligent, le groupe le plus important de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'homme. Les moustiques sont responsables entre autres, une des toutes premières causes de mortalité humaine, du paludisme, de nombreuses maladies à virus (arboviroses) telles que la fièvre jaune, la dengue, la fièvre du Nil occidental, le chikungunya, la fièvre de la vallée du Rift (West Nile Virus), de filarioses ainsi que d'encéphalites virales diverses et constituent à ce titre l'un des sujets très importants et majeurs des recherches en entomologie médicale (Harbach, 2010).

Selon Harbach (2010), il existe de 3525 espèces de moustiques sont déterminées, dont des centaines sont vectrices de maladies (Knight et Stone, 1977), réparties (en deux sous-familles : Culicinae (3049 espèces) et Anophelinae (473 espèces) et plus de 44 genres et de 157 sous espèces (Harbach et al., 2012). Ce groupe d'insectes hématophage a bénéficié du plus grand nombre d'études dans le temps et dans le monde, (Sinigre, 1974 ; Brunhes et al., 1999).

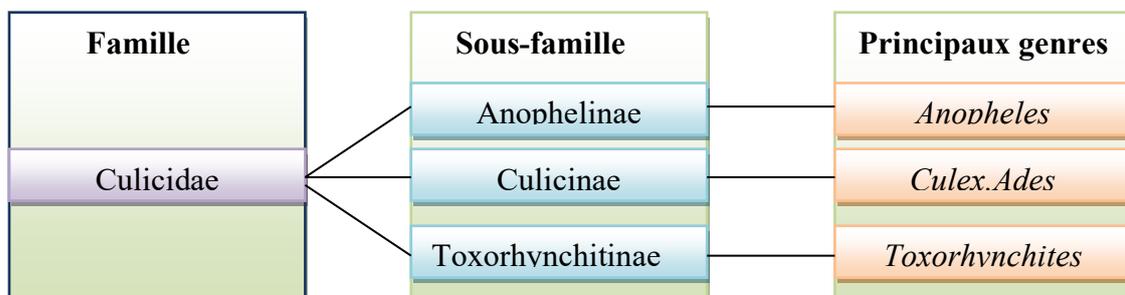
En Algérie seules les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées (Kettle, 1990 in Berchi, 2000) avec six genres. Les trois principaux genres d'importance médicale sont *Anopheles* (400 espèces) *Culex* (800 espèces) et *Aedes* (1200 espèces). Culicidae sont des Nématocères, Holométaboles, présentant des stades pré imaginaux aquatiques (œufs, larve, nymphe,) et un stade aérien. (Imago ou adulte) (Bendali.2006).

Les moustiques sont capables de s'adapter à diverses conditions climatiques ou des changements de conditions environnementales (Becker et al., 2010) et donc de coloniser des écosystèmes très variés. Ainsi, les moustiques se trouvent depuis les tropiques jusqu'au cercle arctique, des basses altitudes jusqu'au sommet des montagnes et sur tous les continents l'exception de l'Antarctique. Ils colonisent la plupart des habitats aquatiques (Tab 3).

**Tableau 3: La classification systématique (Berchi, 2000)**

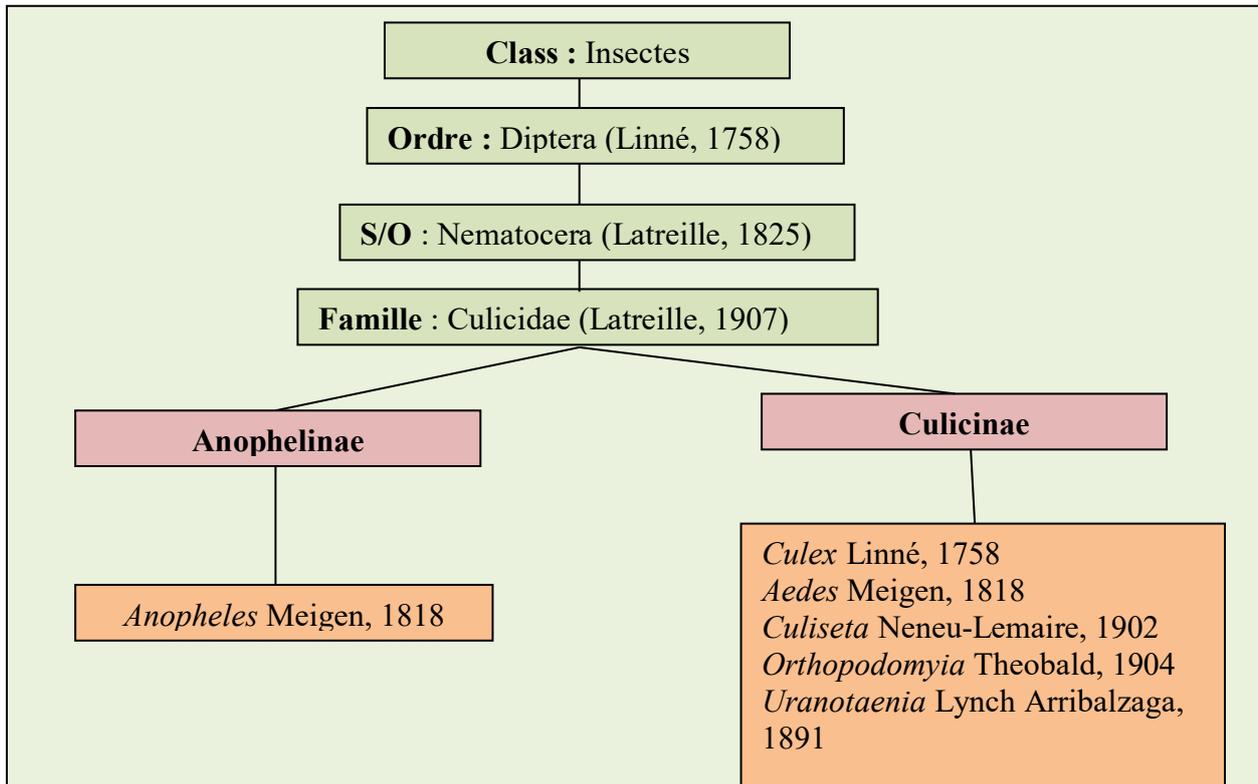
Classification	Dénomination	Signification
Règne	Animalia	Etre vivant hétérotrophe
Sous- règne	Metazoa	Organisme eucaryote pluricellulaire
Embranchement	Arthropoda	Corps segmenté pourvu de squelette interne
Sous embranchement	Hexapoda	Possède trois paires de pattes articulées
Classe	Insecta	Corps composé de trois parties (tête, thorax, abdomen) et une paire d'antenne
Sous-classe	Pterygota	Adulte possédant deux paires d'ailes
Infra-classe	Neoptera	Ailes pourvues d'un champ jugal et repliées en arrière au repos
Super ordre	Holometabola	Larves et adultes différent radicalement.
Ordre	Diptera	Deux paires d'ailes La larve est aptère et grandit sans changement de forme
Sous-ordre	Nematocera	Une seule paire d'aile assure la fonction de vol, 2 <sup>ème</sup> assure la stabilité de l'insecte lors du vol (balancière)
Famille (Miegen,1818)	Culcidae	Nom verniculaire : Moustique

La famille des *Culicidae* se divise en trois sous-familles : les *Culicinae*, les *Anophelinae* et les *Toxorhynchitinae* (Fig. 23). Cette dernière est formée d'un seul genre n'est pas représentée, en Europe occidentale (Duchauffour, 1976 ; Matille, 1993) ni en Afrique Méditerranéenne (Brunhes *et al.*, 1999). Environ 3500 espèces sont décrites de part le monde dont trois-quarts environ sont originaires des zones subtropicales et tropicales humides.

**Figure 23 : Classification des Culicidae ou moustiques (Harbach, 2010)**

Une liste de classification rapportée par Brunhes *et al.*, (1999) mentionne 66 espèces présentes en Algérie (Fig.24). Elles appartiennent au sous-familles, *Culicinae* et *Anophelinae*

et se répartissent en 6 genres : *Anopheles* (Meigen,1818), *Culex* (Linnaeus,1758), *Culiseta* (Felt,1904), *Aedes* (Meigen,1818), *Uranotaenia* (Lynch Arribalzaga,1891) et *Orthopodomyia* (Theobald,1904).



**Figure 24: liste taxonomique mentionne les espèces présentées en Algérie (Brunhes et al., 1999).**

### 3.1. Bio-écologie et cycle de développement

Les moustiques possèdent une métamorphose complète, ils sont holométaboles. Ils sont trouvés sur tous les continents sauf en Antarctique, à proximité des points d'eau stagnantes, nécessaires au développement de stades immatures (Lehane, 1991 ; Clements, 1999). Si les conditions climatiques sont favorables, la durée de cycle des culicidés est de 2 à 3 semaines (Adisso et Alia, 2005), si la température est basse le cycle est beaucoup plus longtemps grâce à l'existence de formes de résistance (larves, œufs, formes adultes quiescentes).

En fonction de stade de vie, les moustiques s'agrandissent dans deux milieux absolument différents : aquatique aux stades larvaires et nymphals et aérien au stade imaginal (adulte) (Clements, 1992) (Fig. 25).

### 3.1.2. Phase aérienne

Les individus des deux sexes s'accouplent après un peu de temps de l'émergence dans la végétation ou en vol et ont une distance de vol d'un à deux km. La femelle des moustiques est fécondée qu'une seule fois pour toute sa vie. Les mâles peuvent recevoir les vibrations produit par le battement rapide des ailes des femelles grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, qui s'approchent des essaims lors du nuptial. A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence. La femelle dotée d'un caractère particulier, celui du maintien en vie jusqu'à la mort des spermatozoïdes, conserve la semence du mâle dans une ampoule globulaire ou vésicule d'entreposage (spérmathèque). Elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (Darriet, 1998).

Les adultes femelles et mâles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autre sécrétions végétales. Dès que les femelles s'accouplent, elles vont chercher d'un repas sanguin sur un vertébré (oiseau, mammifère, amphibien), et ensuite le digèrent dans un endroit abrité pour fournir les protéines et les acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs (Guilaumot, 2006). Dès que la femelle est gestante, elle cherche d'un gîte de ponte favorable pour la croissance de ses larves. La ponte a lieu généralement dans un gîte larvaire d'une eau à faible courant ou stagnante, salée ou douce au crépuscule. Selon Iroko (1994), le sang, l'eau et une température d'au moins 18°C sont les trois conditions nécessaires pour le développement et la production de certains moustiques d'Afrique noire.

Les *Culex* pondent leurs œufs groupés, collés les uns aux autres formant une "nacelle" flottante. Les anophèles pondent leurs œufs séparés un à un sur la surface de l'eau généralement ombragées, claires, ou ensoleillées, herbacées ou non. Les *Aedes* pondent les œufs isolés sur des supports secs ou dans l'eau, car les œufs des *Aedes* caractérisent par leur résistance à la sécheresse et peuvent attendre la mise en eau plusieurs mois. Dès qu'ils sont immergés, ils éclosent très rapidement (Rioux, 1958). Les œufs de certains moustiques comme *Aedes* peuvent par ailleurs supporter la dessiccation : asséchés pendant la ponte, ils peuvent ainsi attendre la mise en eau (pluie) plusieurs semaines, mois, voire années (Kettle, 1995).

### 3.1.3. Phase aquatique

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est généralement de l'ordre de 100 à 400 œufs et la durée du stade ovulaire est de 2 à 3 jours dans les conditions de

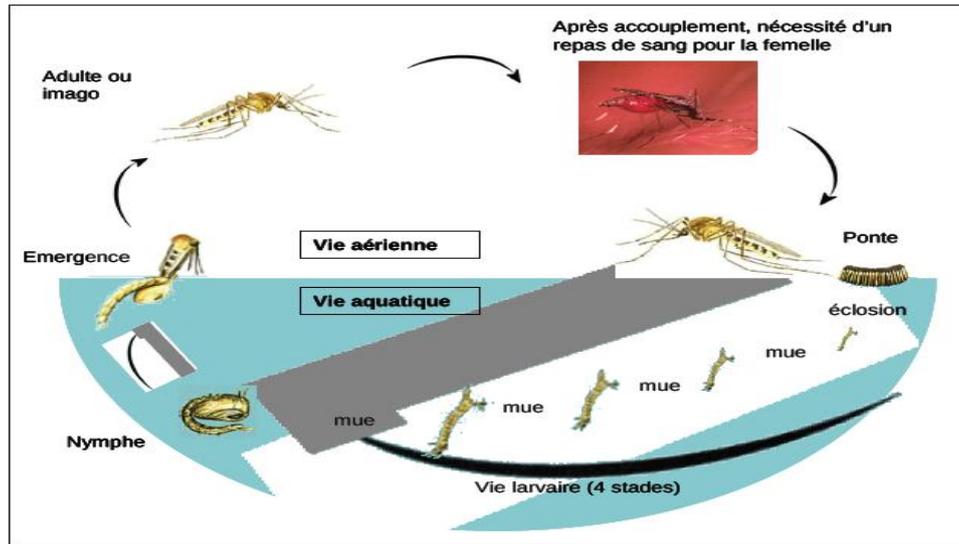
: pH de l'eau, température du milieu, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. A maturité, après l'éclosion des œufs, ils donnent des larves de premier stade L1 de 1 à 2 mm qui, jusqu'au quatrième stade L4 de 1,5 cm, se nourrissent de microorganismes, de matières organiques, et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, grâce aux stigmates respiratoires ou au siphon le mode de respiration des les larves de moustiques est une respiration aérienne. La larve de quatrième stade L4 est bien déternable à l'œil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte de côté deux antennes et des taches oculaires. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen.

Les individus immatures se développent par quatre stades de développement larvaires successifs, qui se nourrissent principalement de microorganismes, algues et détritius. Ils se caractérisent par une respiration aérienne qui se fait à l'aide d'un siphon (*Culicinae*) ou des stigmates respiratoires (*Anophelinae*).

Au bout de six (6) à dix (10) jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe : c'est la nymphose (Guillaumot, 2006). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne s'alimente pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un (1) à cinq (5) jours.

Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée. Au cours de l'émergence, qui continue environ quinze minutes la nymphe se tire, son tégument se fendille dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'arrache de l'exuvie, au cours desquelles l'insecte se trouve comme proie facile sans défense face à de différents prédateurs de surface (Rodhain et Perez, 1985).

Les moustiques respirent l'oxygène aérien à la surface de l'eau, sauf pour les genres *Mansonia* et *Coquillettidia* qui puisent l'oxygène circulant dans les racines de certaines plantes aquatiques (Rodhain et Perez, 1985).



**Figure 25: Cycle de développement des moustiques (Berchi, 2000 et Hamaidia, 2014).**

### 3.2. Description morphologique des différents stades du moustique

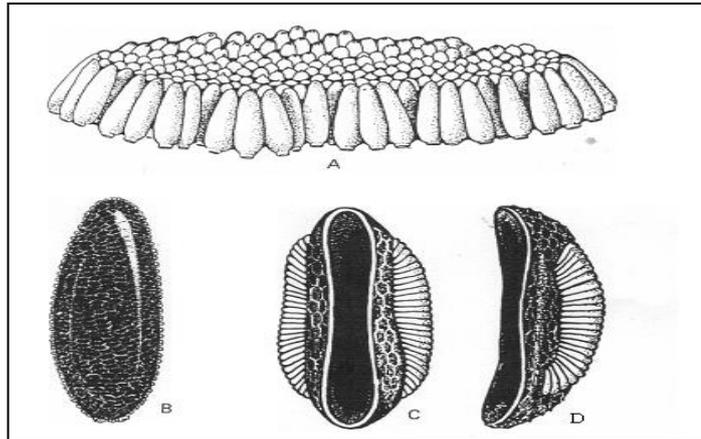
La morphologie des moustiques varie avec le stade de développement, le genre et l'espèce.

#### 3.2.1. Œufs

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur ; l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endo-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornémenté, il est de 0.5 mm de taille (Rodhain et Perez, 1985).

Au cours de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque ; une couleur marronne ou noire (Seguy, 1949). Les œufs d'*Anopheles* (Fig. 26) sont pondus isolément sur la surface de l'eau. C'est œufs pourvuient latéralement de flotteurs qui lui permettent de conserver une position horizontale et ils ont une forme plus au moins ovoïde.

Les œufs d'*Aedes* (Fig. 26) sont allongés, rétrécis et montrent un réseau de fines dépressions. Ils flottent horizontalement à la surface de l'eau. Les œufs de *Culex* groupés en nacelle sont cylindro-coniques et se tiennent verticalement (Fig. 26) (Pressat, 1905 in Lounaci, 2003).



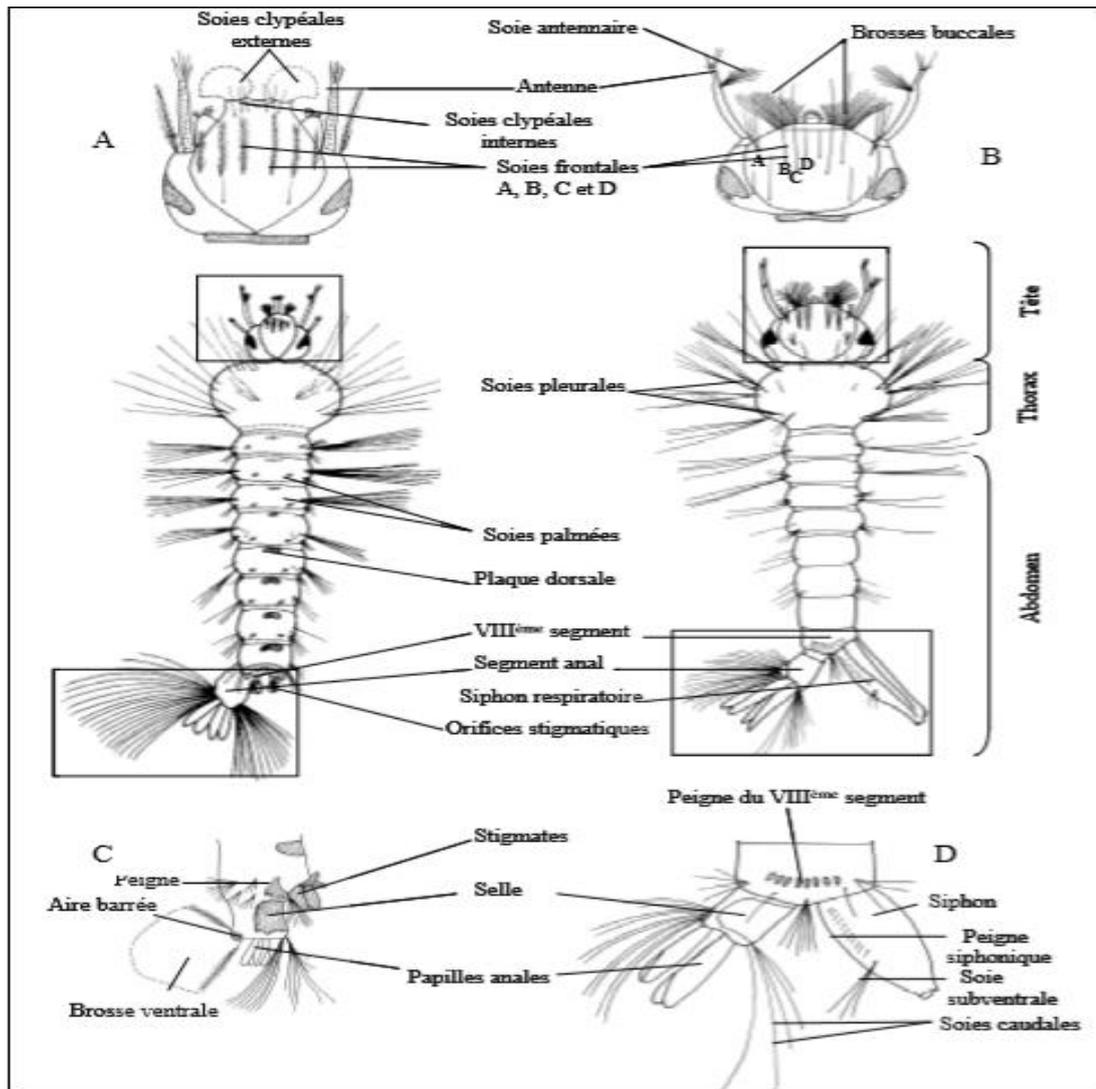
**Figure 26: Morphologie schématique de l'œuf chez les moustiques. A: œufs de *Culex* en radeau ; B : œuf d'*Aedes* ; C : œuf d '*Anopheles* (de face) ; D : œuf d'*Anopheles* (de profil) (Russell et *al.*, 1963).**

### 3.2.2. Larve

La larve de Moustique se reconnaît aisément par l'absence de pattes thoraciques et/ou de pseudopodes. (Fig. 26) Les mues des Culicidés sont au nombre de quatre ; les trois premiers stades présentent généralement des caractères chétotaxiques variables, ne permettant pas une identification sûre des espèces et une bonne dichotomie dans une éventuelle clé de détermination. En pratique, la morphologie larvaire couramment décrite est celle du quatrième stade Becher et *al* (2003).

Notons que les larves d'Anophèles se tiennent parallèlement à la surface de l'eau, alors que celles des Culicinaes ont une position oblique, avec la tête en bas.

La larve de moustiques est très facile à reconnaître ; le corps est presque cylindrique et présente 13 segments. Le premier correspond à la tête, les trois suivants sont soudés entre eux au thorax et les 9 derniers forment l'abdomen Becher et *al* (2003).



**Figure 27: Morphologie générale des larves de IVème stade chez les Culicidae (O.M.S., 1973) et (Himmi, 2007)**

A : tête d'Anophelinae en vue dorsale ; B : tête de de Culicinae ou Aedinae en vue dorsale ;  
 C : huitième et neuvième segment d'un Anophelinae en vue latérale ; D : huitième et neuvième  
 huitième segment et neuvième segment d'un Aedinae ou mlen vue dorsale.

### 3.2.3. Nymphes

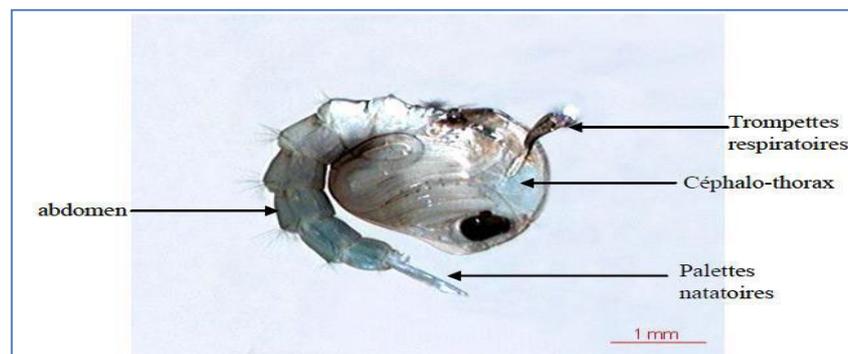
A la fin du quatrième stade de son développement, la larve cesse de se nourrir et devient "nymphé" où fera la mise en place des organes de l'adulte. La durée du stade nymphale ne dépasse généralement pas les quatre jours. Les nymphes de tous les Culicidés se ressemblent ; elles ont l'aspect de "virgule", libre dans l'eau. Leur corps se subdivise en deux parties : le céphalothorax et l'abdomen (Himmi, 2007)

La nymphe des Culicidae, se caractérise par une tête et un thorax réunis en une seule masse globuleuse, le céphalothorax, et une partie postérieure effilée et recourbée constituant l'abdomen ; (Fig. 28). Sur le sommet de la portion céphalothoracique se

projetent deux trompettes respiratoires de formes très variables – souvent longues et cylindriques - équivalents physiologiques du siphon respiratoire de la larve. L'abdomen de la nymphe de Culicidae est composé de huit segments - visibles - où chacun d'eux porte des soies caractéristiques. Une soie palmée se trouve généralement au niveau de premier segment, cependant, le dernier segment est muni de deux palettes natatoires transparentes souvent ornées de denticules et de soies (Rodhain et Perez, 1985).

La cuticule du céphalothorax est transparente où les ébauches des appendices locomoteurs, des antennes, de l'appareil buccal et des yeux composés des futurs adultes sont nettement visibles (Becker, 2003).

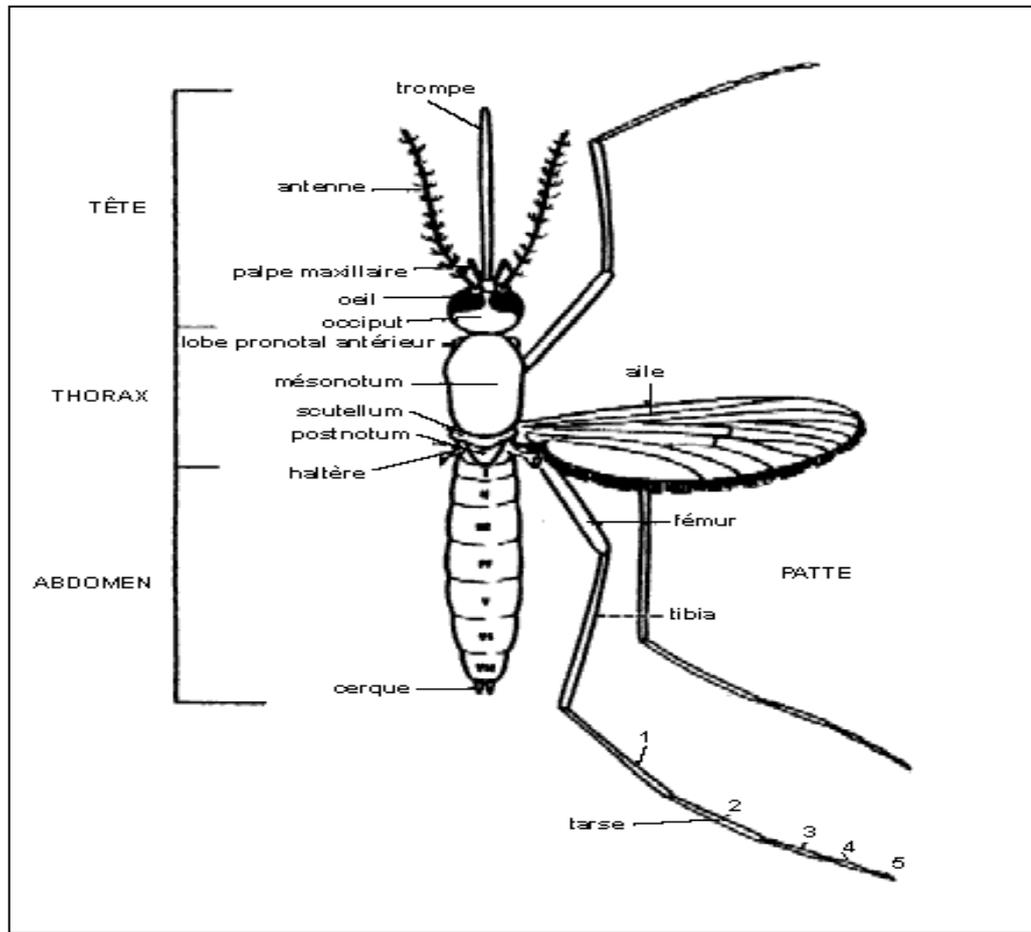
La forme et l'ornementation de ces trompettes peut fournir, avec les palettes natatoires, certains caractères spécifiques aux genres et aux espèces. La disposition des rares soies que la nymphe porte sur le corps peut aussi être utilisée, surtout, lorsque l'identification des larves et des adultes sont difficiles (Séguy, 1923).



**Figure 28: Nympe de *C. pipiens* (Berchi, 2000 ; Balenghien, 2007)**

#### 3.2.4. Adultes

Les moustiques sont de petits insectes présentent une taille de 5 à 20 mm, au corps élancé, long et grêle (Fig. 29). Le corps et les pattes ont une coloration variant de brun pâle à noir, parfois marquée de tâches et de bandes, ils sont caractérisés par de pièces buccales assez longues en forme d'aiguilles (Bourassa et Jean-pierre 2000).



**Figure 29: Morphologie d'un moustique adulte (O.M.S. 1973).**

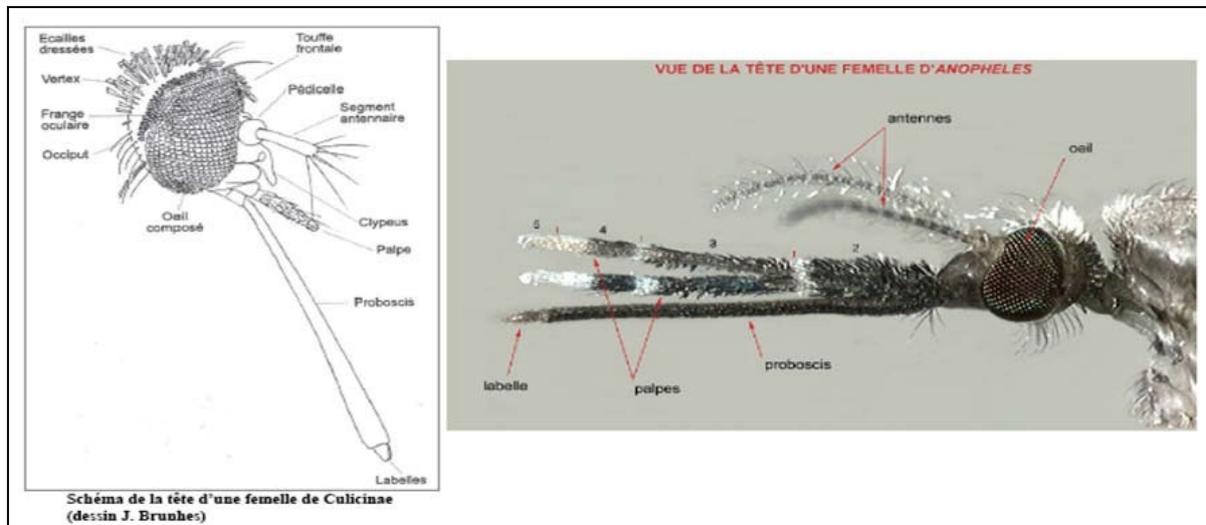
Les corps des insectes se divisent en trois parties

#### 3.2.4.1. Tête

La tête globuleuse et bien dégagée du thorax est portée par un cou étroit, porte deux grands yeux réniformes sont composés d'yeux élémentaires (ommatidies) juxtaposés et occupent la majeure partie de la tête aussi une paire d'antennes formant un V dirigé vers l'avant. Les antennes des mâles sont touffues, plumeuses et munies de soies longues. Celles des femelles sont fines et portées d'un petit nombre de soies courtes (Fig. 30).

La tête porte aussi une longue « trompe », ou proboscis, caractéristique est un organe impair situé dans la partie inféro-médiane. Celle de la femelle hématophage est allongée et presque droite. Elle comporte de 3 pièces impaires qui sont de haut en bas : l'épipharynx, l'hypopharynx et le labium de 4 pièces paires et symétriques représentées par deux mandibules en haut et deux maxilles en bas. Toutes ces pièces pénètrent dans la plaie dès la piqûre sauf le labium qui se coude. Ce dernier, forme la gaine de la trompe et enveloppe donc toutes les autres pièces. Chez le mâle, qui ne se nourrit pas de sang mais de sucres végétaux, seuls persistent l'épipharynx et le labium. Les autres pièces buccales foreuses sont atrophiées

Les deux palpes maxillaires situés de part et d'autre de la base de la trompe, sont des organes tactiles formés de 3 ou 4 articles. Elles sont de même longueur que la trompe ; chez les mâles, l'extrémité distale est aplatie en raquette (Rioux, 1958 ; Bourassa, Jean-pierre 2000).



**Figure 30: La morphologie de la tête d'un Culicidae (le logiciel de Brunhe et *al.*, 2001).**

#### 3.2.4.2. Thorax

Assez globuleux et renflé à sa partie dorsale, le thorax comporte trois segments soudés, le pro, le méso et le métathorax, dont chacun présente une partie dorsale (tergum) et une partie ventrale (sternum). Sur chacun de ces segments, s'insère une paire de pattes. En outre, le mésothorax, très développé, porte une paire de stigmates ou spiracles, une paire d'ailes et un prolongement postérieur et dorsal qui est le scutellum. La présence ou l'absence de soies post et pré-spiraculaires au niveau du mésothorax constitue l'un des principaux caractères pour distinguer les genres des Culicinae. Le métathorax comporte quant à une paire de balanciers ou haltères et lui une paire de stigmates (Rodhain et Perez, 1985).

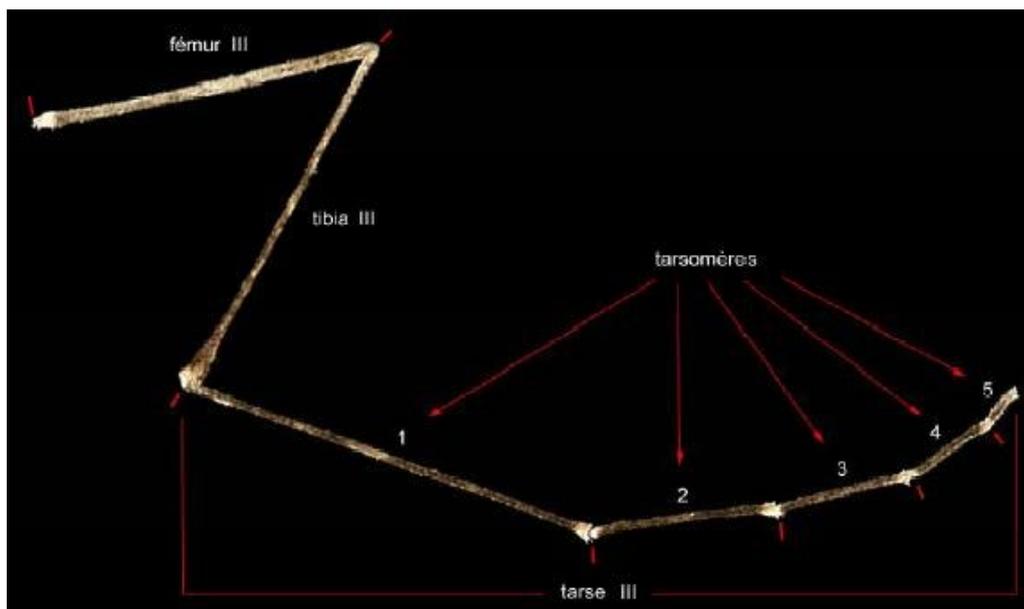
La membrane alaire, transparente, est soutenue par des nervures longitudinales et transversales délimitant entre elles les cellules dont les plus importantes au niveau systématique sont celles qui sont comprises entre les deux fourchettes radiales R2+3 et R4+5. En plus, ces nervures comportent des écailles et le bord postérieur de l'aile est orné d'une frange d'écailles. Des écailles de formes, de couleurs et de dispositions variées, couvrent également les segments thoraciques et les pattes (Becker et *al.*, 2003).

#### 3. 2.4.3. Pattes

Elles s'insèrent à la face inférieure du thorax, et sont composées de 9 articles : le coxa, le fémur, le trochanter, 5 tarsomères qui forment le tarse et le tibia. Le dernier article

du tarse (tarsomère 5) porte un empodium médian, une paire de griffes et une paire de pulvilles (Fig. 31).

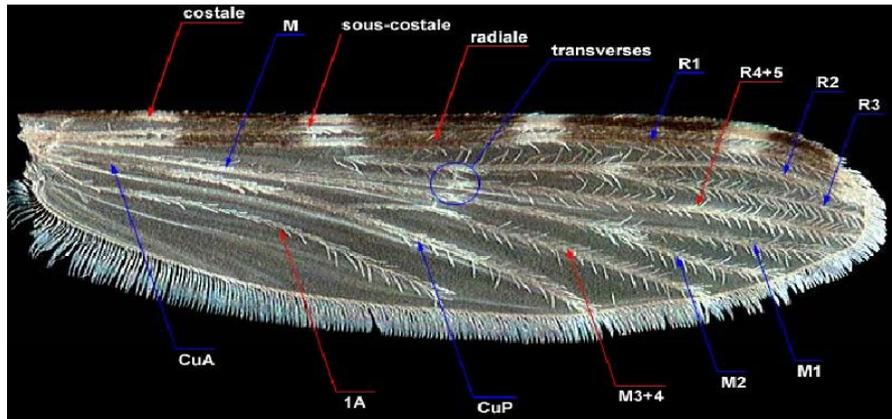
D'après Séguy (1923), les pattes sont très fragiles, longues et grêles. La longueur des pattes accroît de la première à la troisième paire. Chaque patte porte, de l'extrémité à sa base, un tarse de cinq articles, le tibia, le fémur, le trochanter indistinct et la hanche ou coxa dont le tarse porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilli. Elles savent porter des soies, des poils et présenter des anneaux, formés par des écailles, diversement colorés. L'absence ou la présence de griffes denticulées ou de pulvilli sur les derniers tarses permet de distinguer les genres constituant la famille des Culicidaes.



**Figure 31: différentes parties d'une patte de moustique (Assane, 2013)**

#### 3.2.4.4. Ailes

Chaque aile est formée d'une membrane recouverte de microtriches, tendue sur une armature de nervures recouvertes d'écailles (Fig. 32). A l'articulation se trouvent deux lobes membraneux : l'alula et la squama (Brunhes, 1970).



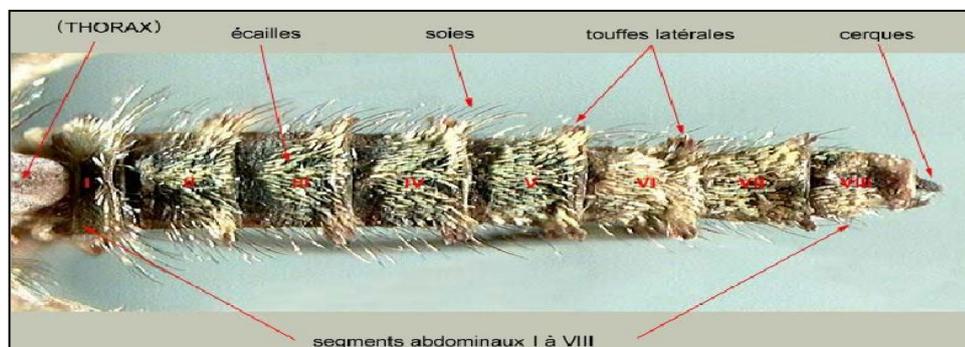
**Figure 32: Aile du moustique (aile d'Anopheles) : nervation et écailles en place (Assane, 2013).**

La présence ou non de certains caractères sur les nervures fait que celles-ci sont plus souvent utilisées dans les clés de détermination des espèces.

### 3.2.4.5. Abdomen

L'abdomen des moustiques est constitué de dix (10) segments, dont huit visibles extérieurement. Chacun d'eux présente une partie ventrale (sternite) et une partie dorsale (tergite), accolées par une membrane souple latérale ; segmentornés d'écailles et de soies de disposition et de couleur variées (écailles absentes chez les Anophelinaes) (Fig.33).

Dernier segment abdominal constitutif génitalia (les appendices génitaux), chez les mâles surtout, la morphologie est très complexe, est très utilisé en systématique. L'appareil génital mâle (ou hypopygium), qui comprend les IXe et Xe 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 (Rhodain & Perez, 1985).



**Figure 33: vue dorsale de l'abdomen du moustique (Anophèles) (Assane, 2013)**

### 3.2. Agressivité des moustiques (OMS 1999)

Les femelles s'alimentent sur l'homme et les animaux. La majorité des espèces manifestent des préférences quant au choix de leurs hôtes. Elles sont attirées par les odeurs corporelles, par le dioxyde de carbone et par la chaleur qu'émettent leurs hôtes. Certaines espèces ont un rythme d'agressivité particulier et piquent de préférence à certaines heures, par exemple au crépuscule, à l'aube ou au milieu de la nuit. En général, c'est pendant la nuit que les femelles se gorgent mais elles peuvent aussi piquer pendant la journée. Certaines espèces s'alimentent de préférence en forêt et d'autres à l'extérieur ou au contraire à l'intérieur des habitations (OMS 1999).

Comme la digestion du repas sanguin et le développement des œufs durent plusieurs jours, le moustique, une fois gorgé, cherche un endroit ombragé où il puisse se reposer en toute sécurité, sans crainte de dessiccation. Certaines espèces préfèrent se reposer à l'intérieur des habitations ou dans les abris destinés au bétail, alors que d'autres choisissent plutôt de le faire à l'extérieur, sur la végétation ou sur tout autre site naturel. En général, les moustiques ne piquent pas pendant la maturation des œufs (OMS 1999).

Selon leur comportement, les moustiques peuvent constituer simplement une nuisance ou devenir des transporteurs de maladies et cela conditionne le choix des méthodes de démoustication. Les espèces qui se nourrissent de préférence sur les animaux ne sont généralement pas capables d'assurer efficacement la transmission interhumaine des maladies. Il est probablement plus difficile d'éviter les piqûres en début de soirée que durant la nuit. Les moustiques qui se reposent à l'intérieur sont les plus faciles à combattre (OMS 1999).

### 3.3. Caractères distinctifs des moustiques vecteurs (OMS 1999)

Il existe, parmi les moustiques, deux groupes hématophages qui s'attaquent à l'homme et sont susceptibles de transmettre des maladies.

Les anophèles ; le genre *Anopheles* est surtout connu pour son rôle dans la diffusion du paludisme, mais il peut aussi transmettre la filariose dans certaines régions.

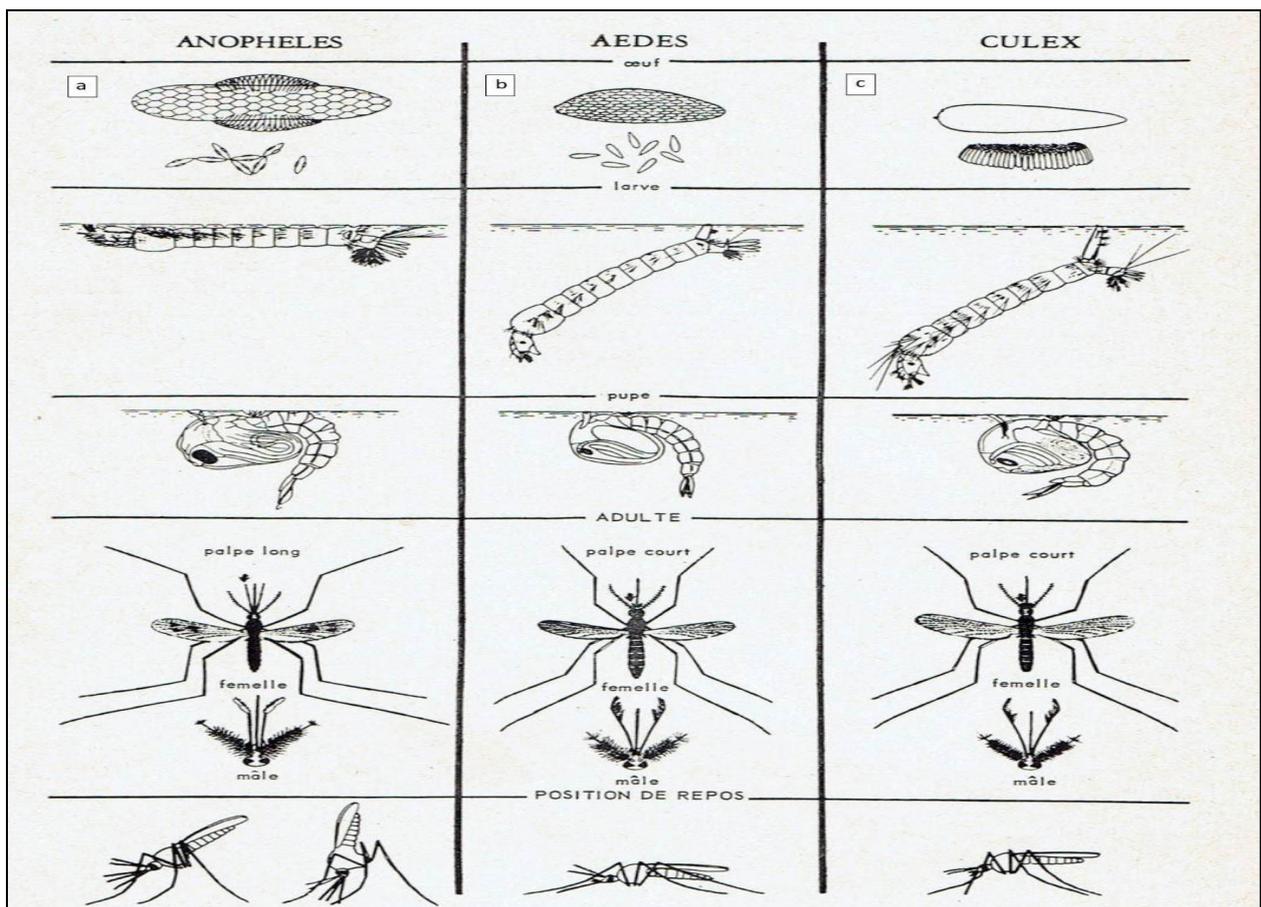
Les culicines, qui comprennent les genres suivants :

- *Culex* : vecteurs de la filariose et de certaines maladies virales ;
- *Aedes* : vecteurs de la fièvre jaune, de la dengue, et d'autres viroses ainsi parfois que de la filariose ;
- *Mansonia* : vecteurs de la brugiose ;
- *Haemagogus* et *Sabethes* : vecteurs de la fièvre jaune dans les forêts d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale.

La figure 34 montre en quoi les moustiques des genres *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* se distinguent les uns des autres. Les caractères les plus utiles pour distinguer les anophèles des autres moustiques sont les suivantes :

- la longueur des palpes est égale à celle de la trompe ;

- lorsque le moustique est au repos, ses pièces buccales et son abdomen sont généralement alignés et inclinés par rapport à la surface sur laquelle il se tient ; cette inclinaison modifie selon les espèces et peut parfois approcher 90°. *Anopheles culicifacies*, vecteur du paludisme en Asie du sud-est, constitue une exception ; il se tient presque parallèle à sa surface de repos. Comme son nom l'indique, il ressemble superficiellement au genre *Culex*, (OMS 1999).



**Figure 34: Quelques-uns des principaux caractères distinctifs des genres de moustiques**

WHO 99279/F *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* (OMS), (USAID, 2013)

### 3.4. Intérêts dans l'écosystème

Les moustiques représentent un maillon essentiel dans le fonctionnement d'un écosystème aquatique. En effet, par sa présence en grand nombre, ils représentent une biomasse importante dont se nourrissent de nombreux organismes (batraciens, poissons...). Ils sont ainsi

un maillon important de la chaîne trophique des zones humides. De plus, de part leur régime alimentaire omnivore, les larves participent au processus de destruction de la matière organique, avec la consommation de feuilles en décomposition par exemple, accélère la décomposition des matières organiques dans les écosystèmes aquatiques. Des études effectuées dans les îles de Sorel ont révélé que ces insectes produisent entre 5 et 45 kilos de matière organique à l'hectare par année. A l'échelle du continent, ce sont des millions de tonnes de matière vivante qui viennent ainsi enrichir les processus écologiques. (Bourassa, Jean-pierre 2000).

### 3.5. Les maladies vectorielles transmises par les moustiques

Les maladies vectorielles sont des maladies pour lesquelles l'agent infectieux (virus, bactérie, protozoaire ou helminthe) est transmis d'un individu infecté à un autre, principalement par l'intermédiaire d'un arthropode hématophage (insecte ou acarien) (Perezet Rodhain, 1985). Elles sont largement répandues en zone tropicale, et se rencontrent des zones tempérées voire septentrionale mais restent relativement rares. (OMS, 2004).

Selon l'OMS (1975), les principales maladies à transmission vectorielles sont :

➤ **La Chikungunya** : C'est une maladie virale transmise à l'homme par des moustiques *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*, elle provoque de la fièvre et des arthralgies sévères, des nausées, fatigues et éruption.

➤ Virémie : 5 jours en moyenne (1 à 14 jours) et incubation : 4-7 j en moyenne (1-12 jours).

➤ Traitement : symptomatique

➤ Symptômes : Fièvre à 38°5 d'apparition et douleurs articulaires invalidantes.

➤ **La dengue** : C'est une maladie fébrile transmise par *Aedes aegypti* (autre vecteur : *Aedes albopictus*) et qui touche les nourissants, les enfants en bas âge et les adultes Sa forme hémorragique et une complication potentiellement mortelle.

➤ Virémie : 5 jours en moyenne (1-5 jours) et Incubation : 4-7 j en moyenne (2-14 jours).

➤ Symptômes : Fièvre > 38°5 de début brutal évoluant depuis moins de 7 jours et au moins un signe algique (céphalées ± myalgies ± lombalgies ± douleur rétro orbitaire).

➤ **La fièvre jaune** : c'est une maladie virale qui se transmet par la piqûre des

➤ Symptômes : Des flambées épidémiques dévastatrices moustiques *Aedes Aegypti*., Poussées de fièvre, nausées, hypotension grave, hémorragies touchant plusieurs organes dont le foie. Peut être mortelle.

➤ Traitement : vaccination de masse

➤ **Le paludisme ou Malaria :** Le paludisme (de palus = marais) ou malaria (= mauvais air) est une endémie\* parasitaire majeure transmise par les moustiques *Anopheles gambiae*.

➤ Maladie causée par un protozoaire (*Plasmodium* sp), un parasite se multiplie dans le foie de l'homme puis s'attaquent aux globules rouges

➤ Le paludisme est une érythrocytopathie (de erythros = rouge, cythos = cellule et pathos = maladie, c'est-à-dire une affection des globules rouges).

### 3.6. Les moyens de lutte

La lutte anti-vectorielle est l'ensemble de moyens chimique, physique et biologique qui visent la limitation des vecteurs et qui permettent de maintenir leurs populations en dessous de la densité vectorielle critique (Himmi et al., 1998). L'efficacité d'une lutte dépend de la solidité de ses bases écologique en particulier, de la connaissance de la variation spatio-temporelle, du développement et de l'activité de ses insectes (Louanaci, 2003).

#### 3.6.1. Lutte écologique

C'est l'ensemble des mesures environnementales qui font obstacle à la reproduction des moustiques ou qui conduisent à la l'élimination des gîtes larvaires, elle vise à la désintégration des gîtes et la modification de l'environnement pour créer de conditions défavorables à la survie de l'arthropode (Padono et al., 2011).

La lutte écologique consiste par exemple à l'imiter les habitats des larvaires drainages et assèchement des points d'eau, gestion des déjections et des engrais de fermes et la gestion adaptés des ensilages (Balenghien, 2009).

#### 3.6.2. Lutte génétique

La lutte génétique, comprenant le lâcher de mâles stériles (absence de fécondation des femelles hématophages) et la manipulation génétique femelles (insertion d'un fragment d'ADN) rendant le moustique inapte à transmettre une maladie : capacité vectorielle réduite en de développement. Cette méthode est cependant très coûteuse et souvent mal vécue par la population locale, ces lâches en masse étant source d'importantes nuisances (James et al., 2020).

#### 3.6.3. Lutte chimique

La lutte chimique consiste à l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour lutter contre les imagos et les larves de moustique. Les compositions utilisées au début contre

les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux de dérivés pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine (Philogene, 1991)

Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement. Par la suite des composés synthétiques dits de deuxième génération ont été mis en place, il s'agit des organochlorés, des organophosphorés et des carbamates (Philogene, 1991).

#### **3.6.4. Lutte biologique**

La lutte biologique représente une alternative des plus appropriées et communes qui consiste à utiliser des organismes vivants ou des dérivés d'organismes vivants tels que des toxines pour le contrôle des ravageurs ainsi que des espèces envahissantes (Gariépy, 2007).

L'utilisation de micro-organismes entomopathogènes est un choix très prometteur et encourageant pour garantir une protection phytosanitaire compétitive et performante de par leur grande variété, l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leur spécificité d'action, leur persistance dans l'environnement et aussi leur dissémination facile (Ahmed's et Lerther, 1994). Dans la lutte microbiologique, les micro-organismes utilisés sont appartenus aux différents taxons tout déparant les bactéries, les virus, les nématodes, les protozoaires et les microchampignons (Ahmed's et Lerther, 1994).

*Chapitre II :*  
*Matériel et*  
*Méthodes*

Objectif de ce travail est d'évaluer l'activité insecticide des extraits des différentes plantes contre les moustiques. Les tests de sensibilités sont réalisés pour les polyphénols et les huiles essentielles, des plantes appartiennent à la famille des anacardiées précisément le genre du pistachier et à la famille des lamiacées précisément l'espèce *lavendula officinalis* contre les larves des moustiques de l'espèce *Culex pipiens*.

Le présent travail a été réalisé au niveau de laboratoire Valorisation et Conservation Des Ressources Biologique (VALCOR), Département de Biologie, Faculté Des Sciences, Université de Boumerdes et au niveau de laboratoire des génies des procédés industriels de même université.

## **4. Matériel et méthodes**

### **4.1. Matériel non biologique**

L'appareillage et le petit matériel de laboratoire ainsi que les produits chimiques et les solutions utilisées sont mentionnés (Tab en annexe 05)

#### **4.1.2. Matériel biologique**

Le matériel biologique utilisé dans cette étude comporte les feuilles de *P. terbinthus*, *P. vera*, *P. atlanticas*, *P. lentiscus* et de *L. officinalis* ainsi que les œufs, les larves, les nymphes et les adultes des moustiques de l'espèce *C. pipiens*.

##### **4.1.2.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans cette recherche est récolté en 2017 de la wilaya de Boumerdes pour les lavandes et le *P. treninthus* et de la wilaya de Bouira pour le *pistacia lentiscus*, les espèces végétales utilisées dans cette recherche sont identifiées par Mr ; ABDELKRIM de département de botanique ENSA. Les échantillons récoltés sont placés dans un endroit sec à l'abri de la lumière et de la chaleur, ils sont étalés sur du papier pour un séchage pendant une semaine puis broyé en poudre pour les conserver dans des sachets en carton. (Tab.4)

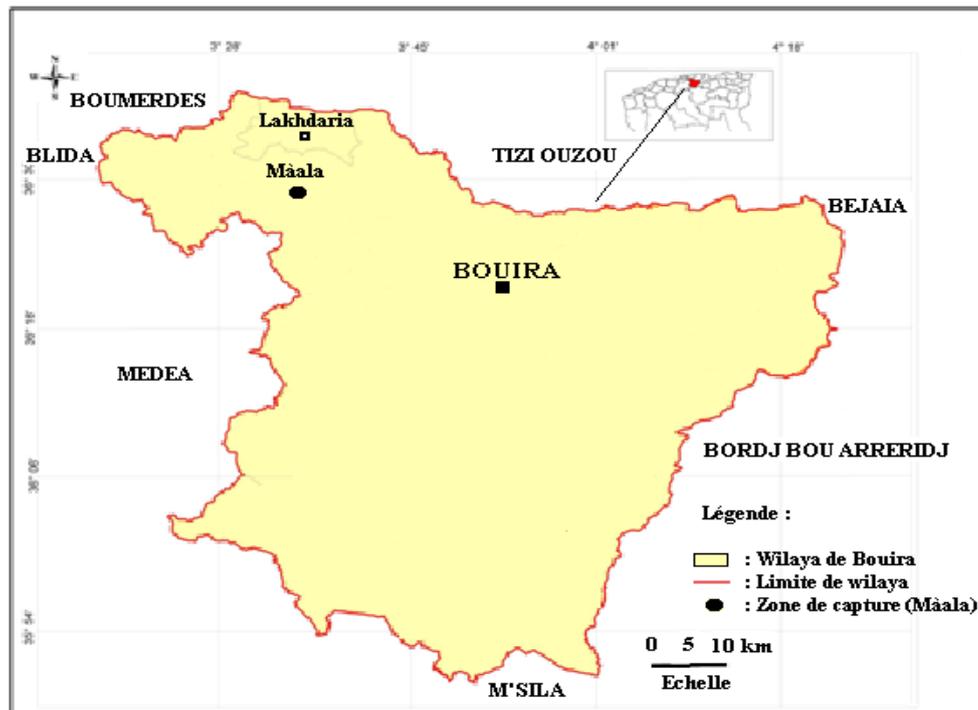
**Tableau 4: la région, la période et la partie utilisée des plantes choisis.**

	<i>Lavendula officinalis</i>	<i>Pistacia trebinthus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Pistacia vera</i>
<b>Le temps de récolte</b>	La fin de mois d'Avril 2017	La récolte est au milieu de mois Mars 2017.	La récolte est au mois de février 2017.	La récolte est au mois de Mars 2017.	La récolte est au mois de Mars 2017.
<b>La région de récolte</b>	Taouarga, Boumerdes.	UMBB	L'akhdariaa Bouira	Braki'Alger	Braki'Alger
<b>La partie utilisée</b>	Les feuilles et les fleurs	Les feuilles	Les feuilles	Les feuilles	Les feuilles

#### 4.1.2.2. Matériel animal

Les larves utilisées aux tests de toxicité sont obtenues après l'éclosion des œufs qui sont récupérés des gîtes domiciles en mai 2017. Ces gîtes se trouvent à Mâala, une région montagneuse de Lakhdaria (Bouira) de 601m de l'hauteur, elle se caractérise par un climat méditerranéen avec été chaud (classement des koppen : csa) (Fig. 35) ; les moustiques sont identifiés par Mr ; DOUMANDJI et Mme MEGHNICHE de département de zoologie ENSA.

Les larves sont collectées à l'aide d'une louche d'une contenance de 500 ml (Bendali et *al.*, 2001) puis elles sont triées par stade larvaire et leurs élevages sont maintenus au laboratoire en vue d'une évaluation insecticide.



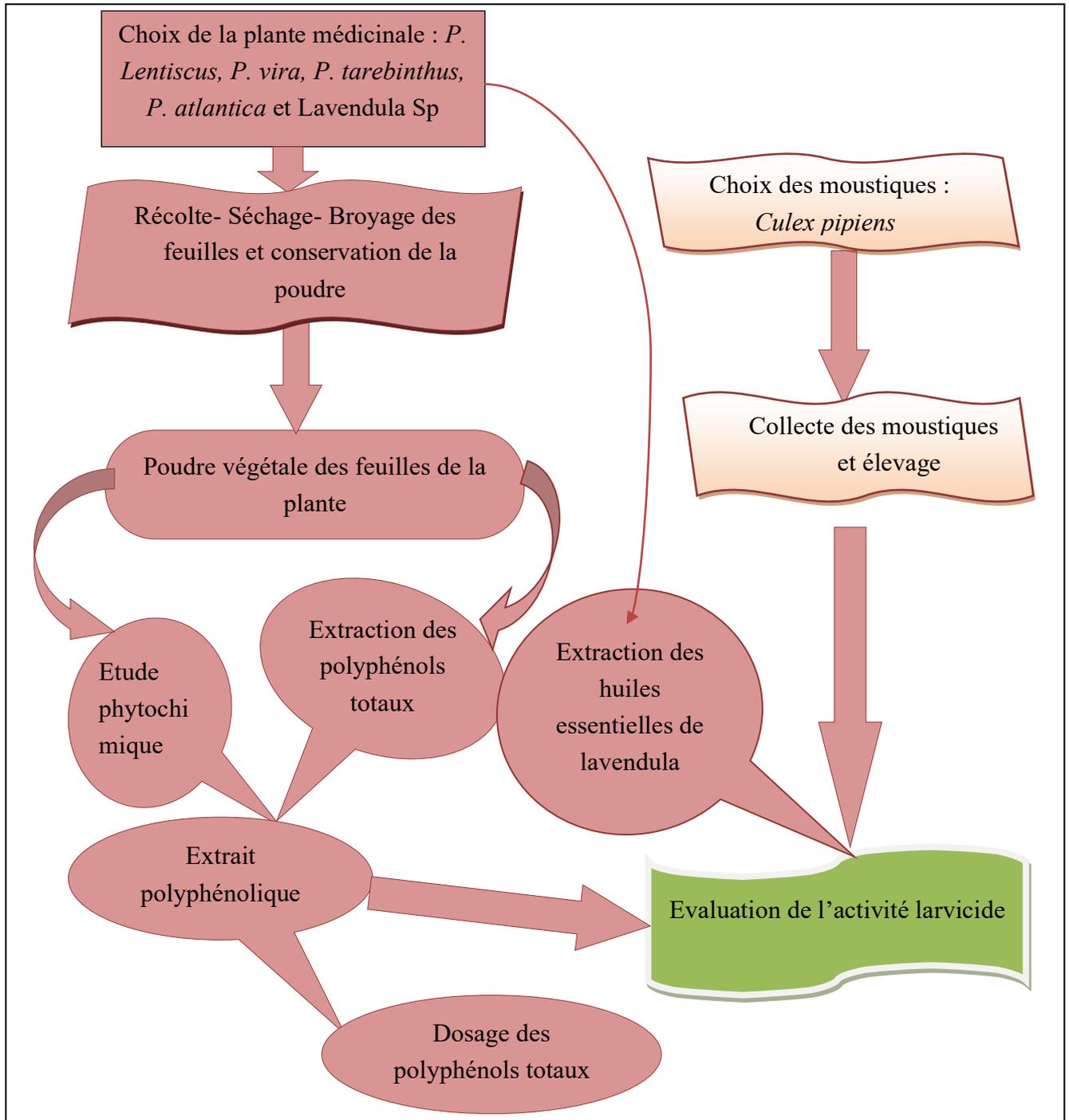
**Figure 35: Une carte de Bouira carte géographique en localisant la zone de Maala (A. Rezig et al., 2020).**

#### 4.2. Méthodes d'étude

Le présent travail a pour objectif principal l'évaluation de l'activité larvicide des *C. pipiens* en utilisant l'extrait polyphénolique de pistachier et les huiles essentielles de *L. officinalis*. Cette méthode de lutte biologique va permettre de pallier aux problèmes de l'environnement par l'utilisation d'un produit naturelle moins nocif sur l'environnement.

Pour atteindre notre objectif nous avons suivi les étapes suivantes et elles sont présentées aussi dans la figure suivante (Fig.36) :

- Un screening phytochimique de la poudre végétale des feuilles des plantes.
- Extraction et analyse quantitatif des polyphénols totaux
- Extraction des l'huiles essentielles de la lavande.
- Traitement avec des différentes doses des polyphénols et des huiles essentielles des différents stades larvaires des moustiques.



**Figure 36: le plan de travail**

#### 4.3. Technique d'élevage

Les larves récoltées dans les gîtes d'étude dans la figure 37, sont tenues en élevage au laboratoire dans des récipients contenant 250 ml d'eau déchlorurée. La nourriture est un mélange de biscuit 75% et de levure 25% (Rehimi et Soltani, 1999).



**Figure 37: des gites larvaires (photos originales, 2023).**

Lorsque les larves arrivent le stade nymphal, elles sont mises dans des récipients ou des boîtes en verre et déposées dans des cages cubiques (30 x 30 x 30 cm) montré dans la figure 51, avec une armature en bois, couverte de tulle comportant sur le côté, un manchon de tulle de 20cm de longueur sur 12cm de diamètre pour permettre l'introduction de la main. L'élevage de moustiques a été réalisé sous les conditions de laboratoire avec une température de  $25^{\circ} \pm 2$  et une photopériode journalière (Bendali *et al.*, 2001). La capture des adultes a été effectuée au niveau d'une salle dans un bloc pédagogique de faculté de sciences la wilaya de Boumerdes, à l'aide d'un tube à essai posé rapidement sur les moustiques qui s'envolent et gagnent le fond du tube.

Les moustiques vêtus en cage sont nourris des dattes. Dès que les mâles s'accouplent aux femelles, ces dernières prennent un repas sanguin fourni par un pigeon exposé pendant 30 minutes dans la cage ou par l'exposition de la main à l'abri de la lumière, deux fois par semaine. (Un récipient de 150 ml devant servir à la ponte est introduit dans cette dernière. Dans ce récipient d'élevage les femelles pondent des œufs en amas, ceux-ci flottent à la surface de l'eau, une fois les œufs éclos les larves sont nourries tous les 2 à 3 jours d'un

mélange de poudre de biscuit 75% et de levure sèche 25%. Le changement de l'eau et en plus l'ajout de la nourriture sont réalisés tous les 2 à 3 jours (Fig. 38).



**Figure 38: les cases d'élevage (photo originale, 2023).**

#### 4.4. Identification taxonomique des Culicidae

La systématique des Culicidae de la région de Måala à été étudiée à l'aide des clés dichotomiques principalement celle de (Himmi et *al.*, 1995), le logiciel d'identification des moustiques de l'Afrique méditerranéen (Brhunes et *al.*, 1999) et d'un logiciel d'identification (Moustique d'Europe) qui permettent l'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précisément de l'eau et l'ajout de la nourriture sont effectués tous les 2 à 3 jours. l'identification des *Culex pipiens* es réalisée à l'institut de l'INA à l'aide de professeur Maghniche Faiza et professeur Doumandji-Mitiche Bahia en 2017.

#### 4.5. Screening phytochimique

Il est un ensemble de méthode et technique de préparation et d'étude de différentes substances organiques naturelles de la plante. Elles agréent de mettre en place la présence ou l'absence des métabolites primaire et secondaires.

- **Préparation de l'infusé à 20%**

Il consiste à une préparation de 20 g de la poudre végétale plus de 100 ml d'eau distillée chaude puis une filtration après 15 min à 20 min, le filtrat obtenu est ajusté le par 100 ml de l'eau distillée. Les différentes solutions préparées sont mentionnées dans l'annexe 05.

Les méthodes et les réactions utilisées dans les expériences de Screening phytochimique sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau 5: les différentes réactions de Screening phytochimique.**

Screening phytochimique	Réalisé avec la poudre	<b>Id Leucocyanes</b>	2 g de poudre végétale + 20 ml de mélange (propanol +HCL 1 /1) Bain marie : quelque minutes (15 min).	Coloration rouge
		<b>Id amidon</b>	2 g de poudre végétale + quelques gouttes d'I2	Coloration bleu violet
		<b>Id quinones libres</b>	2 g de poudre humecte par 2 ml HCL+20 ml de chloroforme / filtration après 3 heures / agité avec 5 ml d'ammoniaque ½.	Coloration rouge
		<b>Id glucosides</b>	2 g de poudre des plantes+ des gouttes de H <sub>2</sub> SO <sub>2</sub>	Coloration rouge brique
		<b>Id conarines</b>	2 g de poudre végétale + 20 ml d'alcool éthylique / bouiller à reflux 15 min puis filtrer/ 5 ml de filtrat + 5 gouttes de KOH 10 % + HCL à 10 %.	Formation d'un trouble
	Réalisé avec l' infusé	<b>Id tanins totaux</b>	5 ml d'infusé + quelque goutte de Fecl <sub>3</sub> à 5% ou 1 ml Fecl <sub>3</sub> à 1%.	Coloration Bleu noire
		<b>Id Tannins catéchique</b>	15 ml d'infusé + 7ml de réactif de stiansy (10 ml formol à 40 % + 5 ml de HCL concentré).	Coloration rouge
		<b>Id Tannins galliques</b>	5 ml d'infusé + 2 g d'acétate de sodium + quelques gouttes de Fecl <sub>3</sub>	Coloration Bleu foncé
		<b>Id flavonoides</b>	5 ml d'infusé + 5 ml d'HCL + coupon de Mg + 1 ml d'alcool isomylique.	Coloration rouge orange
		<b>IdAnthocyanes</b>	5 ml d'infusé + quelque gouttes d'HCL	Coloration rouge
		<b>Id saponosides</b>	2 ml d'infusé + quelques gouttes d'acétate de plomb	Précipité blanc

		<b>Id Mucilages</b>	1 ml d'infusé dans un bécher + 5 ml d'éthanol absolu / 10 min	Précipité floconneux
		<b>Id Irridoïdes</b>	2 ml d'infusé + quelques gouttes d'HCL / chauffer sur plaque chauffante.	Précipité floconneux

Id : identification

#### 4.6. Extraction des composés phénoliques solubles totaux (CPST)

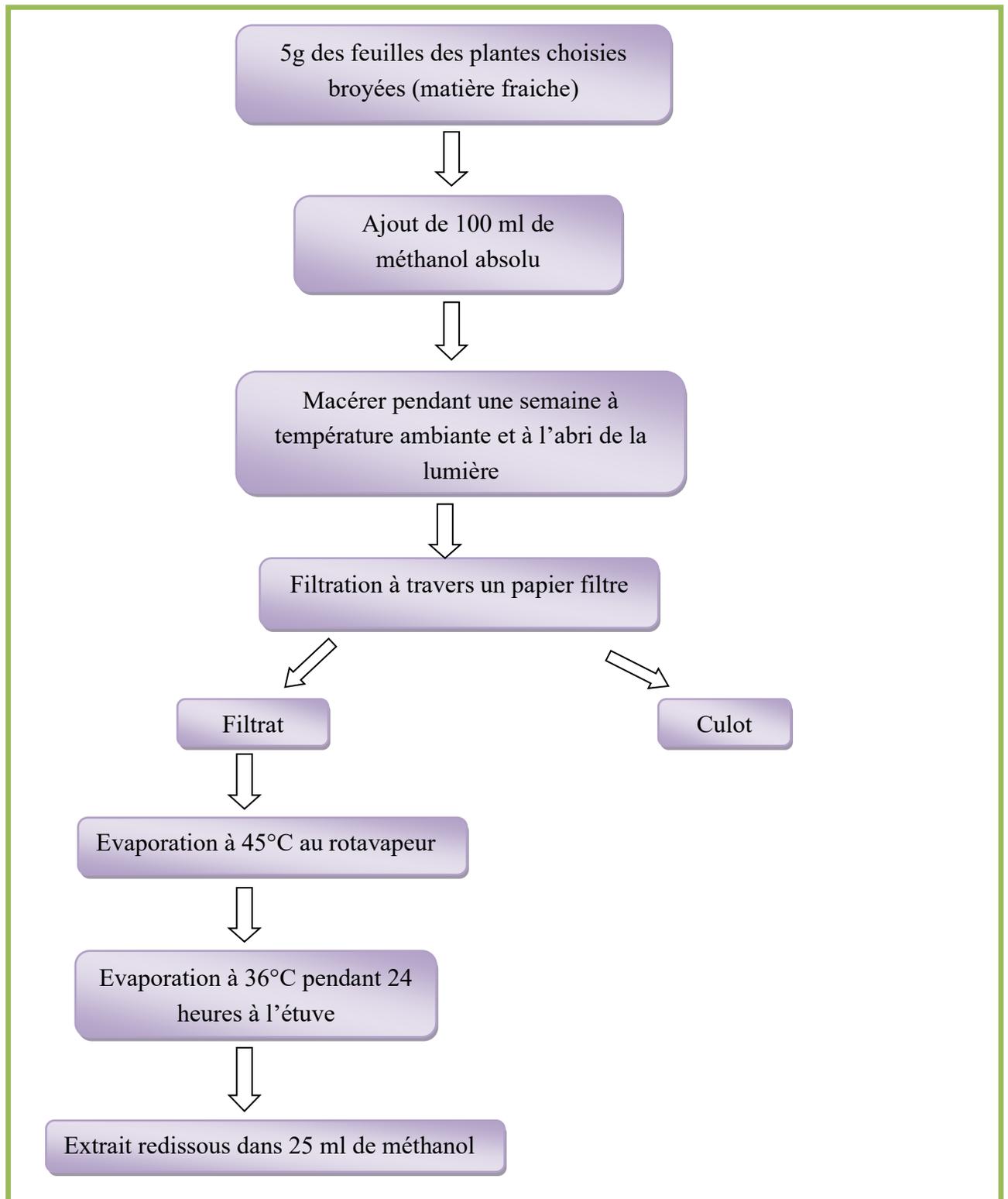
La méthode d'extraction utilisée est celle préconisée par (Owen *et al.*, 2003)

##### **Principe de l'extraction solide/liquide**

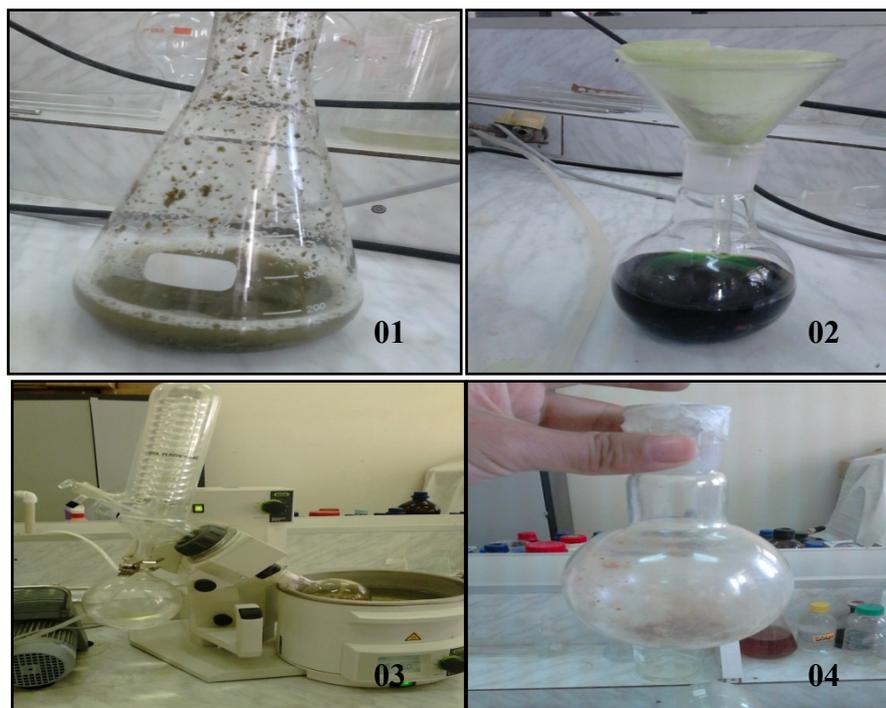
L'extraction solide /liquide est une opération de séparation qui consiste à extraire un constituant solide d'une matrice qui en comporte plusieurs, en le transférant sélectivement vers une phase liquide, le solvant utilisé dans ce présent travail est le méthanol absolu puisque Ribereau-Gayon (1967) a signalé que le méthanol est le meilleur solvant d'extraction pour les composés phénoliques. La figure 52 et 53 résument les différentes étapes de l'extraction des polyphénols totaux.

##### **La méthode d'extraction**

Une prise d'essai de 10g de la matière végétale (la poudre fine des feuilles de quatre espèces de *Pistatia*) a été mise à macérer dans 500ml de méthanol absolu pendant 24H à température ambiante. Après filtration du mélange, l'extrait a été évaporé à sec sous pression réduite à et à 52°C grâce à un évaporateur rotatif pour obtenir un extrait sec (Fig. 39 et 40) (Bougandoura et Bendimerad, 2012).



**Figure 39 : Protocole d'extraction méthanolique des polyphénols totaux du broyat des feuilles des plantes choisies (Owen et *al.*, 2003).**



**Figure 40: photos originales montrent les étapes d'extraction méthanolique des polyphénols totaux, 2017.**

#### Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé par la méthode colorimétrique utilisant le réactif colorimétrique le Folin-Ciocalteu's (Juntachote *et al.*, 2006 ; Wang *et al.*, 2006).

#### Principe

Le principe est basé sur la réduction du réactif de Folin-Ciocalteu's de couleur jaune, à partir de de l'oxydation des phénols, en une mixtion de molybdène et d'oxydes bleus de tungstène, l'absorbance de l'échantillon est lue à 760 nm ou la coloration produite, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux. (Ghazi et Sahraoui, 2005).

#### Mode opératoire

Ces essais sont basés principalement sur la réduction du réactif acide phosphotungstique phosphomolybdique (réactif de Folin) dans une solution alcaline (Vuorela, 2005). Brièvement 200µl de chaque extrait (dissous dans le méthanol) ont été ajoutés à 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu 10 fois dilué. Les solutions ont été mélangées et incubées pendant 4 minutes.

Ensuite l'incubation de 800µl de la solution de carbonate de sodium Na<sup>+</sup> (75g /l) a été ajoutée. Le mélange final a été secoué et puis incubé pendant 2 heures dans l'obscurité à température

ambiante. L'absorbance de tous les extraits a été mesurée par un spectrophotomètre (VIS BECKMAN Modèle 34) à 765 nm.

Les étapes du dosage des polyphénols totaux de l'extrait des feuilles sont résumées dans la figure 40.

### Préparation de la gamme d'étalonnage

La gamme l'étalonnage est réalisée à partir d'une solution mère d'acide gallique. (Annexe1)

On pèse 25 mg d'acide gallique, on le fait dissoudre dans 25ml de méthanol. La solution résultante est la solution mère avec une concentration de 1mg/ml. L'absorbance des solutions obtenues est déterminée à 760 nm après une incubation pendant 1 heure, puis on trace la courbe d'étalonnage. (Annexe7)

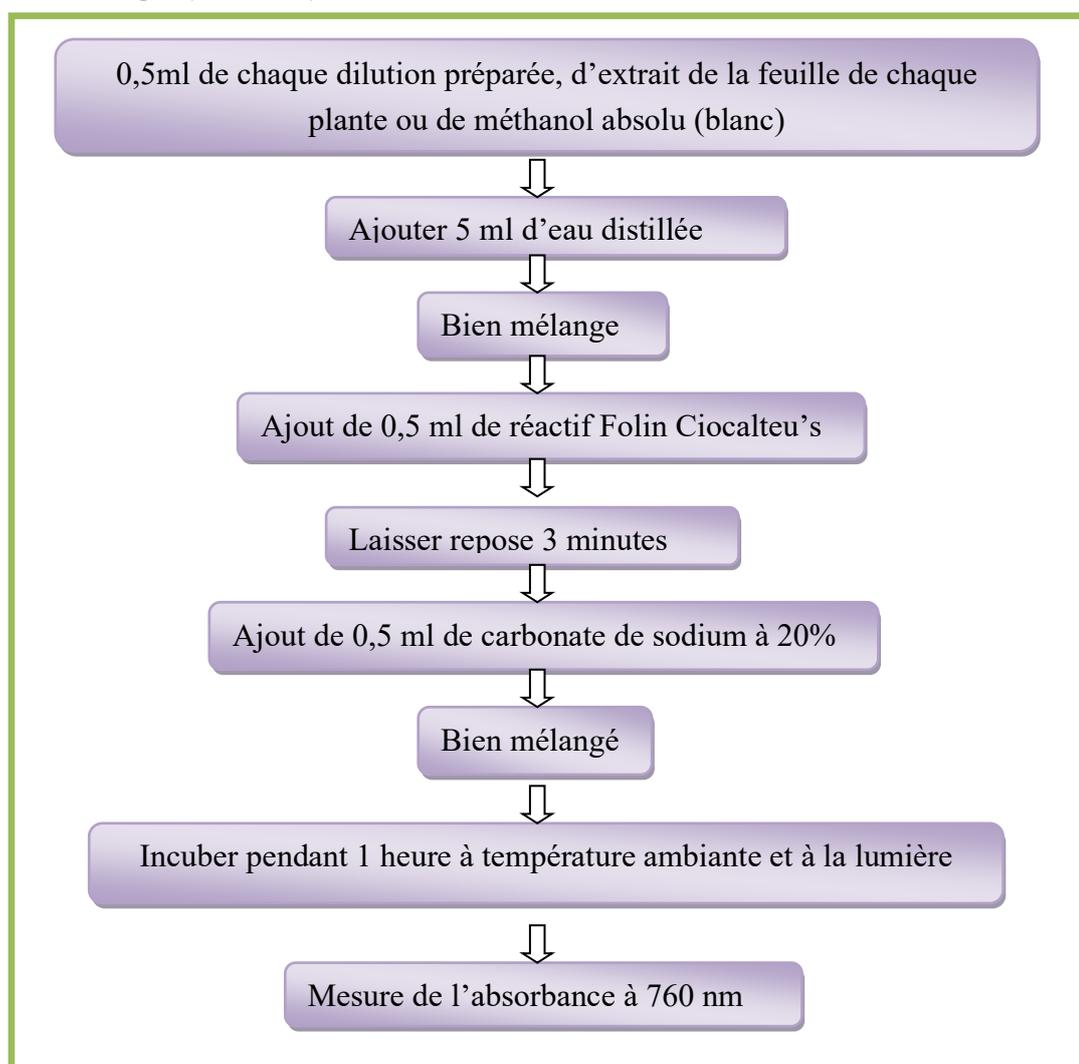


Figure 41: Les étapes du dosage des polyphénols totaux (Juntachote et *al.*,2006).

Expr

La teneur (quantité) en polyphénols totaux est calculée comme suit :

$$T = EAG \times D$$

**T** : teneur (taux) en polyphénols totaux (mg EAG/g) ;

**EAG** : Equivalent en acide gallique (5mg/ml) déduit à partir de la courbe d'étalonnage ;

**D** : Facteur de dilution.

Extraction des huiles essentielles de *Lavandula officinalis*

#### 4.7.1. Méthode d'extraction

L'extraction des huiles essentielles (HE) des feuilles de *L. officinalis* a été faite par la méthode d'hydrodistillation à partir de la plante fraîche par le biais d'un appareil de type Clevenger (Fig.41).

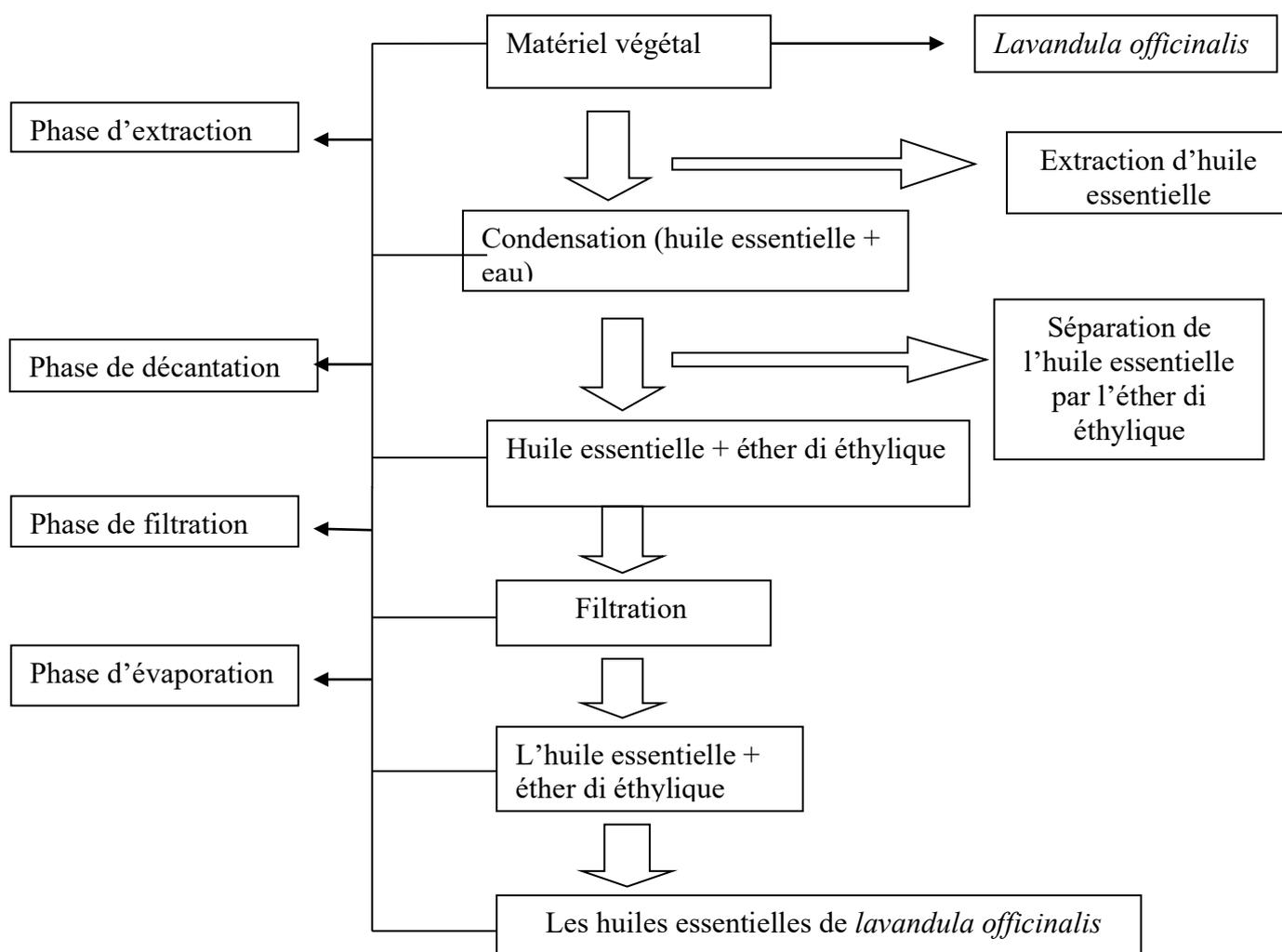


Figure 42: Différentes étapes d'extractions des huiles essentielles de *L. officinalis*

#### 4.7.2. Description de l'appareil d'extraction

Il est constitué d'une chauffe ballon, un ballon en verre pyrex où l'on place le matériel végétal et de l'eau distillée, la description de l'appareil d'extraction est présentée dans la figure 42.

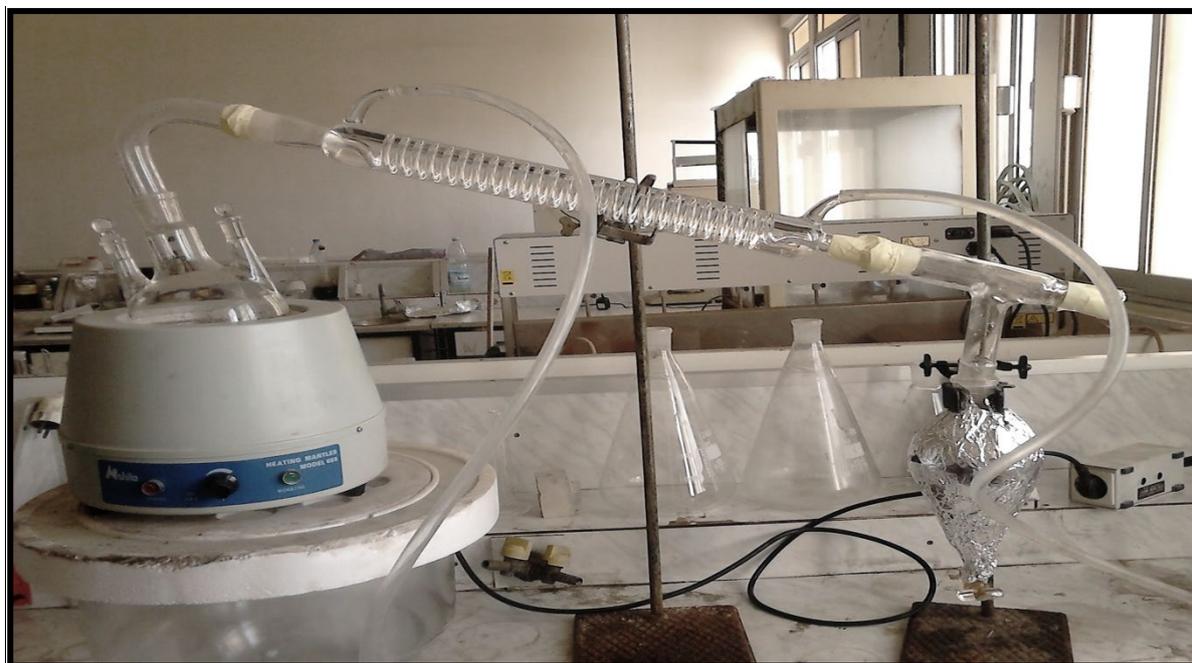


Figure 43 : Montage d'hydrodistillation employé pour l'extraction d'huile essentielle de *L. officinalis* (LABO 20 ,2016). (Photos original, 2017)

##### 4.7.2.1.Principe de l'hydrodistillation

C'est la technique la plus simple et la plus répandue. Elle consiste à l'immersion directe du matériel végétal à traiter dans un ballon à col rodé de deux litres à ébullition, une fois les vapeurs produites à l'intérieur du ballon, ces dernières entraînent les composés volatils ou les huiles essentielles. Ces huiles sont recueillies après condensation et décantation (Benyoussef *et al.*,2004).

##### 4.7.2.2.Procédé d'extraction

Cents grammes (100 g) des feuilles de *L. officinalis* sont mises dans un ballon en verre pyrex, additionnées de 600 ml d'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition, après l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur, l'huile essentielle est alors entraînée par la vapeur d'eau. Elle est ensuite condensée en passant par un condensateur, fixé par un support approprié en position verticale pour faciliter l'écoulement du distillat. Le temps de cette extraction est d'environ trois heures. Le distillat obtenu est récupéré dans une ampoule à décanter. Le mélange est laissé Au repos

quelques minutes, ce qui résulte l'apparition de deux phases, l'une est organique (huile essentielle) et l'autre est aqueuse. En fin, le distillat est recueilli dans un tube à essai et l'huile essentielle des feuilles de *L. officinalis* sera par la suite récupérée dans un flacon approprié.

#### 4.7.2.3. Conservation de l'huile essentielle obtenue

La conservation de l'huile essentielle exige certaines précautions indispensables (Burt, 2004). C'est pour cela nous avons conservé l'huile essentielle des feuilles de *Lavandula officinalis* à une température de 4°C, dans un flacon en verre stérile hermétiquement fermé pour la protéger de l'air et de la lumière (en utilisant le papier d'aluminium).

#### 4.7.2.4. Détermination du rendement d'extraction

Selon la norme **AFNOR (1986)**, le rendement en huile essentielle (Rd), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle gagnée après extraction (M') et la masse de la substance végétale utilisée (M). Il est donné par l'équation suivante :

$$Rd = M'/M.100$$

**Rd** : Le Rendement en l'huile essentielle exprimé en pourcentage (%) ;

**M'** : La Masse de l'huile essentielle obtenue en gramme (g);

**M** : Masse de la matière végétale sèche utilisée en gramme (g) et qui vaut 100 g.

Evaluation de l'activité larvicide

#### 4.7.3. Les tests de toxicités

Les tests de sensibilité et les formules de calcul du pourcentage de mortalité qui sont adoptés pour tester la sensibilité des larves par (OMS). A partir de l'extrait initial de chaque plante, des doses de D0 correspondant au témoin (méthanol pur), D1=1/75, D2=1/50, D3=1/25, D4=1/10 de l'extrait, ont été préparées. Les examens sont réalisés dans des coupelles (des gobelets) contenant chacune 100 ml de solution et 10 larves de moustiques de la même espèce et de la même loge (figure 43). Nous avons utilisé les quatre premiers stades larvaires à savoir le premier, le deuxième, le troisième et le quatrième stades larvaires. Pour chacune des concentrations de l'extrait et pour le témoin, trois répétitions sont réalisées. La mortalité est comptée en fonction de la moyenne des trois déterminations, chacune portant sur 10 individus.



**Figure 44: des testes de sensibilites (photos original, 2017).**

#### 4.7.4. Taux de mortalité

Le pourcentage de mortalité observé pour l'extrait (polyphénols totaux) pour les larves de L2, L3 et L4 de *Culex pipiens* témoins et traitées a été calculé comme suivante :

$$\text{Taux de mortalité \%} = (\text{Nombre de mort} / \text{nombre total d'individus}) \times 100$$

Les mortalités observées ont été corrigées par l'application de la formule d'Abbott (1925), en tenant compte des mortalités naturelles dans les témoins.

$$M_c = [(M_2 - M_1) / 100 - M_1] \times 100$$

Avec :

**M<sub>c</sub>** : pourcentage de mortalité corrigée.

**M<sub>1</sub>** : pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

**M<sub>2</sub>** : pourcentage de mortalité dans le lot traité.

#### 4.7.5. Détermination de la DL<sub>50</sub>

La dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) est la dose nécessaire pour tuer la moitié d'une population, elle est calculée à partir de la droite de régression des probits [ $y=ax+b$ ] correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des doses de traitement. La table des probits de Bliss et Cavelier (1973) (annexe 08), est utilisée à cet effet.

La DL<sub>50</sub> est calculée à partir des droites de régression Probits =  $f(\log \text{ dose})$ .

$$Y = a + \log(X)$$

Dont :

Y : Valeur de probits correspondant à l'effet larvicide (probit de mortalité corrigées).

X : Dose d'extrait testé.

a : la pente.

#### 4.7.6. Détermination de la TL<sub>50</sub>

Le temps léthal 50 (TL<sub>50</sub>) correspond au temps nécessaire pour que périssent 50% des individus exposés à une concentration déterminée, (2007).

Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondant aux pourcentages des mortalités corrigés en fonction des logarithmes des temps de traitement (probits=f (log temps)).

Analyse statistique des données (ANOVA et le test de Tukey)

D'après Dagnelie (2007), l'analyse de la variance ANOVA a été utilisée pour l'exploitation des résultats, il permet suivant le niveau de la signification de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre les facteurs. Ce test consiste à comparer les moyennes de plusieurs populations à partir de données d'échantillons aléatoires, simples et indépendants (Dagnelie, 1970). La réalisation du test se fait, soit en comparant la valeur Fobs avec la valeur théorique F1-  $\alpha$  correspondante, extraite à partir de la table F de Fisher pour un niveau de signification  $\alpha = 0,05$  ou  $0,01$  ou  $0,001$  et pour k1 et k2 degrés de liberté, soit en comparant la valeur de la probabilité p avec toujours les différentes valeurs  $\alpha = 5\%$  ou  $1\%$  ou  $0,1\%$ . Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau  $\alpha = 0,05$ ,  $0,01$  ou  $0,001$ , il est dit conventionnellement que l'écart observé entre les moyennes est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. Généralement ces écarts sont afférés d'un, de deux ou de trois astérisques (Dagnelie, 2007).

$p > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative

$p \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence juste significative

$p \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*) différence hautement significative

$p \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

La différence entre les doses testées à l'aide du test de Tukey. Ce test permet la comparaison multiple des doses de l'extrait polyphénolique des feuilles de *P. lentiscus*, *P. atlantica*, *P. vera*, *P. terebinthus* et l'huile essentielle de la lavande utilisée au cours de traitement des larves de *C. pipiens*.

*Chapitre III : Résultats  
et discussion*

## 5. Résultats et discussion

Dans ce chapitre les résultats portent sur l'étude phytochimique de l'extrait polyphénolique, la caractérisation de certaines substances bioactives et l'évaluation de l'efficacité larvicide de l'extrait polyphénolique de *Pistacia lentiscus*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia vera*, *Pistacia terebinthus* et l'huile essentielle de *lavandula officinalis*.

### Résultats de screening phytochimique

Le screening phytochimique a permis en premier lieu de nous renseigner sur les différents métabolites secondaires qui se voient dans les feuilles du pistachier lentisque, Pistache vrai, terebinthe, pistachier de l'atlas et la lavande. L'ensemble des résultats de screening phytochimique effectués sur ces plantes sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 6: Les résultats des examens phytochimiques**

La plante Substances	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia vera</i>	<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>	<i>Lanandula officinalis</i>
<b>Ployphénols</b>	(+++) Coloration bleue noirâtre ou vert foncé	(+++) Coloration bleue noirâtre ou vert foncé			
<b>Anthocyanes</b>	(+) Absence d'une coloration rouge	(+) une coloration rouge	(+) une coloration rouge	(+) une coloration rouge	(++) une coloration rouge se développe en présence des Anthocyanes.
<b>Leuco- anthocyanes</b>	(-) Absence d'une coloration rouge	(-) Absence d'une coloration rouge	(-) Absence d'une coloration rouge	(-) Absence d'une coloration rouge	(-) Absence d'une coloration rouge
<b>Tanins totaux</b>	(+++) une coloration bleu noire en présence des tanins totaux				
<b>Tanins catéchiques</b>	(-) Absence d'une coloration rouge en absence	(-) Absence d'une coloration	(-) Absence d'une coloration	(-) Absence d'une coloration	(+) une coloration rouge se

	des Taninns catéchiques	rouge en absence des Taninns catéchiques	rouge en absence des Taninns catéchiques	rouge en absence des Taninns catéchiques	développe en présence des tanins catéchiques
<b>Tanins gallique</b>	(+++) une coloration bleu foncé en présence des Tannins galliques.	(+++) une coloration bleu foncé en présence des Tannins galliques.	(+++) une coloration bleu foncé en présence des Tannins galliques.	(+++) une coloration bleu foncé en présence des Tannins galliques.	(+++) la coloration bleu foncé en présence des Tannins galliques.
<b>Quinones libres</b>	(+++) une coloration rouge se développe dans la présence des quinones libres	(+++) une coloration rouge se développe dans la présence des quinones libres	(+++) une coloration rouge se développe dans la présence des quinones libres	(+++) une coloration rouge se développe dans la présence des quinones libres	(+++) une coloration rouge se développe dans la présence des quinones libres
<b>Saponosides</b>	(+++) Un précipité blanc en présence des Saponosides.	(++) Un précipité blanc en présence des Saponosides.	(++) Un précipité blanc en présence des Saponosides.	(++) Un précipité blanc en présence des Saponosides.	(+) Un précipité blanc en présence des Saponosides.
<b>Alcaloïdes</b>	(-) Absence d'un précipité rouge en absence des Alcaloïdes	(-/+) des traces	(-) Absence d'un précipité rouge en absence des Alcaloïdes	(-) Absence d'un précipité rouge en absence des Alcaloïdes	(-) Absence d'un précipité rouge en absence des Alcaloïdes
<b>Sénosides</b>	(-) Absence d'une coloration violette rouge				
<b>Mucilages</b>	(+++) Un précipité floconneux en présence des Mucilages	(+++) Un précipité floconneux en présence des Mucilages	(+++) Un précipité floconneux en présence des Mucilages	(+++) Un précipité floconneux en présence des Mucilages	(+) Un précipité floconneux en présence des Mucilages
<b>Coumarines</b>	(+++) Une coloration bleue violette en présence des Coumarins	(+++) Une coloration bleue violette en présence des Coumarins	(++) Une coloration bleue violette en présence des Coumarins	(++) Une coloration bleue violette en présence des Coumarins	(++) Une coloration bleue violette en présence des Coumarins
<b>L'amidon</b>	(-) une coloration noire en absences	(-) une coloration noire en			

	d'amidon (coloration bleu violet)	absences d'amidon (coloration bleu violet)	absences d'amidon (coloration bleu violet)	absences d'amidon (coloration bleu violet)	absences d'amidon (coloration bleu violet)
<b>Flavonoïdes</b>	(++) une coloration rouge orange en présence des Flavonoïdes	(+) une coloration rouge orange en présence des Flavonoïdes	(+) une coloration rouge orange en présence des Flavonoïdes	(++) une coloration rouge orange en présence des Flavonoïdes	(++) une coloration rouge orange en présence des Flavonoïdes
<b>Glucosides</b>	(+++) une coloration rouge brique en présences des Glucides	(+++) une coloration rouge brique en présences des Glucides	(+++) une coloration rouge brique en présences des Glucides	(+++) une coloration rouge brique en présences des Glucides	(+) une coloration rouge brique en présences des Glucides
<b>Irridoïdes</b>	(-) Absence d'une coloration bleue en absence des Irridoïdes	(-) Absence d'une coloration bleue en absence des Irridoïdes	(+) d'une coloration bleue en présence des Irridoïdes	(-) Absence d'une coloration bleue en absence des Irridoïdes	(-) Absence d'une coloration bleue en absence des Irridoïdes
<b>Protéine</b>	(+/-) Absence d'une coloration violette (des traces)	(+/-) Absence d'une coloration violette (des traces)	(+/-) Absence d'une coloration violette (des traces)	(+/-) Absence d'une coloration violette (des traces)	(-) Absence d'une coloration violette
<b>Caroténoïdes</b>	(-) Absence d'une coloration vert-bleu	(-) Absence d'une coloration vert-bleu	(-) Absence d'une coloration vert-bleu	(-) Absence d'une coloration vert-bleu	(-) Absence d'une coloration vert-bleu
<b>Sucres réducteurs</b>	(++) d'un précipité de couleur rouge brique après chauffage	(+) un précipité de couleur rouge brique après chauffage	(+) un précipité de couleur rouge brique après chauffage	(+) un précipité de couleur rouge brique après chauffage	(-) Absence d'un précipité de couleur rouge brique après chauffage
<b>Lipides</b>	(-) Absence d'une coloration violette	(-) Absence d'une coloration violette	(-) Absence d'une coloration violette	(-) Absence d'une coloration violette	(-) Absence d'une coloration violette
<b>Polyterpènes</b>	(-) coloration violette vire au bleu puis au vert	(-) coloration violette vire au bleu puis au vert	(-) coloration violette vire au bleu puis au vert	(-) coloration violette vire au bleu puis au cvert	(-) coloration violette vire au bleu puis au vert

**Avec :**

- (+++): Forte teneur en substance recherchée.
- (++): Moyenne teneur en substance recherchée.
- (+): Faible teneur en substance recherchée.
- (-/+): Présence de trace de substances.
- (-): Absences de substance.

Le screening phytochimique nous a autorisé de mettre en oeuvre la présence de diverses catégories de métabolites secondaires dans les feuilles des plantes du genre *pistacia* et de la lavande par des réactions qualitatives de caractérisation qui sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composés.

Les résultats indiquent la richesse des feuilles du genre *Pistacia* en polyphénols, leuco-anthocyanes, tanins totaux, tanins galliques, quinones libres, glucosides et mucilages mais elles sont moyennement riches en saponosides, flavonoïdes et les sucres réducteurs.

Cependant, il est à noter que le pistachier renferme les coumarines en faible teneur, par contre l'absence des anthocyanes, alcaloïdes, stérols et polyterpènes, tanins catéchiques, sénosides, l'amidon, irridoïdes, caroténoïdes et des lipoïdes.

En effet, le screening phytochimique réalisé par Hamadi et Khellal (2006) sur les feuilles de *P. lentiscus* récoltées à Tlemcen signalent la présence des anthocyanes, de l'amidon et les sénosides en faible teneur. De plus, ils indiquent l'absence des quinones libres et des stérols et polyterpènes.

Les résultats des tests phytochimiques de *P. lentiscus* L. récoltées à Tizi Ouzou et les autres résultats réalisés sur les feuilles de *P. lentiscus* de Messerghin Nord-West d'Algérie (Hadi *et al.*, 2015) et de Chlef (Missoun *et al.*, 2017) et sur les fruits récoltés à ELTaref (Bougherara., 2014) montrent que cette dernière est très riche en métabolites secondaires traduite par l'existence d'une biodiversité moléculaire. Ceci explique par l'utilisation de cette plante en médecine et aussi dans la lutte biologique par l'utilisation d'un produit naturel extrait de la plante.

Les résultats de la présente étude sont en accord avec ceux obtenus par Abide (2008), qui a travaillé sur les feuilles de *P. vera*, et qui note que cette plante partage une même richesse en Tanins, en flavonoïdes, en saponosides et en coumarines.

Le screening phytochimique réalisé sur *P. atlantica*, montre que la poudre de feuilles de la plante testés est très riche en tanins totaux ; tanins galliques, quinones libres,

saponosides, coumarines, glucosides et mucilages. A cet effet Maamri, (2008) confirme la richesse de *P. atlantica* récolté à Laghout et Ain oussera (Djelfa) en flavonoïdes. Par ailleurs Adli et Yousfi, (2001) notent la présence de Tanins sur *P. atlantica* récolté à Djelfa.

L'analyse phytochimique montre un teneur très important en Tannins et les flavnoïdes dans la poudre des feuilles de *L. officinalis*, suivis des Anthocyanes et des quinones libres en moyenne quantité, Alors que les Glucosides, les Conarines, les Mucilages, les Saponosides, les Tanins catéchique sont faible quantité. En fin le test montre l'absence d'amidon, des Arridoïdes, des Leucocyanes dans cette plante.

Cette comparaison fait ressortir que la composition en métabolites secondaires des plantes médicinales dépend de plusieurs facteurs, notamment la région, le type de sol, la période de récolte et surtout la méthode d'extraction adoptée.

Extraction des polyphénols totaux (PT)

#### 5.7.1. Le rendement en polyphénols totaux

Après évaporation de macéras, l'extrait polyphénolique des feuilles obtenues présente un aspect liquide, gélatineux et de couleur vert foncé. Le tableau ci- dessous présente le rendement et la quantité en gramme de l'extrait des PT.

**Tableau 7: Rendement de la poudre des feuilles du Pistacia en polyphénols.**

La plante	Le rendement en Polyphénols (%) (R)
<i>Pistacia vera</i>	53.1%
<i>Pistacia Atlantica</i>	58.1%
<i>Pistacia lentiscus</i>	34.5%
<i>Pistacia terebinthus</i>	56.72%

Le rendement en polyphénols obtenu à partir de 10g de poudre des feuilles du *Pistacia Atlantica* est du 58.1% est le rendement le plus élevé par apport au *Pistacia vera* a R=53.1%, puis *Pistacia lentiscus* a R=34.5% le teneur le plus faible.

Ces valeurs confirment la richesse de cette espèce en polyphénols totaux. Cette richesse est notée préalablement lors du screening phytochimique.

Comparativement à l'étude réalisée par Romani *et al.*, (2002), l'espèce de *P. lentiscus* récoltée à Meknès a révélé la présence d'un pourcentage en composés phénoliques dans les feuilles qui est supérieur à 7,5 %. Aussi la valeur obtenue au cours de cette étude est plus élevée que celle notée par Benhammou *et al.*, (2008) sur les feuilles de *P. lentiscus* récoltée à Tlemcen, ces auteurs signalent un rendement de 12,64% pour 50g de matière sèche, D'après Arab et Bouchenak (2014) ont montré que les feuilles de *P. lentiscus* ont un meilleur rendement en composés phénoliques qui est de 61,34%.

Par contre, le rendement de la présente étude est faible par rapport aux résultats des polyphénols totaux des fruits de *P. lentiscus* récoltés à El-Kala qui est de l'ordre de  $79,35 \pm 0,01$ (Charef., 2010).

Le rendement des polyphénols de *P. lentiscus* obtenu à partir de 10g de la poudre des feuilles est élevé en comparant à *P. terebinthus* récoltée dans la région de El 'Harrache qui a un rendement de 15.58% pour 10g de la poudre (Griniaet *al.*, 2015).

Pour *P. vera*, la valeur obtenue au cours de cette étude élevée que celle notée par Abide (2008) qui a été récolté en période de pleine floraison durant le mois de juin 2008 dans la station Essafsaf de la wilaya de Tlemcen ces auteurs signalent un rendement de 29.5% pour 2g de la matière sèche.

Les résultats de la présente étude sont en accord avec ceux obtenu par (Yildiz *et al.*, 1998) qui a travaillé par les huiles essentielles de *P. vera*, cet auteur signale un rendement de 59.69%.

Le rendement en composés phénolique de la poudre des feuilles de *P. atlantica* est de 68.1%, on peut déduire que les feuilles de *P. atlantica* riche en polyphénols totaux, cette richesse est confirmée préalablement lors de screening phytochimique. En revanche Maamri, (2008) signale un rendement 44,12%.

En effet, le méthanol possède la propriété de réagir plus que les autres solvants organiques avec les polyphénols. Le rendement n'est que relatif et dépend de la méthode et les conditions dans les quelles l'extraction a été effectué, cette différence peut être due à la nature de la matière végétale (Smadja, 2009). Elle varie en fonction de l'organe récolté, de la période ainsi que le mode de récolte de séchage. Elle est étroitement liée aux facteurs édaphoclimatiques du milieu (Altitude et la nature de sol). Le mode de stockage et le conditionnement influent, aussi sur le rendement.

## 5.7.2. Caractérisation des composés phénoliques

### 5.7.2.1. Dosage spectral des polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques de l'extrait a été alors calculée à l'aide de la courbe d'étalonnage d'acide gallique  $A = 0,4121[A.gal] + 0,0378$  /  $R^2 = 0,9882$  (Annexe1), la concentration de chaque échantillon exprimé en milligrammes équivalents l'acide gallique 25mg/ml. Les valeurs de l'absorbance des extraits sont lues à 760nm. Les résultats obtenus sont reportés sur le tableau suivant (Tab. 8) :

**Tableau 8: la teneur en composés phénoliques de l'extrait méthanolique des plantes choisis**

Extrait méthanolique	Absorbance (nm)	Concentration (mg/ml)
<i>Pistacia lentiscus</i>	0.284	0.63mg/ml
<i>Pistacia vera</i>	0.442	0.98mg/ml
<i>Pistacia atlantica</i>	0.83	1.85mg/ml
<i>Pistacia terebinthus</i>	0.562	1.26mg/ml

La détermination de la quantité des polyphénols à l'aide de la courbe d'étalonnage d'acide gallique, montre que l'extrait polyphénolique de *P. atlantica* a une concentration élevée (1.85mg/ml). Les résultats de la présente étude sont comparables avec ceux Aoudi et al (2016) qui notent que l'extrait méthanolique des feuilles de *P. atlantica* est moyennement riche en composés phénoliques soit une concentration de 1.25mg/ml d'extrait.

Il est possible de dire que les extraits méthanoliques des feuilles de *Pistacia lentiscus* constituent une source prometteuse en composés phénoliques (0,63 mg/m). Mammeri, (2008) note une concentration en polyphénols totaux des feuilles de *P. atlantica* récoltées à El-Djelfa  $48.92 \pm 0,04$  mg/ml, en utilisant un mélange hydroalcoolique (méthanol/eau) (80/20 : V/V) comme solvant d'extraction. A cet effet le rendement en polyphénols totaux varie non seulement en fonction des espèces végétales, mais aussi en fonction du solvant utilisé et de la méthode d'extraction adoptée.

Le contenu phénolique varie en qualité et quantité d'une plante à l'autre par l'influence de plusieurs facteurs :

- Facteur climatique et environnement : la zone géographique, sécheresse, sol, agressions et maladies (Ebrahimi et *al.*, 2008).
- La période et le stade de développement de la plante, le patrimoine génétique, (Miliauskas et *al.*, 2004).

Le rendement en huile essentielle

L'huile essentielle a été extraite des feuilles à l'état frais de *L. officinalis* par un hydrodistillateur de type Clevenger. En utilisant 100 g des feuilles fraîches dans 600ml d'eau distillée. Nous avons obtenu une huile de couleur jaune pâle avec une odeur âcre à un rendement obtenu par la formule suivante :

$$R = 0.92. 100/100 = 0.92\%$$

Nous avons récupéré une quantité d'huile essentielle importante, le rendement obtenu est voisin de 0.92%. Il est très fort par rapport aux résultats obtenus par Chemoul (20014) indique que le rendement de l'huile essentielle de *L. officinalis* provenant de la région de Tlemcen (Tlemcen ville) a trouvé une valeur de 0.37%. Il est moyen par rapport au résultat donné par Sidi Boulenouar et Ziane (2003) qui notent que l'huile essentielle de *L. officinalis* récoltée dans région d'Ouchba et Zarifet (Tlemcen) ont donné des teneurs en huile essentielle équivalents respectivement à 0.94 et 0.7%

Ces variations de teneurs peuvent être dues à plusieurs facteurs cités dans la bibliographie notamment le degré de maturité des feuilles de la lavande, l'interaction avec l'environnement (type de climat, sol), le moment de la récolte et la méthode d'extraction. (Besombes, 2008).

Nous rappelons que le rendement a été voisin de 0.92%. Ce rendement est très important par rapport à la bibliographie. Cette différence de l'huile essentielle est logique, puisqu'il dépend de plusieurs facteurs à savoir l'espèce, la géographie, la période de récolte, les pratiques culturales, la technique d'extraction (Silano et Delbo, 2008 ; Marzoukia et *al.*, 2009 ; Bolle et Bender, 2010).

La séparation de l'huile essentielle après sa distillation est déterminée dans une large mesure par son degré de solubilité dans une large mesure par son degré de solubilité dans l'eau. C'est ce que nous l'avons remarqué durant l'étape de récupération de l'huile essentielle à partir de l'hydrolysat, ce dernier contient toujours des gouttelettes que nous n'avons pas pu les récupérer ce qui fausserait le rendement.

D'après Lagunez Rivera (2006), les gouttelettes d'huile essentielle qui restent dans l'hydrolysat peuvent avoir plusieurs origines, une fraction de l'huile essentielle après condensation est en fait l'étape déterminante pour recueillir le maximum d'huile essentielle. Il est intéressant de trouver d'autres méthodes pour extraire le maximum d'huile essentielle ou de suivre l'hydrodistillation par une extraction liquide-liquide à l'aide des solvants organiques de l'hydrolysat.

### 5.7.3. Le taux d'humidité

Les végétaux sont riches en eau, les analyses de notre échantillon ont révélé un taux d'humidité très important (70%). Cela signifie approximativement que plus de la moitié du poids de la plante fraîche est constituée par l'eau. Après ce résultat indique que l'organisme végétal est riche en eau. (Fig. 45)

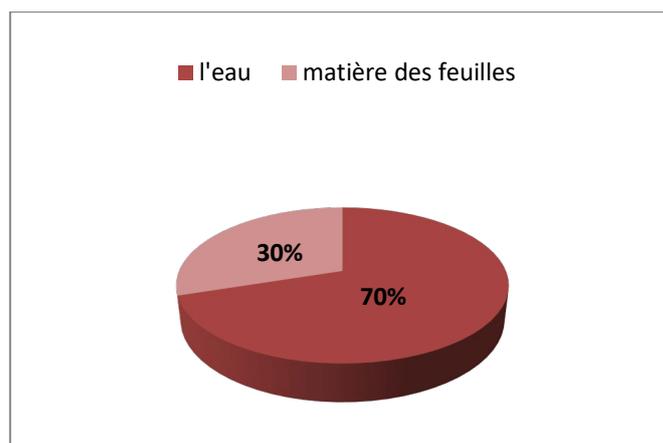


Figure 45: Teneur en eau de la plante *Lavandula officinalis*

### 5.7.4. Caractéristiques organoleptiques des huiles essentielles

Les caractères organoleptiques des huiles essentielles de *L. officinalis* sont : liquide, limpide, jaune pâle, d'une odeur suave et herbacée parfois un peu âcre, ces résultantes sont en accord avec ceux de Festy et Dupin, (2012), la figure 45 et le tableau 10 montrent les différents caractères observés de l'huile essentielles.



Figure 46: l'huile essentielle de *L. officinalis* (photo originale, 2017).

Tableau 9: Caractères organoleptiques de l'huile essentielle de *L. officinalis*.

HE	Aspect	Couleur	Odeur
Les normes Afnor	Liquide Limpide et fluide	Jaune pâle à transparent	Fraiche et épicée
HE de la présente étude	Liquide limpide	Jaune pâle	Fraiche, fort et âcre

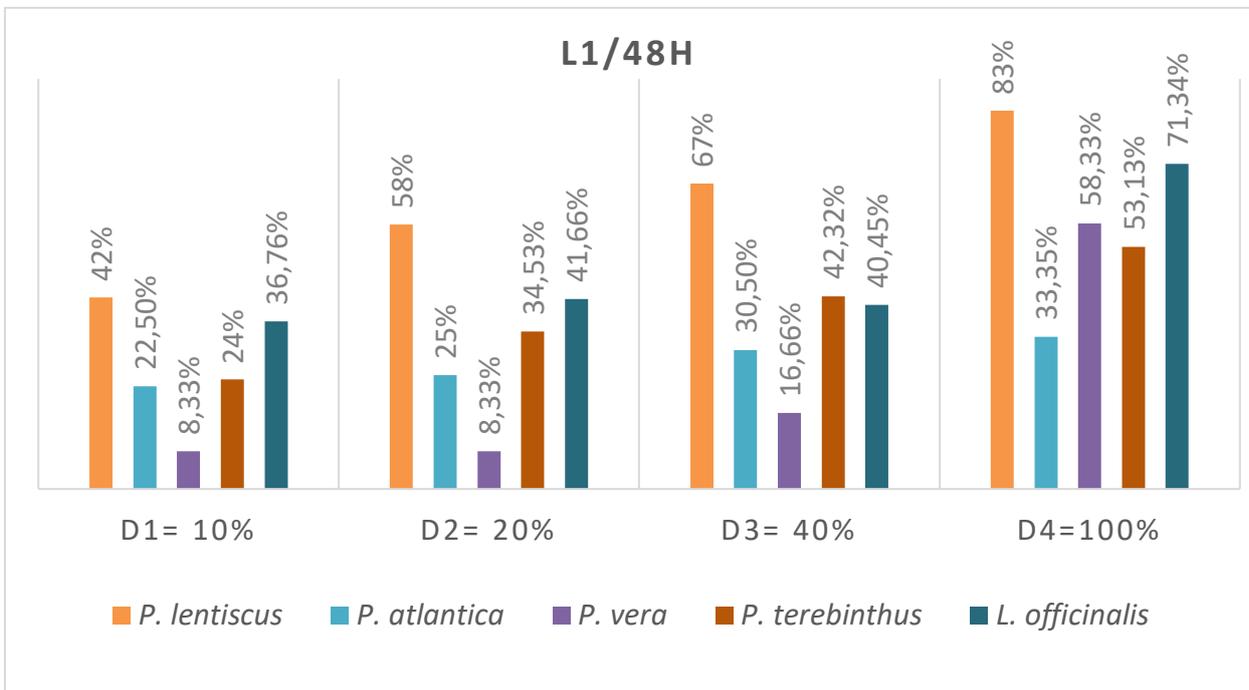
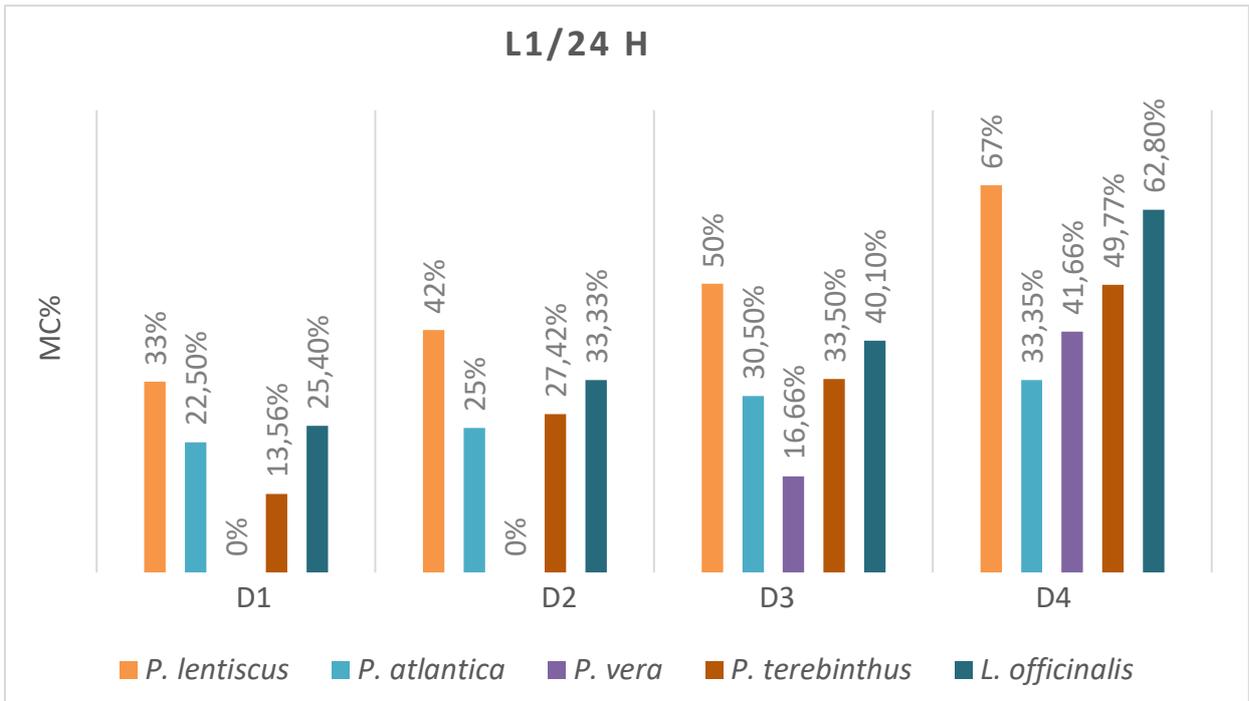
HE : huile essentielle

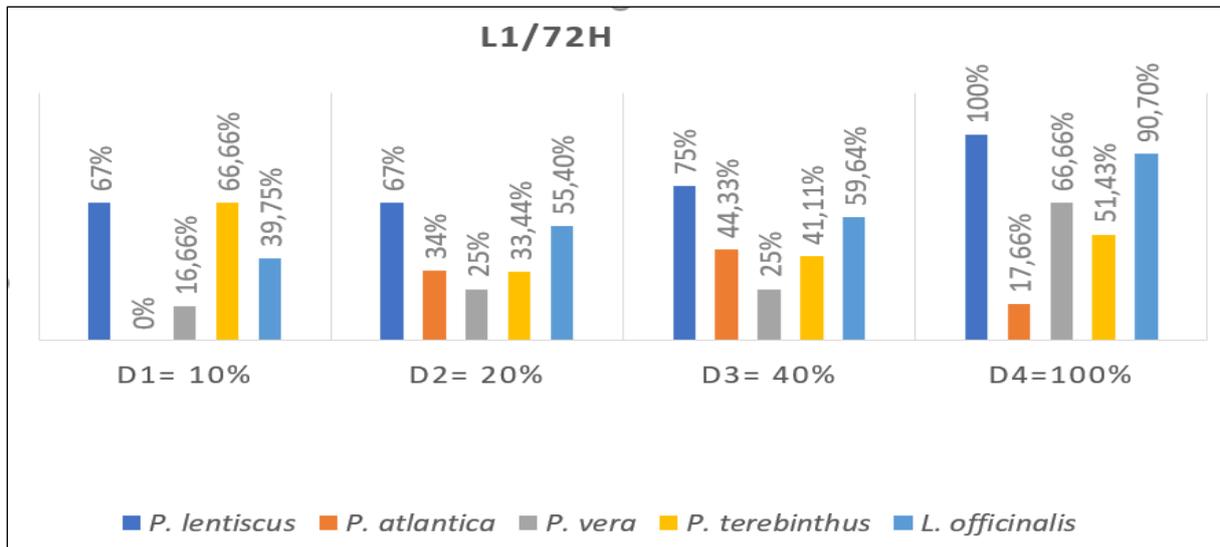
L'huile essentielle de la lavande issue par l'hydrodistillation présente un aspect liquide limpide, une couleur jaune pâle et une odeur forte, fraîche et âcre. Ces caractéristiques organoleptiques sont comparables à celles signalées par les normes Afnor.

Résultats de l'effet larvicide

#### 5.4.1. La mortalité courrigée

Les résultats de l'activité larvicide de l'extrait polyphénolique de *Pistacia lentiscus*, *P. atlantica*, *P. vera*, *P. terebinthus*, et *L. officinalis* vis-à-vis des quatres stades larvaires du *C. pipiens* sont montrés dans les figures, 47, 48, 49 et 50 les tableaux 1, 2, 3 et 4 de l'annexe7.





**Figure 47: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de premier stade L1 de *C. pipiens* après 24, 48 et 72 heures.**

D’après les résultats qu’on a obtenus, on remarque une augmentation des taux de mortalités corrigées chez les larves L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub> en fonction de variation des doses D1, D2, D3 et D4.

Les résultats obtenus montrent que l’extrait polyphénolique de quatre espèces choisies de genre *Pistacia* et l’huile essentielle de la lavande présentent une bonne activité larvicide.

➤ **Après 24h** : de traitement par l’extrait polyphénolique de *P. lentiscus*, *P. atlantica*, *P. vera* et *P. terebinthus* et par l’huile essentielle de la lavande, les résultats montrent une augmentation de mortalité corrigée avec l’augmentation de la dose soit une valeur de: 33% pour la D1, et qui atteint jusqu’à 67% pour la D4 de *P. lentiscus*, 16,5% pour la D1, et qui atteint jusqu’à 33,35% pour la D4 de *P. atlantica*, 0% pour la D1, et qui atteint jusqu’à 41,4% pour la D4 de *P. vera*, 13,56% pour la D1, et qui atteint jusqu’à 49,77% pour la D4 de *P. terebinthus* et de 25,4% pour la D1, et qui atteint jusqu’à 62,8% pour la D4 de la lavande,

➤ **Après 48h** : la mortalité corrigée augmente de : 42% pour D1, jusqu’à 83% pour la D4 de *P. lentiscus*. La mortalité corrigée est identique pour les doses D1 et D2 de l’extrait de *P. vera* soit une valeur de 9,08%, elle est s’élevé jusau’à 18,18 pour la D4.

➤ **Au bout 72h** : la mortalité corrigée atteint 67% pour la D1 et les 100% de mortalité pour la plus forte dose pour l’extrait de *P. lentiscus*, la mortalité corrigée atteint une valeur de 90% de l’huile essentiel de la lavande.



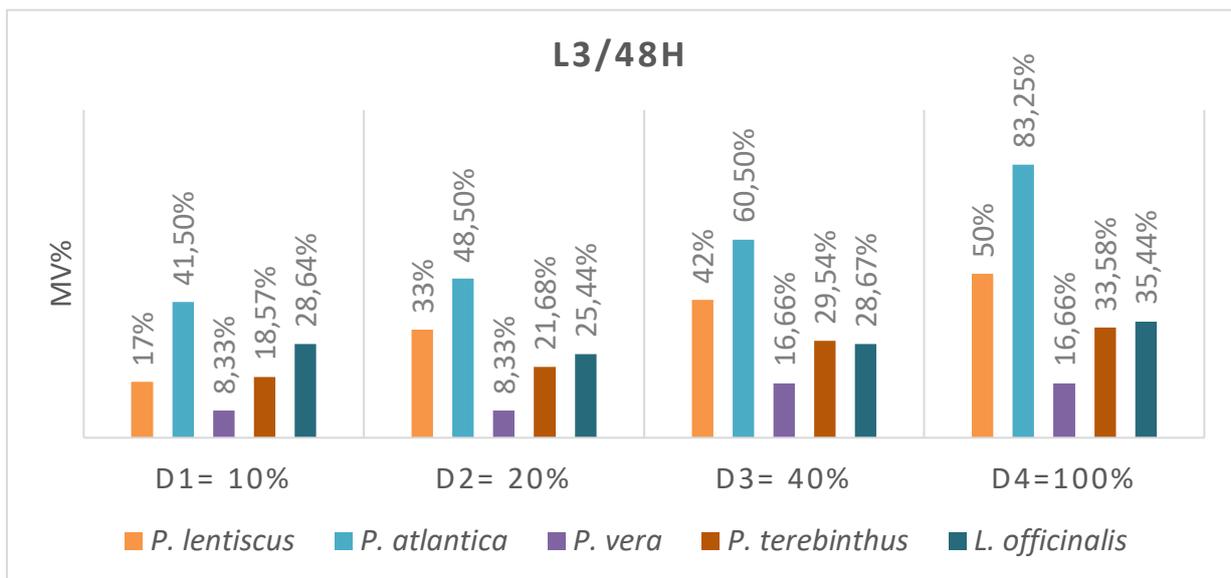
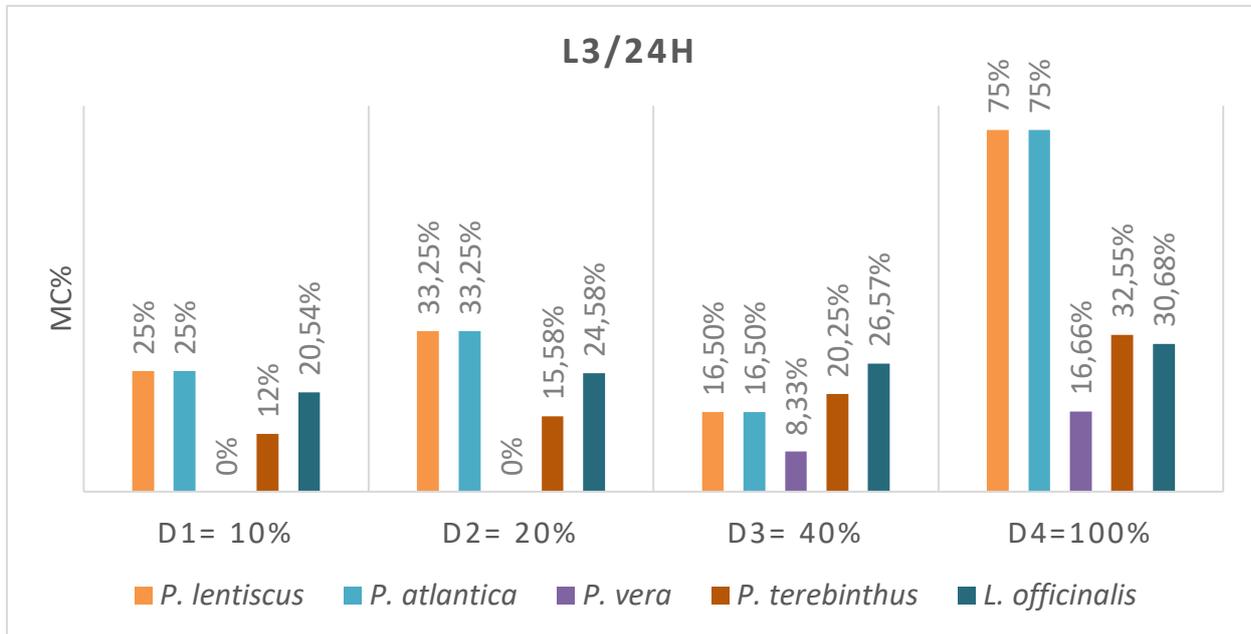
**Figure 48: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de deuxième stade L2 de *C. pipiens* après 24, 48 et 72 heures.**

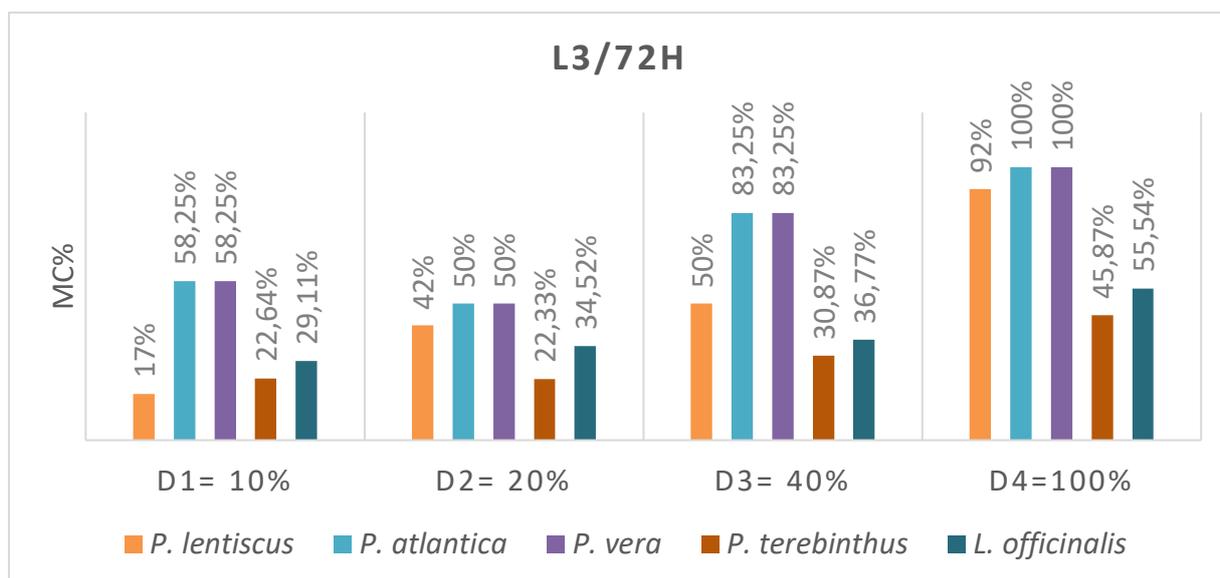
➤ **24h** après le traitement pour toutes les doses testées pour le deuxième stade larvaire L<sub>2</sub> traitées par l'extrait polyphénolique.

Concernant la D1, la mortalité corrigée est très faible pour toutes les plantes choisies soit successivement une valeur de 25%, 16.75%, 0%, 13.24% et 10.33%, elle augmente 67%, 25%, 25%, 21.67%, 36.7% pour la D3 et D4 pour l'extrait de *P. lentiscus*, *P. atlantica*, *P. vera*, *P. terebinthus* et l'huile essentielle de la lavande.

➤ Pendant 48h : la mortalité corrigée D1 est de 33%, 67% pour D2, 75% pour la D3 et elle augmente jusqu'à 83% pour la D4.

➤ Après 72h : de traitement la mortalité corrigée atteint jusqu'à 100% pour la D4 de *P. lentiscus*, l'extrait de *P. vera* est marqué la plus faible mortalité corrigée est de 41.66% pour la dose D4.





**Figure 49: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de troisième stade L3 de *C. pipiens* après 24, 48 et 72 heures.**

➤ **Après 24h** : La mortalité corrigée est faible pour les différentes doses et les différents extraits, il atteint successivement 25%, 16.66%, 32,55% et 30.68% pour la forte dose pour l'extrait phénolique de *P. lentiscus*, *P. vera*, *P. terebinthus* et *L. officinalis*. La forte mortalité a été marquée chez les larves testées par l'extrait de *P. atlantica* est de 75%, et la plus faible est de 16.66% pour *P. vera*.

➤ **48h** de traitement la mortalité augmente pour 33% pour la D2 jusqu'à 50% pour la forte dose D4 de *P. lentiscus*. Ainsi que l'augmentation de mortalité a été marquée pour tout les extraits utilisés.

➤ **Au bout de 72h**, elle augmente d'une valeur de 17% pour la D1 pour atteint 92% de mortalité du cas de traitement avec la D4 de *P. lentiscus*. Alors qu'on a marqué la plus faible MC pour l'extrait de *P. vera* de 41.66% le cas de traitement avec D4, ainsi que la plus forte Mc est 100% pour l'extrait de *P. atlantica* chez les larves traités avec D4.

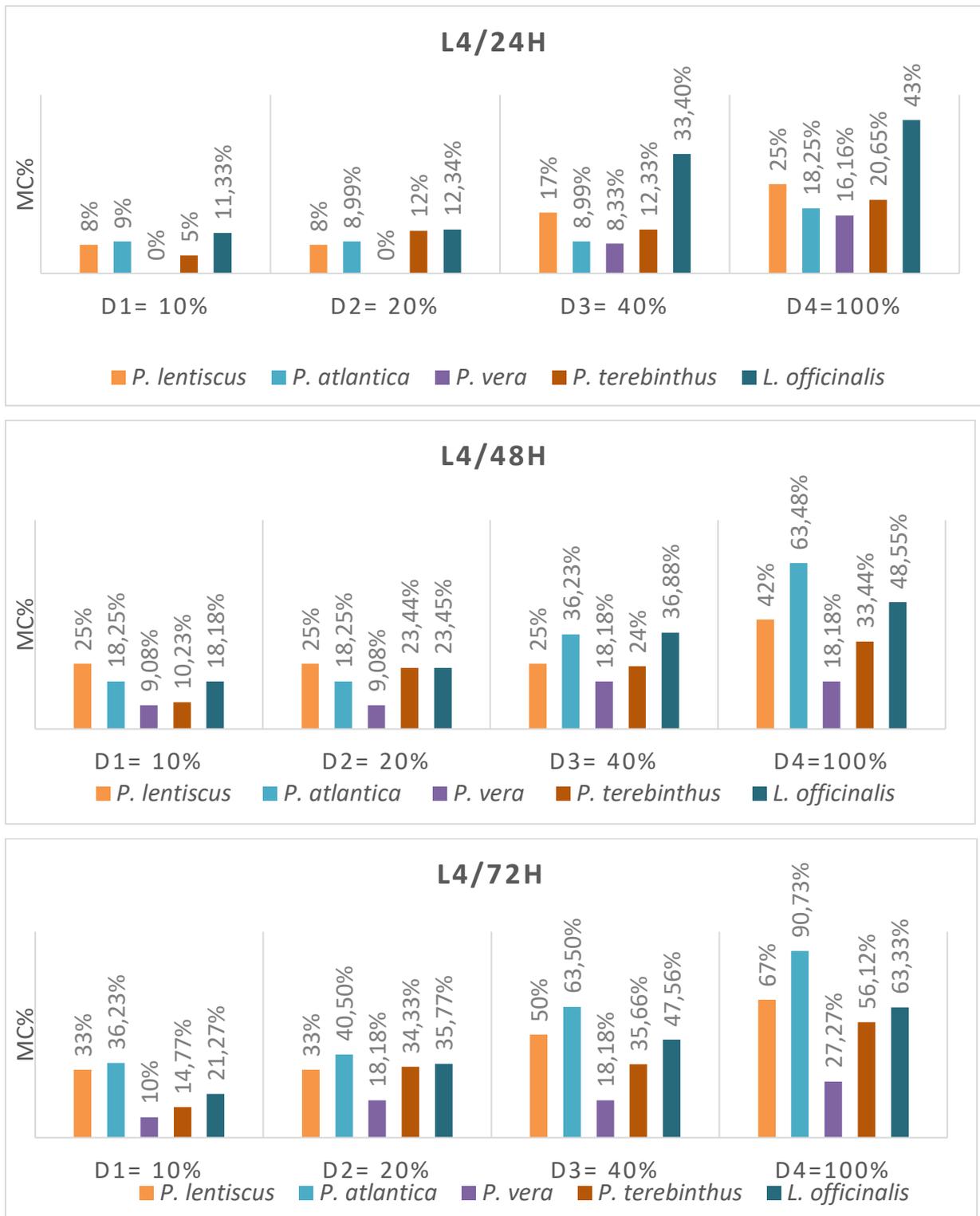


Figure 50: des histogrammes de mortalités corrigées chez les larves de quatrième stade L4 de *C. pipiens* après 24, 48 et 72 heures.

Les doses testées sur les larves de quatrième stade :

➤ **Après 24h** : le traitement par l'extrait polyphénolique de poudre de différentes espèces choisies et de l'HE de la lavande, les résultats montrent une mortalité moyenne, pour tout le traitement par l'extrait polyphénolique la mortalité corrigée est très faible soit une valeur de 8% pour D1 et elle augmente jusqu'à 25% pour la D4 pour l'extrait de *P. lentiscus*.

➤ **Pendant 48h** : la mortalité corrigée pour la D1, D2 et D3 est de 25% puis elle augmente à 42% pour la D4 pour l'extrait de *P. lentiscus*, le traitement par l'extrait de *pistacia vera* a marqué une mortalité assez faible de 8.32% pour la dose D3 et elle atteint jusqu'à 41.66%. Les résultats montrent une mortalité moyenne pour l'extrait de *P. terebinthus*, *P. atlantica* et HE de la lavande, qui sont de 18.25%, 10,23% et 18.18% pour la dose D1 et elle s'évalue à 33.44%, 63.48% et 48.55% pour la forte dose D4.

➤ **Au bout de 72h** : la mortalité des larves de L4 augmente d'une valeur de 33% pour la D1 et D2, elle atteint 50% pour la D3 jusqu'à 67% pour la D4 pour l'extrait de *P. lentiscus*. Alors que la même remarque concernant l'augmentation de la mortalité corrigée pour les autres extraits de *Pistacia* et d'HE de la lavande.

Cette étude est faite dans la wilaya de Boumerdes. Ceci est dû aux différentes conditions du milieu à savoir l'humidité, la température (la température de laboratoire).

Il est à mentionné que ces conditions ont un effet sur le pourcentage de la mortalité des différents stades larvaires de *C. pipiens*. Les résultats des essais biologiques ont montré que la mortalité des larves de *C. pipiens* traitées par des doses croissantes de l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. atlantica*, *P. vera* et HE de *L. officinalis* augmente avec l'augmentation des doses utilisées.

Ces résultats sont en accord avec ceux réalisés par Sayah et al (2014) sur les larves de moustiques *Culex pipiens* traitées par des différentes doses d'huile essentielle de *P. lentiscus* récolté au Maroc dont la mortalité augmente avec l'augmentation de la dose soit une valeur de mortalité de 14,27% pour la plus faible dose D1=10 ppm, 49,19% pour D2=60 ppm, 85,40% pour la dose D3=100 ppm et 100% pour la dose la plus forte D4= 1000 ppm.

D'après Kanem et Kaced, (2022), La plus forte concentration testée qui est de 4.15 g/l a causé une mortalité élevée de 75% pendant 72h chez les larves L4 contre une mortalité de 12.5% marquée pour la plus faible dose (0.83g/l) pendant 24h.

Pour les extraits testés par contact, l'activité larvicide la plus élevée est enregistrée pour la forte dose D4=100%. Ensuite le taux de mortalité diminue avec la baisse de la dose D1=10%. L'effet activité larvicide montre que le stade L1 et L2 les plus sensibles que d'autres stades, à cet effet Cornell et Hawkins (1995) notent que les jeunes stades sont souvent attaqués par les ennemis naturels. Il n'existe pas des travaux réalisés sur l'activité insecticide du *P. vera*. Cependant les résultats de présente étude sont en accord avec ceux de Aouadi et al., 2006 qui ont travaillé sur l'activité larvicide des extraits polyphénolique des feuilles de *P. terebinthus*. Ces mêmes auteurs montrent que les extraits polyphénolique ont une bonne activité larvicide.

D'après les résultats de mortalité en fonction du temps nous avons remarqué que la cinétique de mortalité est classique plus la dose augmente plus la mortalité augmente.

Certaines substances issues du métabolisme secondaire des végétaux sont dotées des propriétés phyto-protectrices et elles affectent considérablement le comportement des insectes phytophages sans porter préjudice à l'environnement (Benayad, 2008).

Ainsi 2000 espèces végétales appartenant à diverses familles botaniques dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées entre autres, les Rutacées et les Lamiacées (Benayad, 2008).

Depuis longtemps est connue que les extraits de plantes sont utilisés comme insecticides. En effet, nicotine, la roténone et le pyrèthre ont déjà été utilisées comme agents de lutte biologique contre les insectes (Crosby, 1966).

#### **5.4.2. Estimation de la dose létale 50 (DL<sub>50</sub>)**

La détermination des doses létales de différentes doses des extraits (phénolique ou l'huile essentiel) des plantes utilisées (*P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. atlantica*, *P. vera* et *L. officinalis*) sur les moustiques *Culicidés*, est calculé par le traçage de la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages de mortalités corrigées en fonction des doses utilisées après 24h, 48h et 72h d'observation qui nous a permis de calculer la DL<sub>50</sub>.

**5.4.2.1. *Pistacia lentiscus* :** les résultats de l'estimation de la dose létale médiane (DL<sub>50</sub>) pour l'extrait polyphénolique sur les différents stades larvaires après 24, 48 et 72 heures sont présentés dans les figures (Fig. 51, 52, 53 et 54 et Tab.10.)

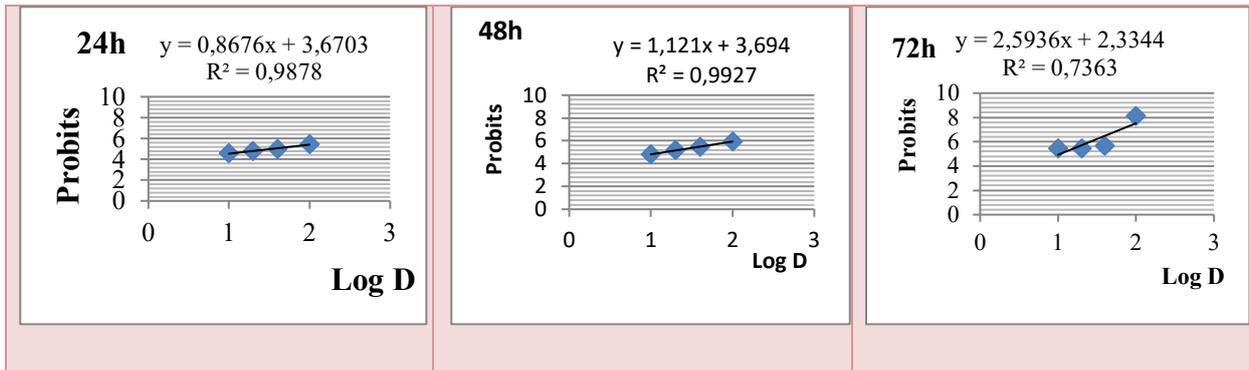


Figure 51: droite de régression : droite de Probits en fonction du logarithme des doses chez L1 pendant 24h, 48h et 72h.

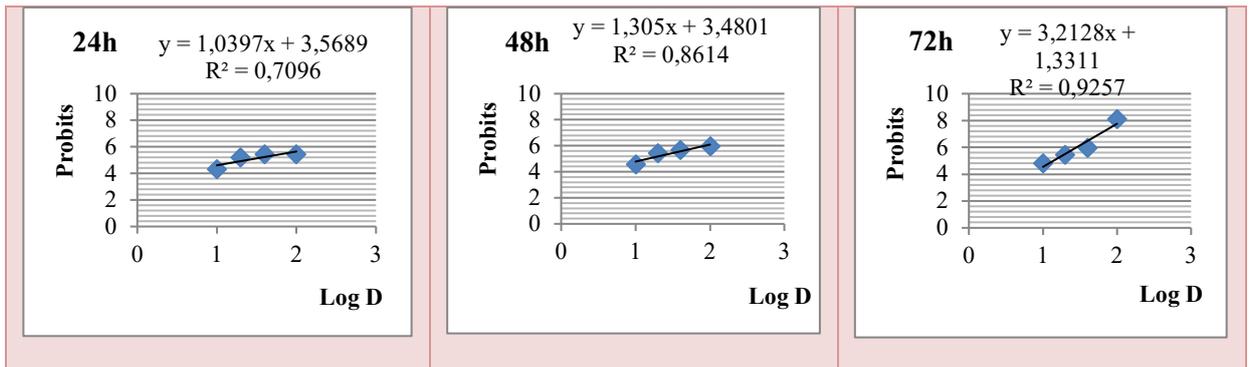


Figure 52: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L2 pendant 24h, 48h et 72h.

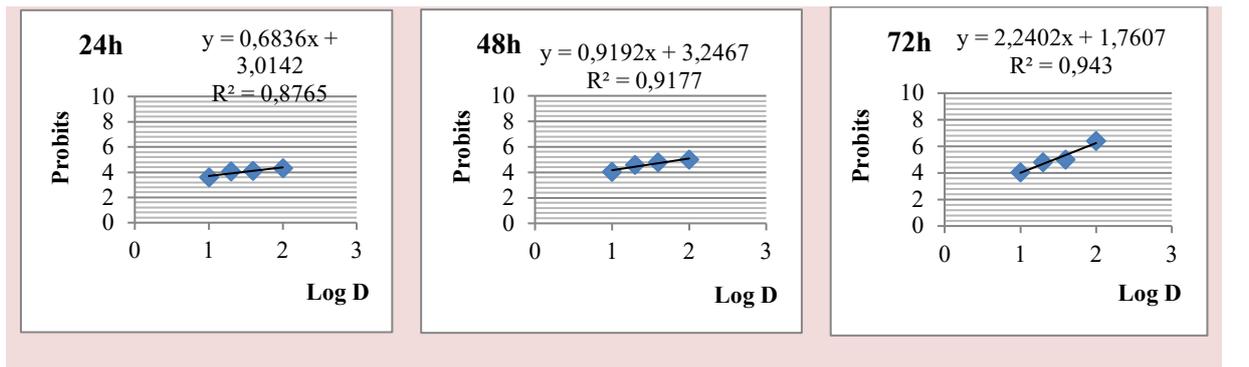


Figure 53: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h.

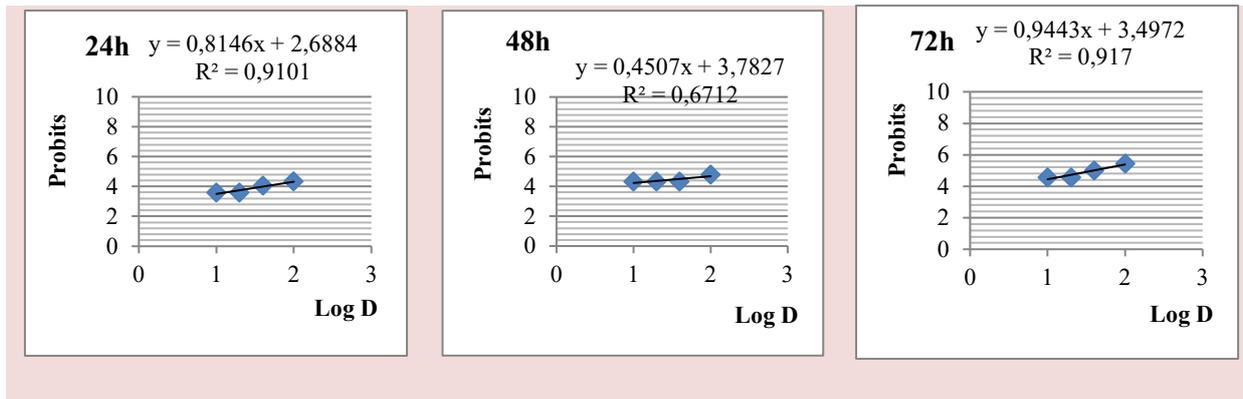


Figure 54 : droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h.

Tableau 10: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de *P. lentiscus* sur le taux de mortalité des différents stades larvaires du *C. pipiens*.

Stade larvaire	Temps	Equation de droite de régression	La DL50	R	$\leq R \geq 1$
L <sub>1</sub>	24h	$Y = 0,8676 x + 3,6703$ $R^2 = 0,9878$	33,88 mg/ml	R = 0,99	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 1,121 x + 3,694$ $R^2 = 0,9927$	14,45 mg/ml	R = 0,99	$0 \leq R \leq 1$
	72h	$Y = 2,5936 x + 2,3344$ $R^2 = 0,7363$	10,47 mg/ml	R = 0,85	$0 \leq R \leq 1$
L <sub>2</sub>	24h	$Y = 1,0397 x + 3,5689$ $R^2 = 0,7096$	23,44 mg/ml	R = 0,84	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 1,305 x + 3,4801$ $R^2 = 0,8614$	14,45 mg/ml	R = 0,92	$0 \leq R \leq 1$
	72h	$Y = 3,2128 x + 1,3311$ $R^2 = 0,9257$	13,80 mg/ml	R = 0,96	$0 \leq R \leq 1$
L <sub>3</sub>	24h	$Y = 0,6836 x + 3,0142$ $R^2 = 0,8765$	794,32 mg/ml	R = 0,93	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 0,9192 x + 3,2467$ $R^2 = 0,8592$	79,43 mg/ml	R = 0,95	$0 \leq R \leq 1$
	72h	$Y = 2,2402 x + 1,7607$ $R^2 = 0,943$	27,54 mg/ml	R = 0,97	$0 \leq R \leq 1$
L <sub>4</sub>	24h	$Y = 0,8146 x + 2,6884$ $R^2 = 0,9101$	676,08mg/ml	R = 0,95	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 0,4507 x + 3,7827$ $R^2 = 0,6712$	501,18mg/ml	R = 0,81	$0 \leq R \leq 1$
	72h	$Y = 0,9443 x + 3,4972$ $R^2 = 0,917$	38,90 mg/ml	R = 0,95	$0 \leq R \leq 1$

R : Coefficient de détermination

DL 50 : La dose létale pour tuer 50%des individus de la population.

La relation qui lie la mortalité à la dose est bien justifiée, par les valeurs du coefficient de corrélation (R) attribuables à chaque un jour, deux jours et trois jours pour les deux méthodes. A partir de ces équations nous avons calculé la DL50.

D'après le tableau 15 les résultats exposent que  $0 \leq R \leq 1$  donc les corrélations sont positives.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait polyphénolique présente une activité larvicide avec une dose létale de 10,47 mg/ml pour L<sub>1</sub>, 13,80 mg/ml pour L<sub>2</sub>, 27,54 mg/ml pour L<sub>3</sub> et 38,90 mg/ml pour le quatrième stade larvaire de *C. pipiens* après 72h d'exposition. A cet effet Sayah et al (2014), ajoutent que *P. lentiscus* présente une activité larvicide intéressante avec DL50 de 62 ppm et DL90 de 120 ppm après 24h d'exposition.

Cette activité peut s'exprimer par sa composition chimique qui est dominée par les compositions monoterpénique, limonène connus par leurs effets larvicide.

**5.4.2.2. Pistacia atlantica** : les résultats de l'estimation de la dose létale pour tuer 50% des larves pour l'extrait polyphénolique sur les différents stades larvaires après 24, 48 et 72 heures sont présentés dans les figures suivantes (Fig. 55, 56, 57 et 58) et le tableau 11.

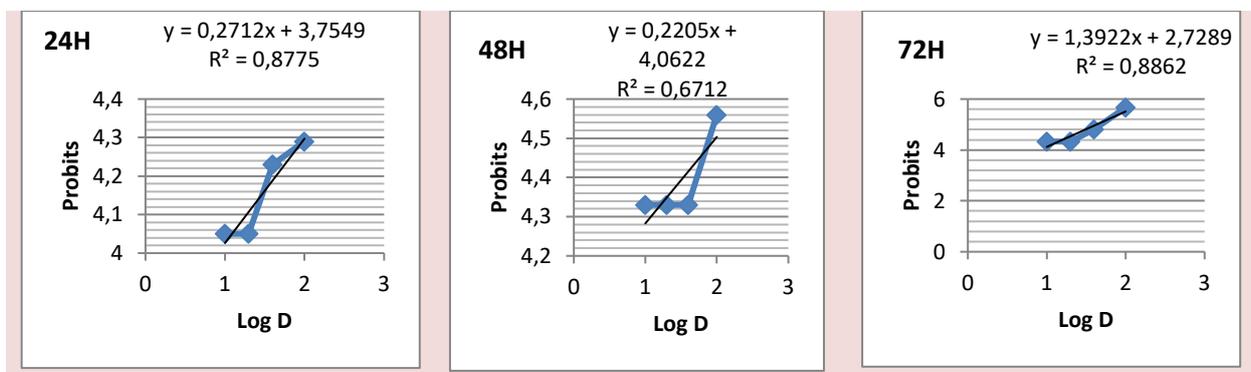


Figure 55: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L1 et pendant 24h, 48h et 72h.

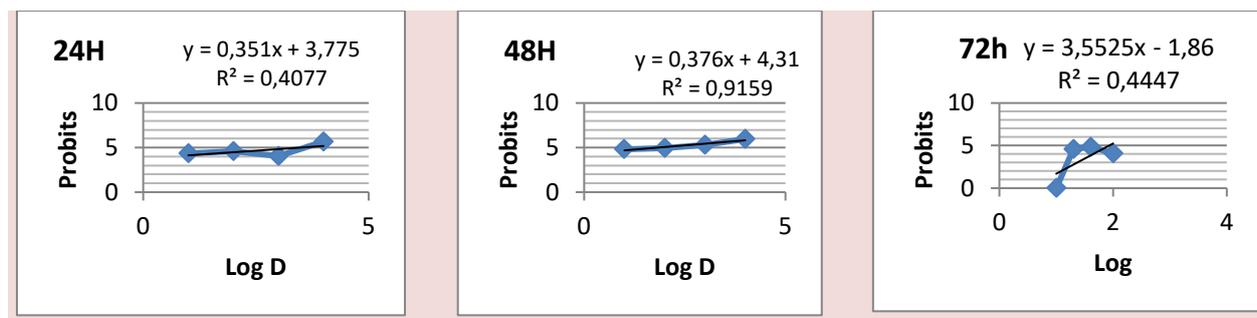


Figure 56: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L2 et pendant 24h, 48h et 72h.

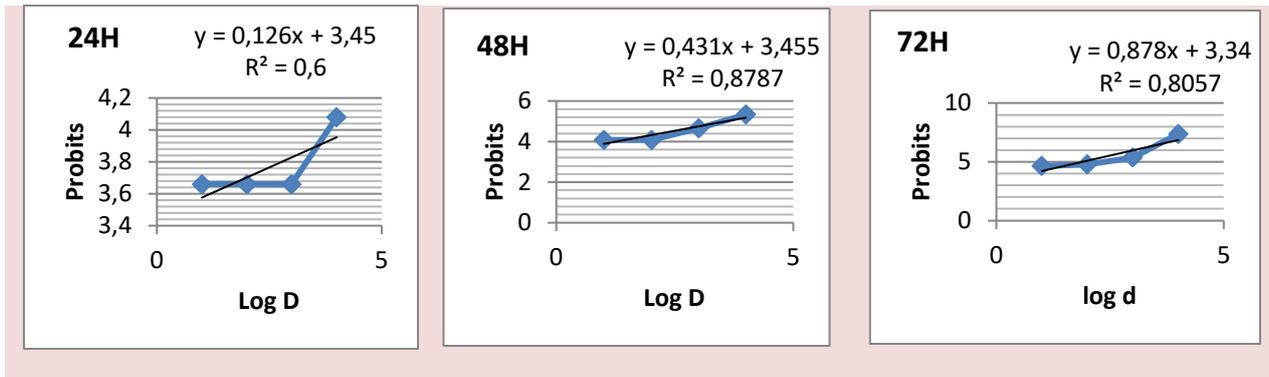


Figure 57: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h.

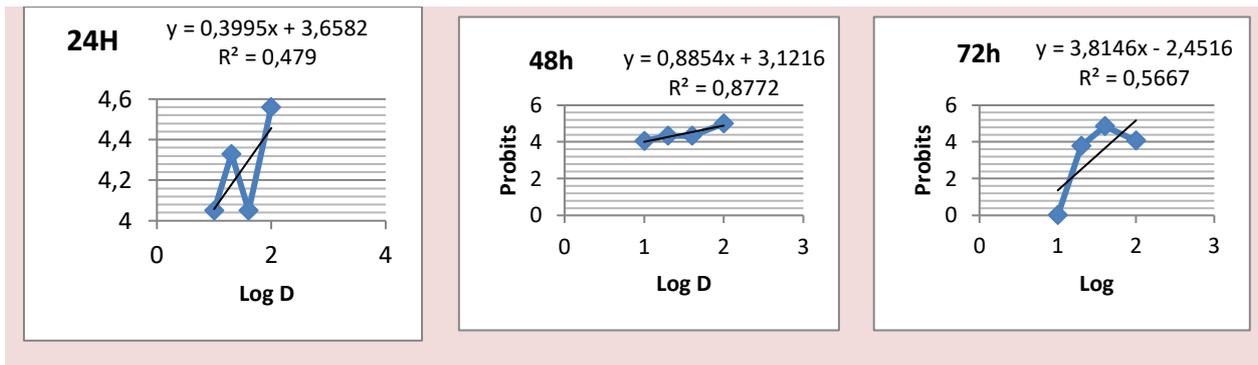


Figure 58: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme des doses chez L4 et pendant 24h, 48h et 72h.

Tableau 11: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de *P. atlantica* sur la mortalité des différents stades larvaires du *C. pipiens*.

Stade larvaire	Temps	Equation de droite de régression	La DL50	R	≤R≥
L <sub>1</sub>	24h	$Y = 0,399x + 3,658$ $R^2 = 0,479$	2290.86mg/ml	R = 0,99	0≤R≥1
	48h	$Y = 0,885x + 3,121$ $R^2 = 0,877$	131.82 mg/ml	R = 0,99	0≤R≥1
	72h	$Y = 3,814x - 2,451$ $R^2 = 0,566$	89.12mg/ml	R = 0,85	0≤R≥1
L <sub>2</sub>	24h	$Y = 0,271x + 3,754$ $R^2 = 0,877$	38904.51mg/ml	R = 0,84	0≤R≥1
	48h	$Y = 0,220x + 4,062$ $R^2 = 0,671$	18197mg/ml	R = 0,92	0≤R≥1
	72h	$Y = 1,392x + 2,728$ $R^2 = 0,886$	51.88mg/ml	R = 0,96	0≤R≥1
	24h	$Y = 0,351x + 3,775$ $R^2 = 0,407$	3090.29 mg/ml	R = 0,93	0≤R≥1

L <sub>3</sub>	48h	Y = 0,376x + 4,31 R <sup>2</sup> = 0,915	67.60 mg/ml	R = 0,95	0 ≤ R ≤ 1
	72h	Y = 0,746x + 4,015 R <sup>2</sup> = 0,803	20.89 mg/ml	R = 0,97	0 ≤ R ≤ 1
L <sub>4</sub>	24h	Y = 0,856x + 3,45 R <sup>2</sup> = 0,6	61.65mg/ml	R = 0,95	0 ≤ R ≤ 1
	48h	Y = 0,431x + 3,455 R <sup>2</sup> = 0,878	3801.89mg/ml	R = 0,81	0 ≤ R ≤ 1
	72h	Y = 0,878x + 3,34 R <sup>2</sup> = 0,805	77.62 mg/ml	R = 0,95	0 ≤ R ≤ 1

**R** : Coefficient de détermination

**DL 50** : La dose létale pour tuer 50%des individus de la population.

La corrélation qui lie la mortalité à la dose est bien confirmée, par les valeurs du coefficient de corrélation (R) attribuables à chaque 24h, 48h et 72 heures.

A partir de ces équations nous avons calculé la DL50 :

Le tableau 11 montre que toutes les corrélations sont positives,  $0 \leq R \leq 1$ , de même Aoudi et al, (2016) signalent une corrélation positive sur *P. terbinthus*.

Il est observé une DL50 très élevée 38904.51mg/ml pendant 24h puis elle s'améliore jusqu'à 18197 mg/ml pour 48h, et une DL50 de 51,88mg/ml Pendant 72 heures pour les larves de deuxième stade.

Aoudit et al., (2016) ont obtenu la DL50 égale à 18,67mg/ml pendant 24h. Par contre pour 48h la valeur est de 20,58mg/ml et ces mêmes auteurs notent une DL50 de 11, 36mg/ml pendant 72h.

L'examen des DL50 montre que les larves des moustiques culicidés traitées par l'extrait des feuilles de *Pistacia atlantica* présente une très bonne valeur de 20,89 mg/ml après 72h de traitement contre les larves L<sub>3</sub>. Toutes les corrélations de la présente étude sont positives  $0 \leq R \leq 1$ , les résultats obtenus par Aoudi et al., (2016) sont en accord avec la présente étude, ils signalent une corrélation positive su *Pistacia terebinthus* soit une DL50 au 1<sup>er</sup> jour de 35,10mg/ml et une DL50 au 2<sup>ème</sup> jour de 33,79mg/ml et de 22,69mg/ml pour le 3<sup>ème</sup> jour pour le même stade.

**5.4.2.3. *Pistacia vera*** : les résultats de l'estimation de la dose létale pour tuer 50% des larves n pour l'extrait polyphénolique sur les différents stades larvaires après 24, 48 et 72 heures sont présentés dans les figures suivantes (Fig. 59, 60, 61 et 62) et le tableau 12.

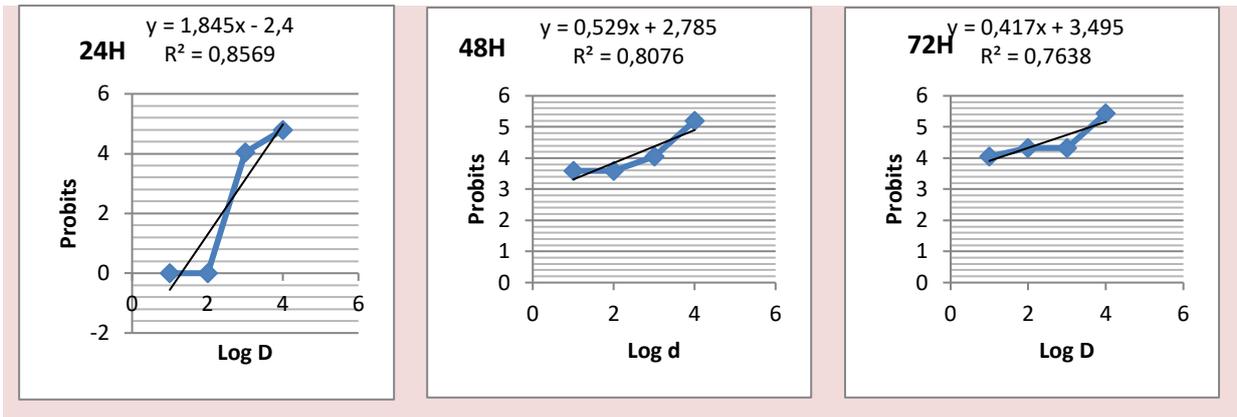


Figure 59: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L1 pendant 24h, 48h et 72h.

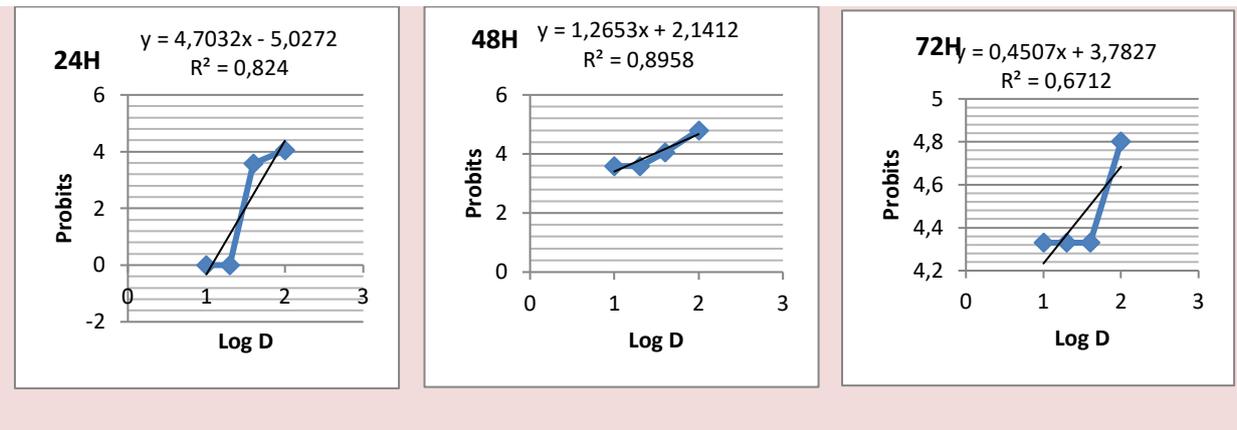
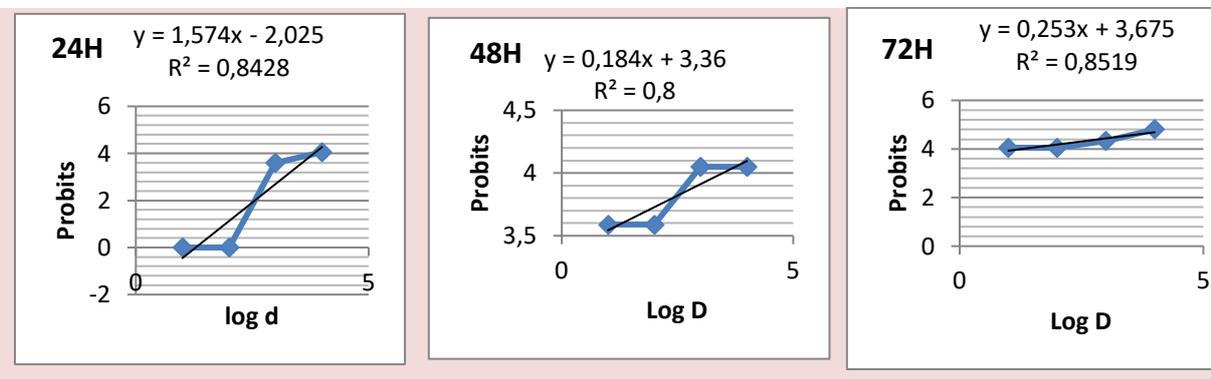
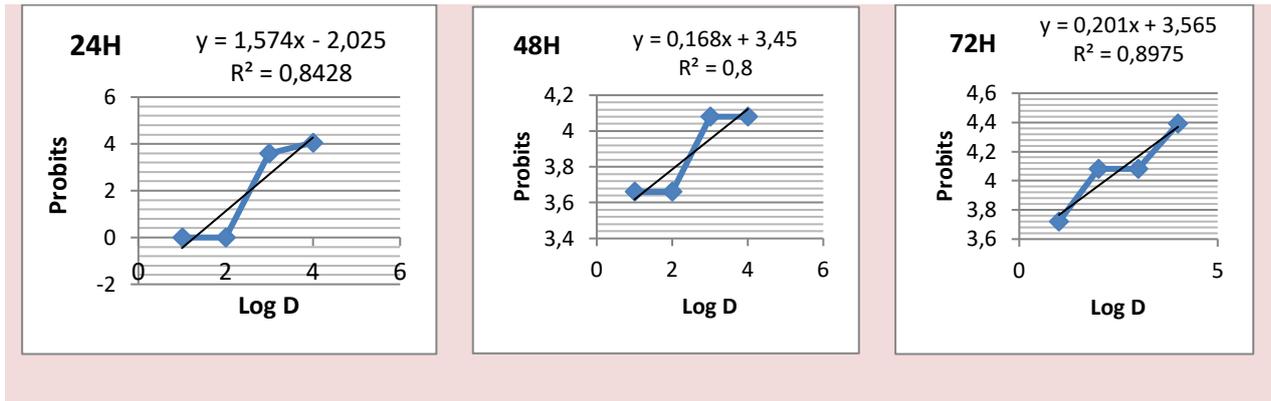


Figure 60 : droite de régression : probits en fonction du log doses chez L2 pendant 24h, 48h et 72h.



**Figure 61: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h.**



**Figure 62: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h.**

**Tableau 12: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de *P. vera* sur le taux de mortalité des différents stades larvaires du *C. pipiens*.**

Stade larvaire	Temps	Equation de droite de régression	La DL50	R	$0 \leq R \leq 1$
L <sub>1</sub>	24h	$Y = 1,845x - 2,4$ $R^2 = 0,856$	25.11 mg/ml	R = 0,99	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 0,529x + 2,785$ $R^2 = 0,807$	58.88 mg/ml	R = 0,99	$0 \leq R \leq 1$
	72h	$Y = 0,417x + 3,495$ $R^2 = 0,763$	51.28 mg/ml	R = 0,85	$0 \leq R \leq 1$
L <sub>2</sub>	24h	$y = 4,703x - 5,027$ $R^2 = 0,824$	131.82 mg/ml	R = 0,84	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 1,265x + 2,141$ $R^2 = 0,895$	181.97 mg/ml	R = 0,92	$0 \leq R \leq 1$
	72h	$Y = 0,450x + 3,782$ $R^2 = 0,671$	501.18 mg/ml	R = 0,96	$0 \leq R \leq 1$
L <sub>3</sub>	24h	$Y = 1,574x - 2,025$ $R^2 = 0,842$	77.62mg/ml	R = 0,93	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 0,84x + 3,36$ $R^2 = 0,8$	89.12 mg/ml	R = 0,95	$0 \leq R \leq 1$
	72h	$Y = 0,53x + 3,675$ $R^2 = 0,851$	316.22 mg/ml	R = 0,97	$0 \leq R \leq 1$
L <sub>4</sub>	24h	$Y = 1,574x - 2,025$ $R^2 = 0,842$	77.62mg/ml	R = 0,95	$0 \leq R \leq 1$
	48h	$Y = 0,68x + 3,45$ $R^2 = 0,8$	186.20mg/ml	R = 0,81	$0 \leq R \leq 1$

	72h	$Y = 0,201x + 3,565$ $R^2 = 0,897$	501.18mg/ml	R = 0,95	$0 \leq R \leq 1$
--	-----	---------------------------------------	-------------	----------	-------------------

**R** : Coefficient de détermination

**DL 50** : La dose létale pour tuer 50%des individus de la population.

La relation qui lie la mortalité corrigée à la dose est bien justifiée, par les valeurs du coefficient de corrélation (R) attribuables à chaque 24h, 48h et 72 heures. La dose létale au bout de laquelle 50% des larves L1 traitées sont mortes, elle diffère par apport de la dose, on a enregistré une DL50 importante après 24 heures de traitement qui est de 25.11 mg/ml, tandis qu'elle est de 58.88 mg/ml au bout de 48h et la DL50 a été obtenue après 72 heures soit une valeur de 51.28 mg/ml.

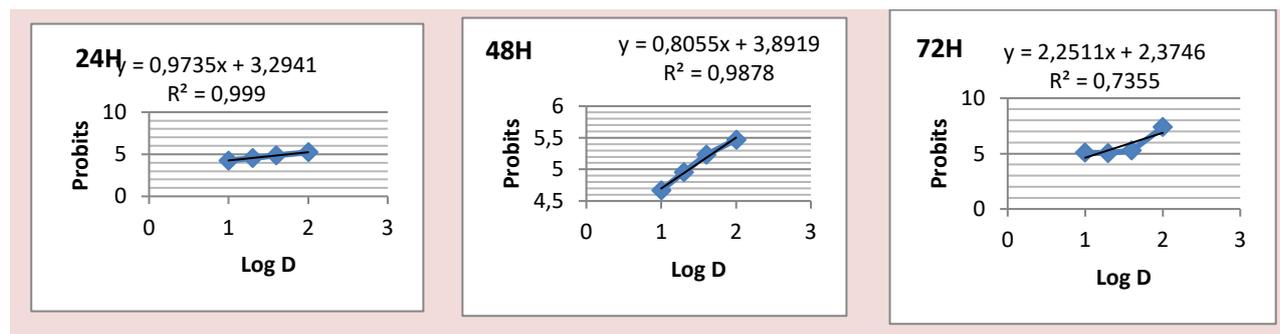
Une dose de 131.82 mg/ml tue de 50% d'individus des larves de 2<sup>ème</sup> stade au bout de 24h, les doses de 181.97 mg/ml et de 501,18 mg/ml les tuent respectivement au bout de 48h et 72heurs.

D'après le tableau 17, il est à signaler que la plus basse valeur de la dose létale médiane DL50 qui est de 25.11 mg/ml et la plus forte valeur est de 501.18 mg/ml qui tuent respectivement au bout de 72h et 24h, 50% des larves L1, L2 et L4.

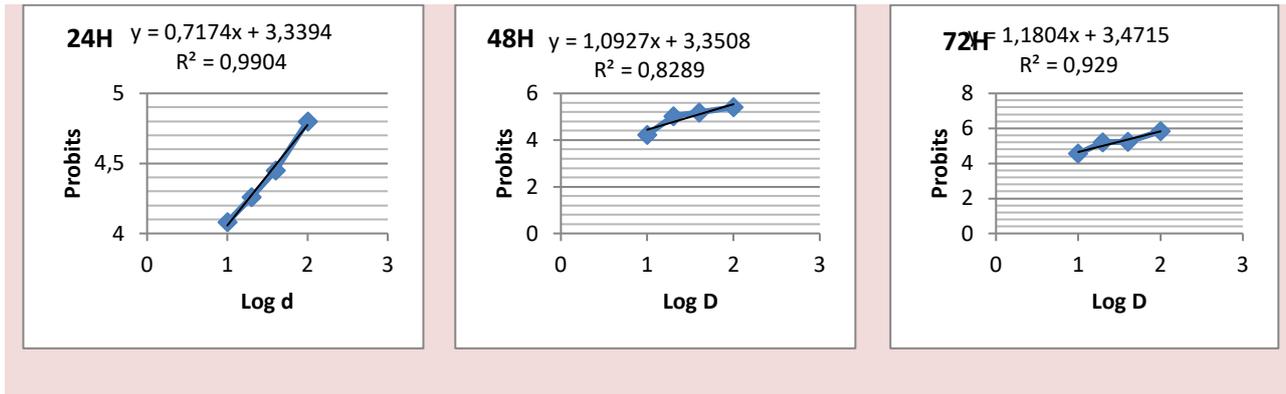
La dose létale des larves de 3<sup>ème</sup> stade est de 77.62 mg/ml après 24heures. Tandis qu'elle est de 89.12mg/ml après 48h et la bonne valeur de DL50 est de 316.22 mg/ml qui a été obtenue après 72h de traitement.

Le coefficient de corrélation rapproche de 1 donc La dose létale pour tuer 50% des individus montre que toutes les corrélations sont positives.

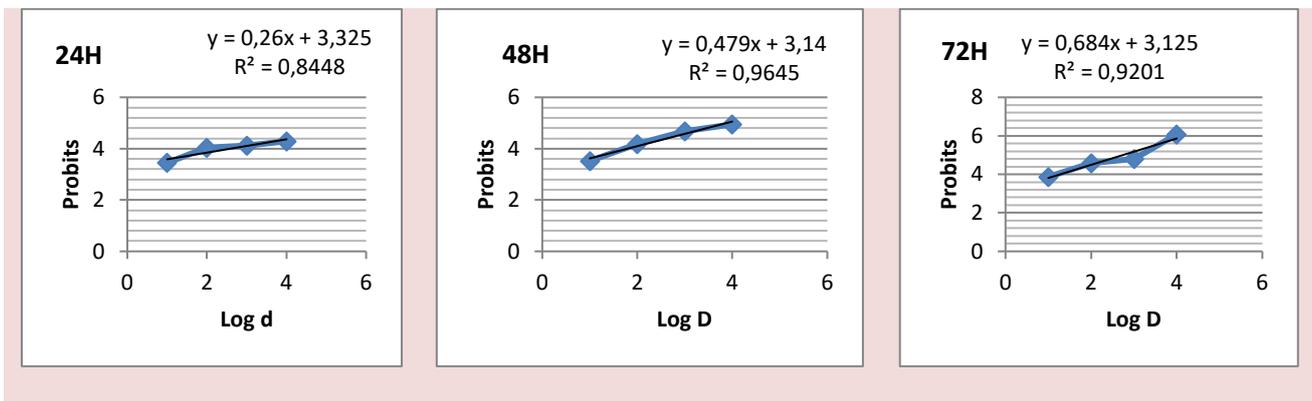
**5.4.2.4. *Pisacia Terebinthus*** : les résultats de l'estimation de la dose létale pour tuer 50% des larves pour l'extrait polyphénolique sur les différents stades larvaires après 24, 48 et 72 heures sont présentés dans les figures (Fig. 63, 64, 65) et le tableau 13.



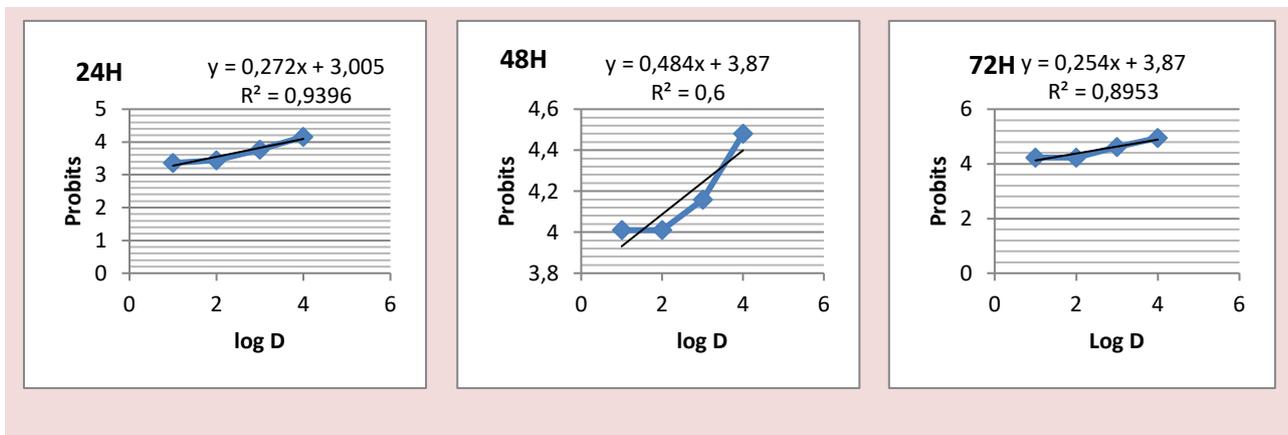
**Figure 63: droite de régression : probits en fonction du logarithme des doses pour L1 pendant 24h, 48h et 72h.**



**Figure 64: droite de régression : probits en fonction du logarithme des doses pour L2 pendant 24h, 48h et 72h.**



**Figure 65: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h.**



**Figure 66: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h.**

**Tableau 13: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de *P. Terbinthus* sur la mortalité des différents stades larvaires du *C. pipiens*.**

Stade larvaire	Temps	Equation de droite de régression	La DL50	R	0≤R≥1
L <sub>1</sub>	24h	Y= 1,038x + 2,943 R <sup>2</sup> = 0,977	95.49 mg/ml	R = 0,99	0≤R≥1
	48h	Y = 0,771x + 3,556 R <sup>2</sup> = 0,986	74.13 mg/ml	R = 0,99	0≤R≥1
	72h	Y = 0,701x + 3,867 R <sup>2</sup> = 0,991	40.73 mg/ml	R = 0,85	0≤R≥1
L <sub>2</sub>	24h	Y = 0,872x + 3,028 R <sup>2</sup> = 0,954	181.97 mg/ml	R = 0,84	0≤R≥1
	48h	Y = 0,853x + 3,205 R <sup>2</sup> = 0,895	125.89 mg/ml	R = 0,92	0≤R≥1
	72h	Y = 0,769x + 3,447 R <sup>2</sup> = 0,967	102.32 mg/ml	R = 0,96	0≤R≥1
L <sub>3</sub>	24h	Y = 0,554x + 2,395 R <sup>2</sup> = 0,989	50118.72 mg/ml	R = 0,93	0≤R≥1
	48h	Y = 0,466x + 3,94 R <sup>2</sup> = 0,972	213.79 mg/ml	R = 0,95	0≤R≥1
	72h	Y = 0,521x + 3,94 R <sup>2</sup> = 0,84	123.02 mg/ml	R = 0,97	0≤R≥1
L <sub>4</sub>	24h	Y = 0,49x + 3,175 R <sup>2</sup> = 0,894	144.54mg/ml	R = 0,95	0≤R≥1
	48h	Y = 0,55x + 3,57 R <sup>2</sup> = 0,875	398.1mg/ml	R = 0,81	0≤R≥1
	72h	Y = 0,362x + 3,68 R <sup>2</sup> = 0,919	131.82 mg/ml	R = 0,95	0≤R≥1

**R** : Coefficient de détermination

**DL 50** : La dose létale pour tuer 50%des individus de la population.

La relation qui lie la mortalité à la dose est bien justifiée, par les valeurs du coefficient de corrélation (R) attribuables à chaque un jour, deux jours et trois jours pour les deux méthodes. A partir de ces équations nous avons calculé la DL50.

D'après le tableau 18, il est remarqué que 0≤R≥1 donc les corrélations sont positives.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait polyphénolique présente une activité larvicide avec une dose létale de 40.73 mg/ml pour L<sub>1</sub> après le troisième jour, 102.32mg/ml pour L<sub>2</sub>, 123.02mg/ml pour L<sub>3</sub> et 131.82 mg/ml pour le stade larvaire L<sub>4</sub> de *C. pipiens* après 72h d'exposition. A cet effet Aoudit et al., (2016) ajoutent que *P. terebinthus* présente une activité

larvicide intéressante avec la DL50 égale à 18,67mg/ml pendant 24h. Par contre pour 48h la valeur est de 20,58mg/ml et ces mêmes auteurs notent une DL50 de 11,36mg/ml pendant 72h.

Cette activité peut s'expliquer par la composition chimique qui est dominée par les compositions monoterpénique, limonène connus par leurs effets larvicide.

Le tableau 18 montre que toutes les corrélations sont positives,  $0 \leq R \leq 1$ , de même Aoudi et al, (2016) signalent une corrélation positive sur *P. terbinthus*.

**5.4.2.5. *Lavandula Officinalis* :** les résultats de l'estimation de la dose létale pour tuer 50% des larves pour l'extrait polyphénolique sur les différents stades larvaires après 24, 48 et 72 heures sont présentés dans les figures (Fig. 66, 67, 68, 69 et 70) et le tableau 14.

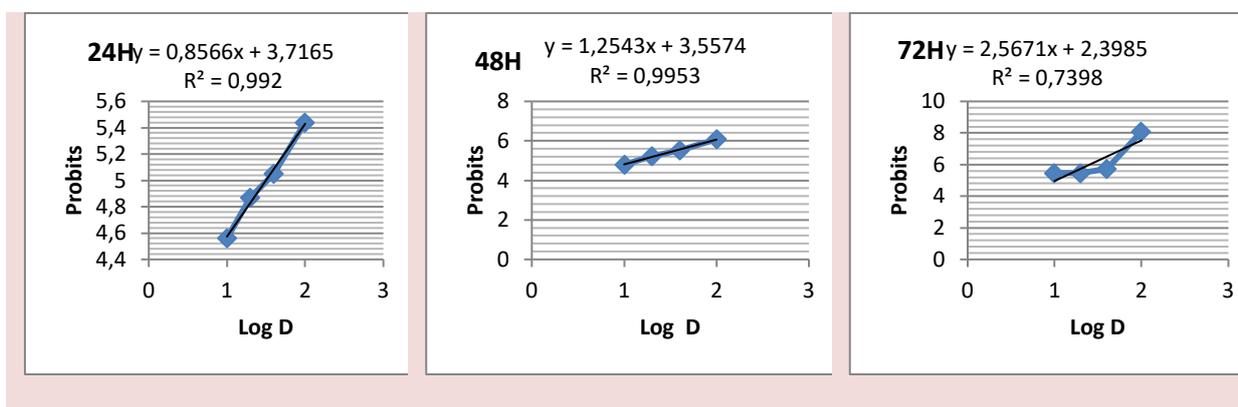


Figure 67: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L1 pendant 24h, 48h et 72h.

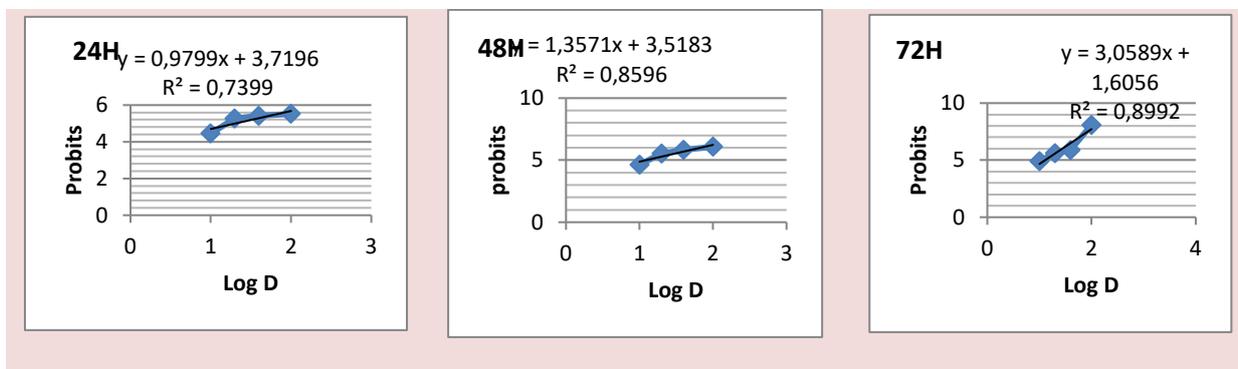


Figure 68 : droite de régression : probits en fonction du log doses chez L2 pendant 24h, 48h et 72h.

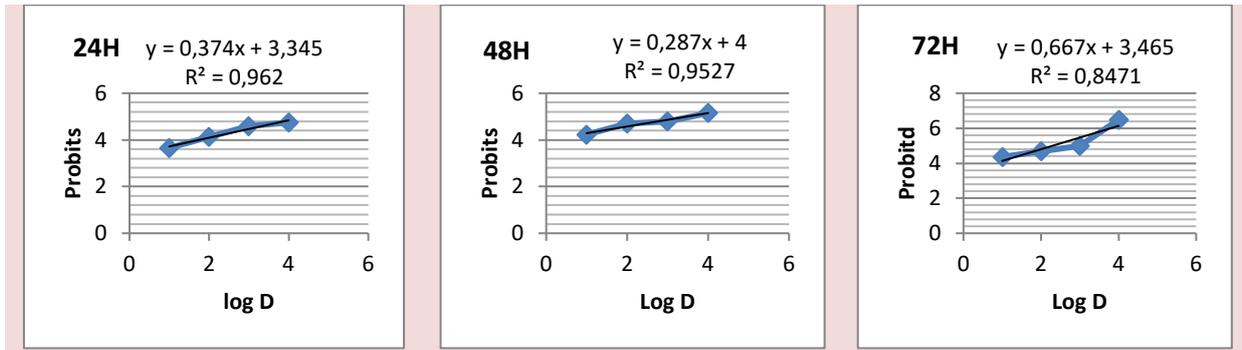


Figure 69: droite de régression : probits en fonction du log doses chez L3 pendant 24h, 48h et 72h.

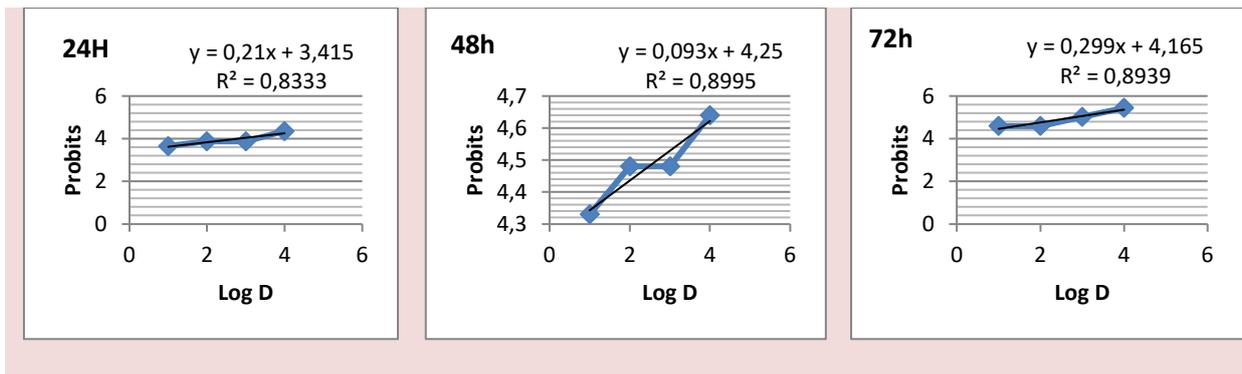


Figure 70: droite de régression : droite de probits en fonction du log des doses chez L4 pendant 24h, 48h et 72h.

Tableau 14: Récapitulatif des analyses de l'effet des doses testées de *L. officinalis* sur la mortalité des différents stades larvaires du *C. pipiens*.

Stade larvaire	Temps	Equation de droite de régression	La DL50	R	$\leq R \geq 1$
L <sub>1</sub>	24h	$Y = 0,856 x + 3,716$ $R^2 = 0,992$	31.62 mg/ml	R = 0,99	$0 \leq R \geq 1$
	48h	$Y = 1,254 x + 3,557$ $R^2 = 0,995$	14.12 mg/ml	R = 0,99	$0 \leq R \geq 1$
	72h	$Y = 2,567 x + 2,398$ $R^2 = 0,739$	10.23 mg/ml	R = 0,85	$0 \leq R \geq 1$
L <sub>2</sub>	24h	$Y = 0,979 x + 3,719$ $R^2 = 0,739$	19.95 mg/ml	R = 0,84	$0 \leq R \geq 1$
	48h	$Y = 1,357 x + 3,518$ $R^2 = 0,859$	12.3 mg/ml	R = 0,92	$0 \leq R \geq 1$
	72h	$Y = 3,058x + 1,605$ $R^2 = 0,899$	12.88 mg/ml	R = 0,96	$0 \leq R \geq 1$
	24h	$Y = 0,374x + 3,0345$ $R^2 = 0,962$	177827.94mg/ml	R = 0,93	$0 \leq R \geq 1$

L <sub>3</sub>	48h	Y = 0,287 x + 4 R <sup>2</sup> =0,952	3019.95mg/ml	R = 0,95	0≤R≥1
	72h	Y= 0.667 x + 3.465 R <sup>2</sup> = 0,847	199.52 mg/ml	R = 0,97	0≤R≥1
L <sub>4</sub>	24h	Y=0,21 x + 3,415 R <sup>2</sup> = 0,833	158489.31mg/ml	R = 0,95	0≤R≥1
	48h	Y=0,093 x + 4.25 R <sup>2</sup> = 0,899	11254.58mg/ml	R = 0,81	0≤R≥1
	72h	Y =0.299 x + 4.165 R <sup>2</sup> = 0,893	616.59 mg/ml	R = 0,95	0≤R≥1

**R** : Coefficient de détermination

**DL 50** : La dose létale pour tuer 50%des individus de la population.

La relation qui lie la mortalité à la dose est bien justifiée, par les valeurs du coefficient de corrélation (R) attribuables à chaque un jour, deux jours et trois jours pour les deux méthodes. A partir de ces équations nous avons calculé la DL50.

D’après le tableau 19, il est remarqué que  $0 \leq R \leq 1$  donc les corrélations sont positives.

Les résultats obtenus montrent que l’huile essentielle présente une activité larvicide avec une dose létale de 10.23 mg/ml pour L<sub>1</sub> après le troisième jour, 12.3mg/ml pour L<sub>2</sub>, 199.52 mg/ml pour L<sub>3</sub> et 616.59 mg/ml pour le stade larvaire L<sub>4</sub> de *C. pipiens* après 72h d’exposition. A cet effet Kanem et Kaced., (2022), la droite de régression après 24 h de traitement des larves est formée :  $Y=1,588x + 3,822$  avec un coefficient de corrélation  $R^2 = 0,742$ . La concentration de la *L. officinalis* permettant de réduire la population de larves de *C. pipiens* de 50 % (DL50) qui est égale à 5.49g/l. Après un temps d’exposition de 48h, la droite de régression est de la forme :  $Y=1.713x + 4.021$  avec  $R^2=0.897$ . Dans ce cas 50% des larves sont éliminées lorsqu’une concentration de 3.71g/l est appliquée, la droite de régression après un temps d’exposition de 72h est de la forme :  $Y=2.083x + 4.052$  avec un coefficient de corrélation  $R^2=0.824$ . La mortalité de 50% des larves dans ce cas est assurée par la concentration de 2.81g/l.

Le tableau 19 montre que toutes les corrélations sont positives,  $0 \leq R \leq 1$ , de même Kanem et Kaced., (2022), signalent une corrélation positive sur *L. officinalis*.

#### 5.4.3. Estimation du temps léthal 50 (TL50)

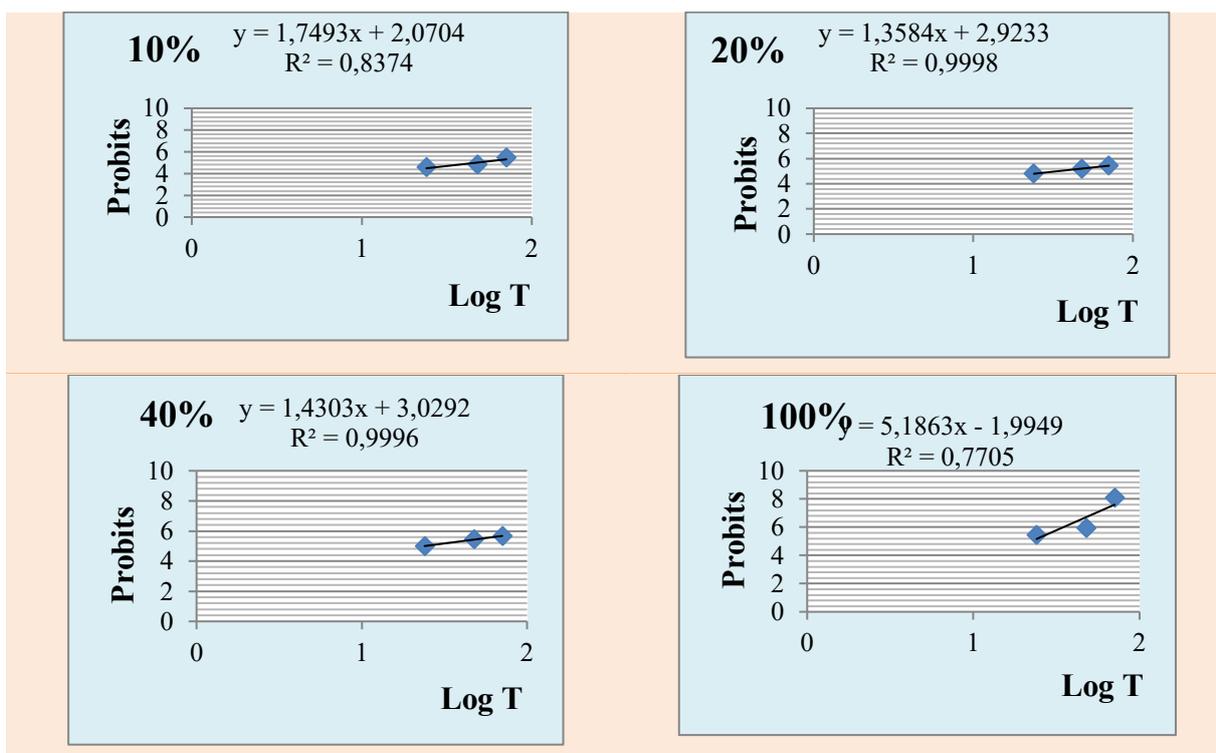
L’estimation des temps létaux 50 (TL50) est effectuée en dressant, la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages en fonction des logarithmes des temps

de traitement. Les méthodes d'analyse de survie permettent d'associer la fréquence et le délai de survie de l'événement étudié qui est la mort des larves *C. pipiens*.

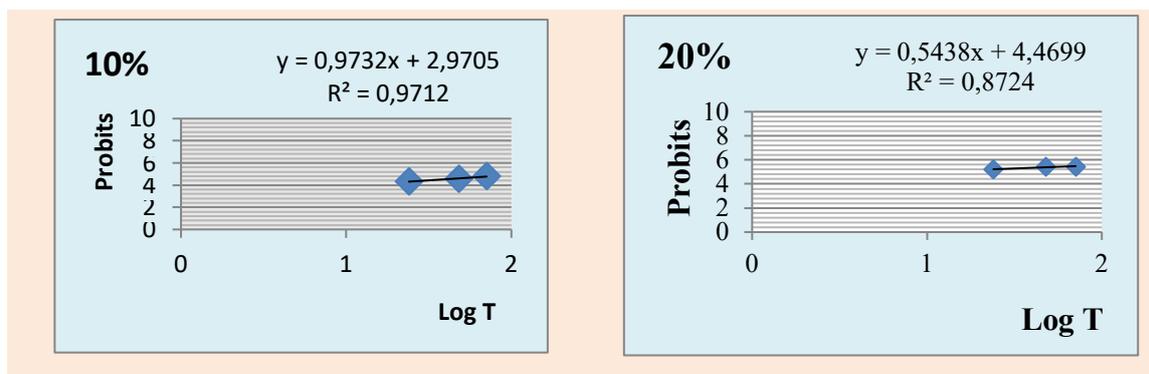
Le temps qui s'écoule entre le traitement et la date de la dernière observation est étudiée. Au dernier jour du comptage le nombre de survivants est noté.

Le temps calculé varie d'une dose à une autre.

**5.4.3.1. *Pistacia lentiscus* :** les figures (71, 72, 73 et 74) et le tableau 15 montrent le temps létal 50 pour tuer 50% des larves.



**Figure 71: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testées chez les larves L1.**



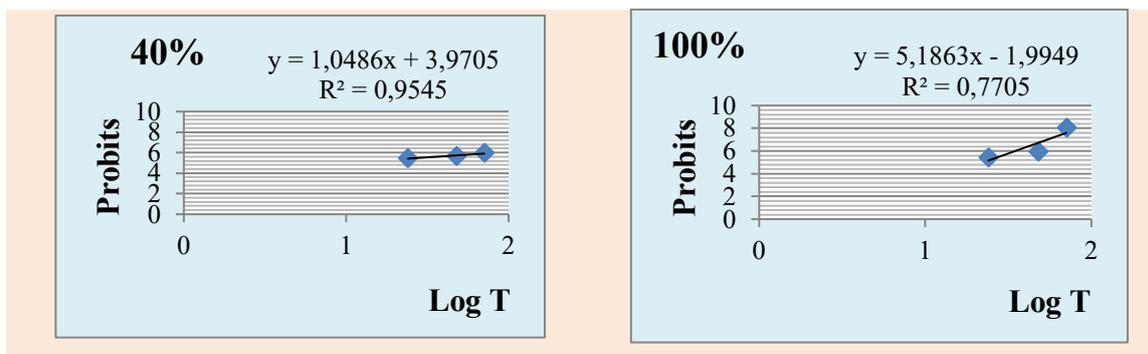


Figure 72: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme de temps pour les doses testées chez les larves L2.

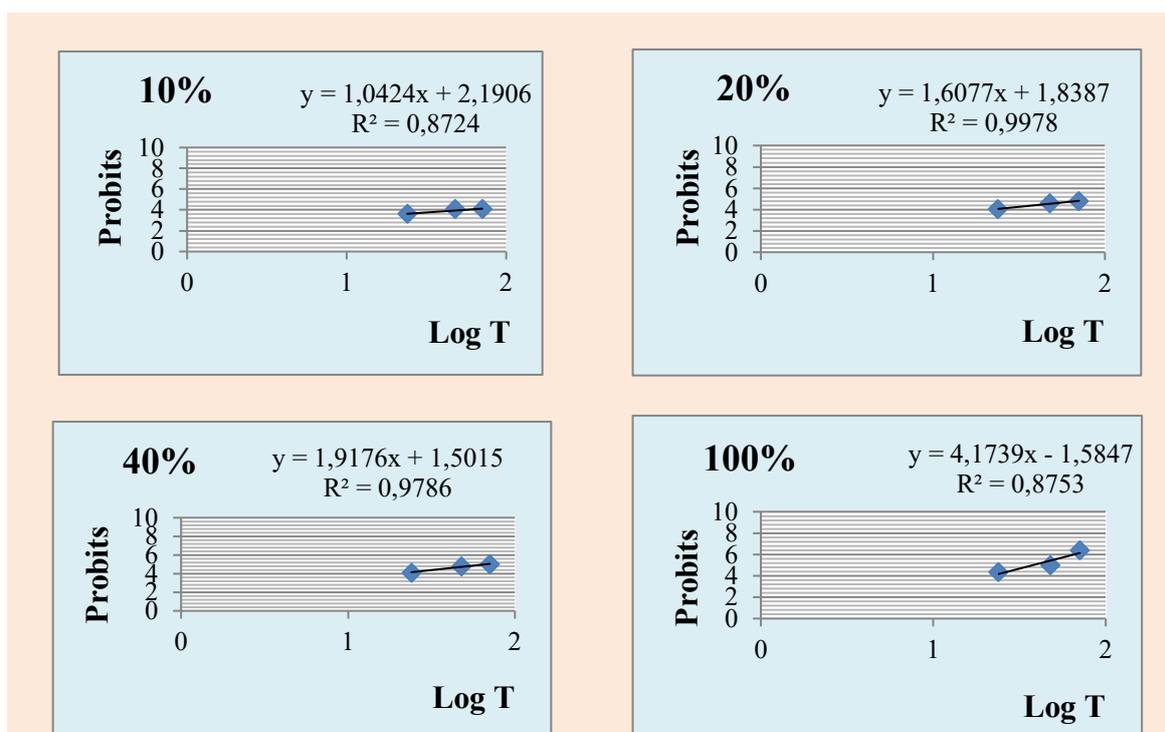
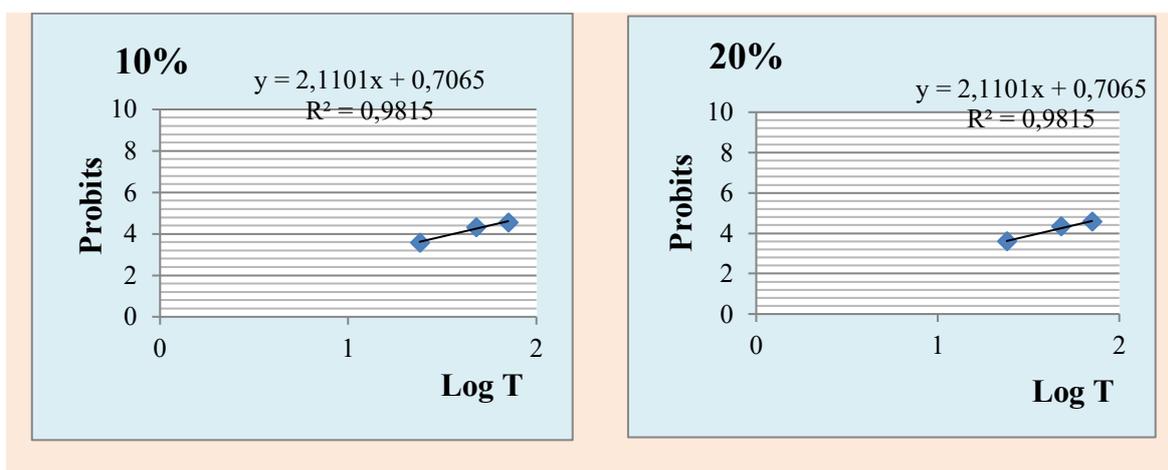


Figure 73: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testées chez les larves L3.



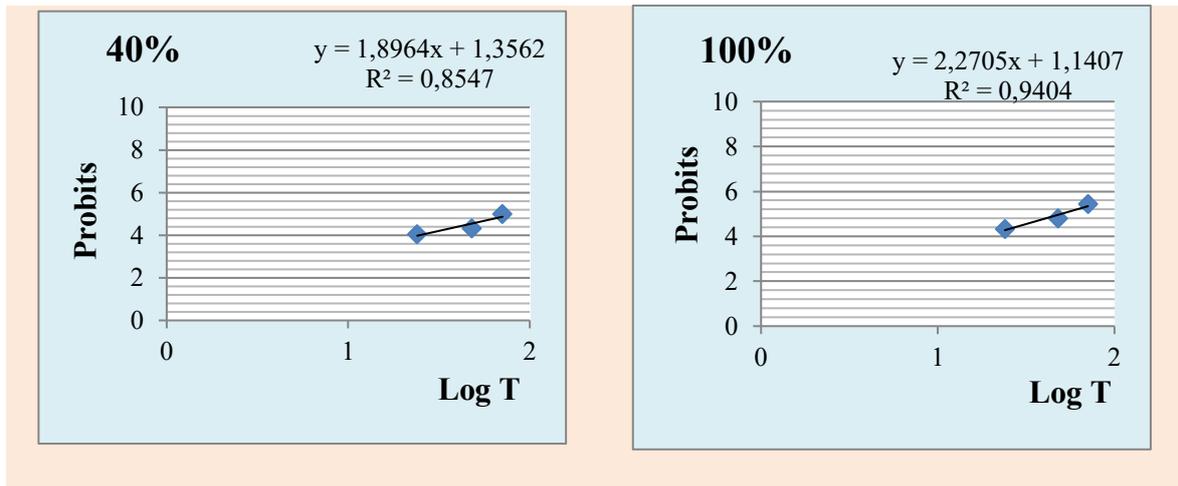


Figure 74: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testés chezles larves L4.

Tableau 15: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour l'extrait polyphénolique du lentisque.

Stade larvaire	Dose	L'équation de la droite de régression linéaire	TL50
L <sub>1</sub>	10%	$Y = 1,7493 x + 2,0702 (R^2 = 0,8374)$	46,77 heures
	20%	$Y = 1,3584 x + 2,9233 (R^2 = 0,9998)$	33,11 heures
	40%	$Y = 1,4303 x + 3,0292 (R^2 = 0,9996)$	23,44 heures
	100%	$Y = 5,1863 x - 1,9949 (R^2 = 0,7705)$	21,87 heures
L <sub>2</sub>	10%	$Y = 0,9732 x + 2,9705 (R^2 = 0,9712)$	120,22 heures
	20%	$Y = 0,5438 x + 4,4699 (R^2 = 0,8724)$	<b>9,33 heures</b>
	40%	$Y = 1,0486 x + 3,9705 (R^2 = 0,9545)$	<b>9,54 heures</b>
	100%	$Y = 5,1863 x - 1,9949 (R^2 = 0,7705)$	21,87 heures
L <sub>3</sub>	10%	$Y = 1,0424 x + 2,1906 (R^2 = 0,8724)$	489,44 heures
	20%	$Y = 1,6077 x + 1,8387 (R^2 = 0,9978)$	91,20 heures
	40%	$Y = 1,9176 x + 1,5015 (R^2 = 0,9786)$	66,06 heures
	100%	$Y = 4,1739 x - 1,5847 (R^2 = 0,8753)$	37,15 heures
L <sub>4</sub>	10%	$Y = 2,1101 x + 0,7065 (R^2 = 0,9815)$	107,15 heures
	20%	$Y = 2,1101 x + 0,7065 (R^2 = 0,9815)$	107,15 heures
	40%	$Y = 1,8964 x + 1,3562 (R^2 = 0,8547)$	83,17 heures
	100%	$Y = 2,2705 x + 1,1407 (R^2 = 0,9404)$	48,97 heures

TL : Temps léthal.

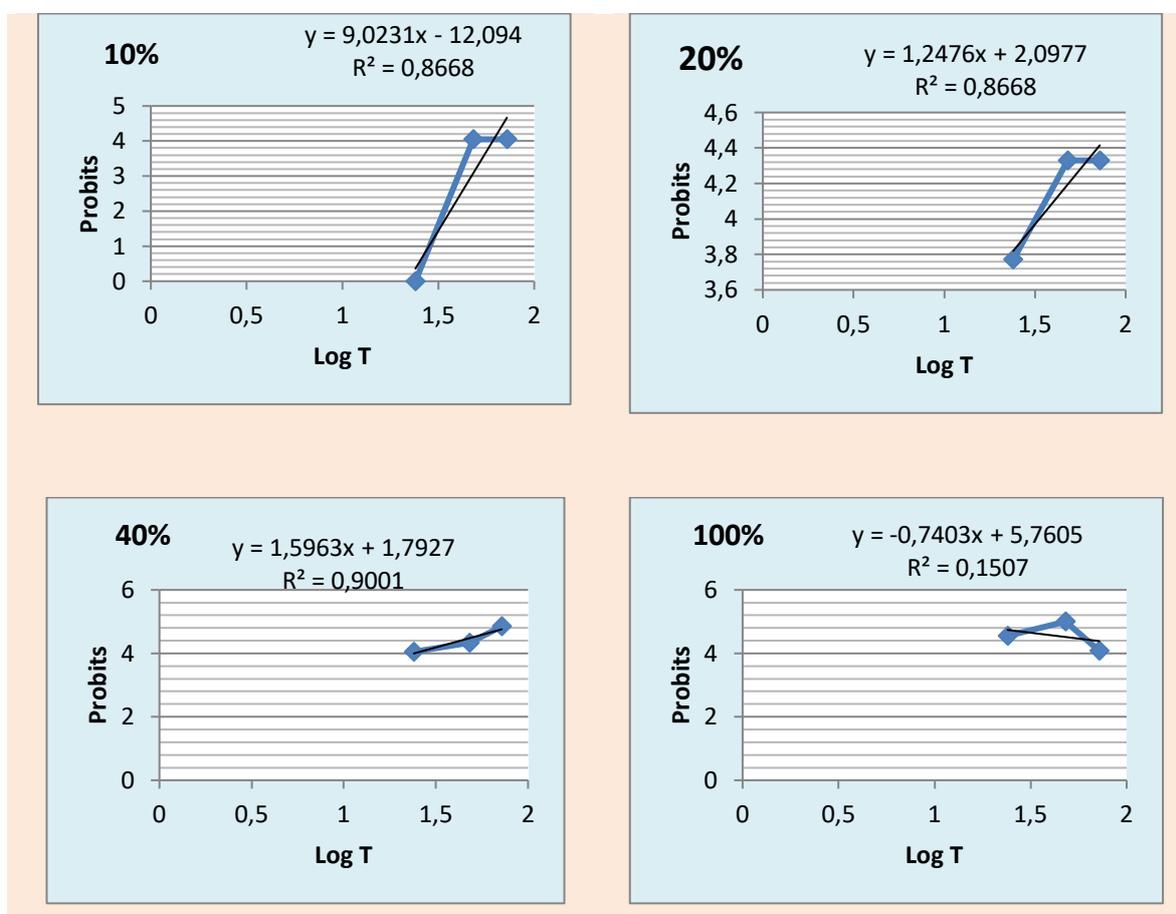
Les résultats montrent que le temps léthal 50 le plus court et le mieux toxique pour les trois stades larvaires L<sub>1</sub>, L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub> correspondant respectivement à 21,87 heures, 37,15 heures et

48,97 heures pour la même dose de traitement (D4 =100%). Par ailleurs le temps le plus court pour le stade larvaire L2 le TL50 qui est de 9,33 heures (D2=20%).

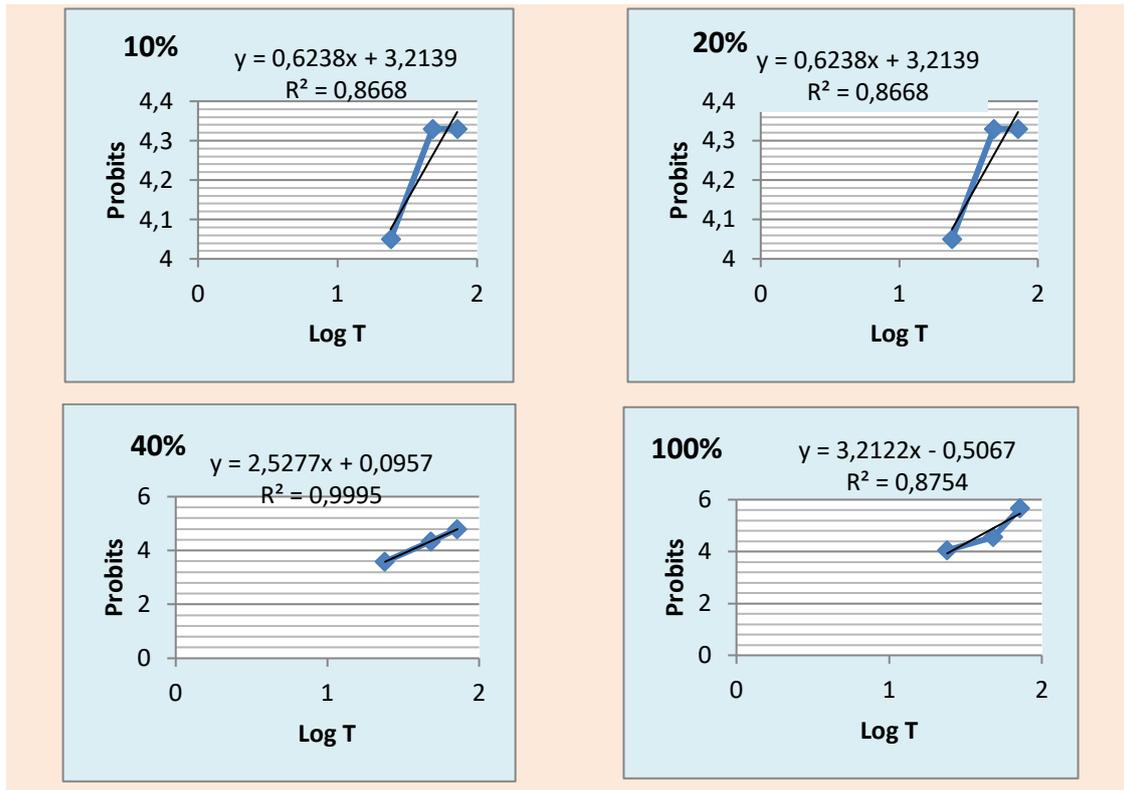
Le TL50 le plus long est enregistré chez tous les stades larvaires pour la dose D1=10%, pour L<sub>1</sub> il est de 46,77 heures, L<sub>2</sub> est de 120,22 heures, L<sub>3</sub> est de 489,44 heures et pour L<sub>4</sub> est de 107,15 heures.

Ces résultats sont différents à ceux réalisés par Grinia et al (2015), sur les larves de *Tuta absoluta* traitées par l'extrait polyphénolique de *P. terebinthus* récoltés à Boumerdès soit la valeur de TL50 la plus toxique pour L<sub>1</sub> est de 15,25 heures, L<sub>2</sub> = 22,50 h, L<sub>3</sub> = 28,75 h et L<sub>4</sub> = 26,50h pour D3 = 100% ainsi que le TL50 le plus élevé est de 45,16 h.

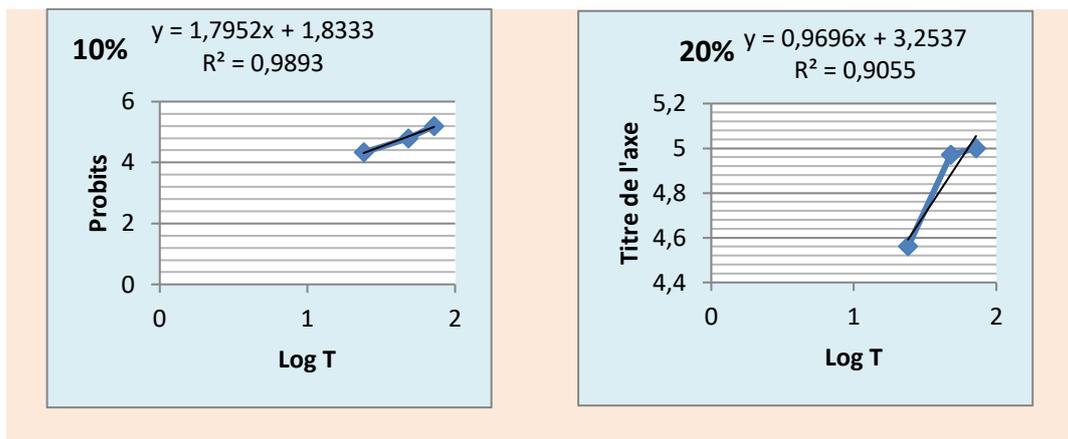
**5.4.3.2. *Pistacia Atlantica* :** les figures (75, 76, 77 et 78) et le tableau 16 montrent le temps létal 50 pour tuer 50% des larves.



**Figure 75: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L1.**



**Figure 76: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2.**



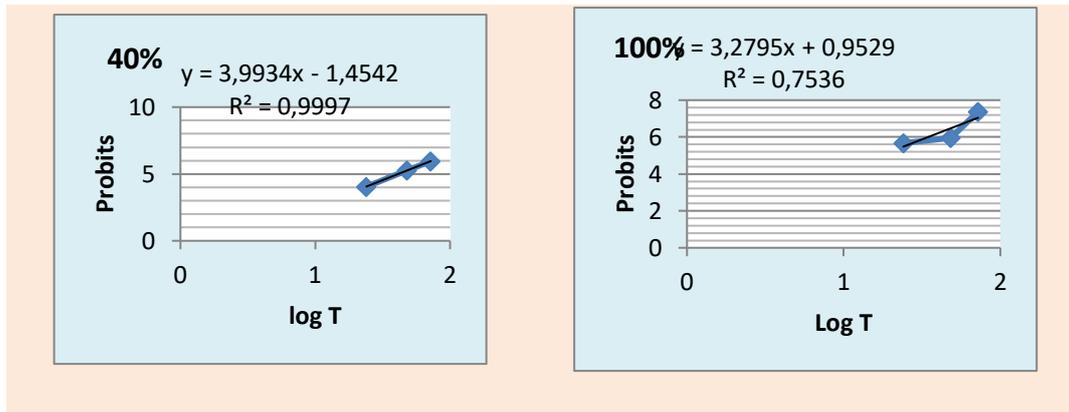


Figure 77: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L3.

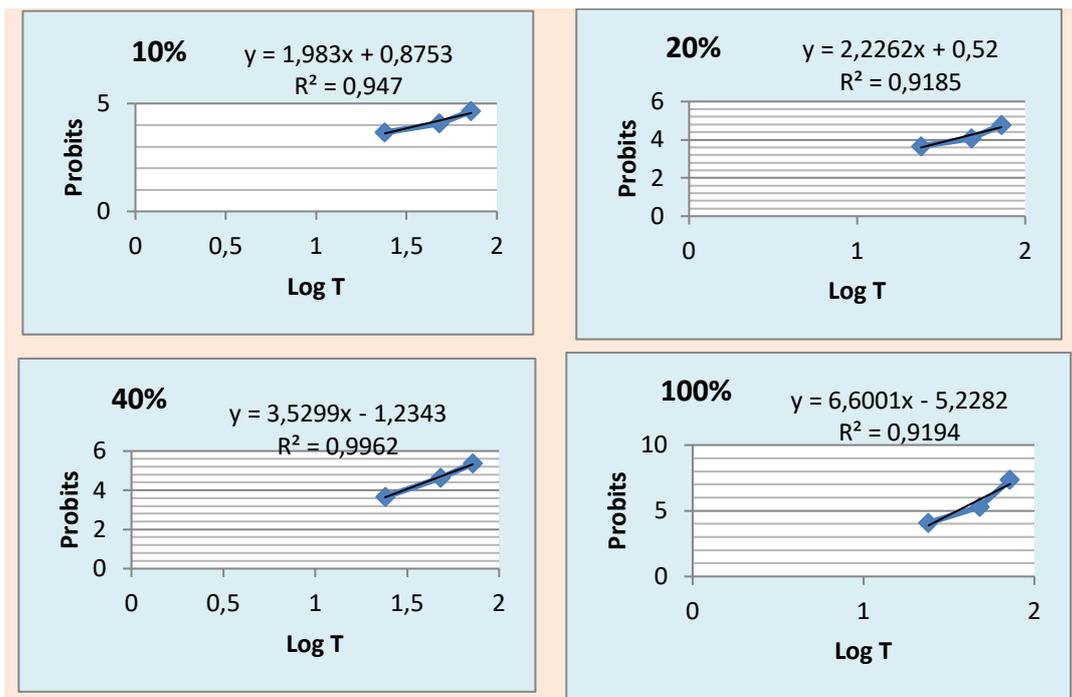


Figure 78: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L4.

Tableau 16: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour l'extrait polyphénolique du *P. atlantica*.

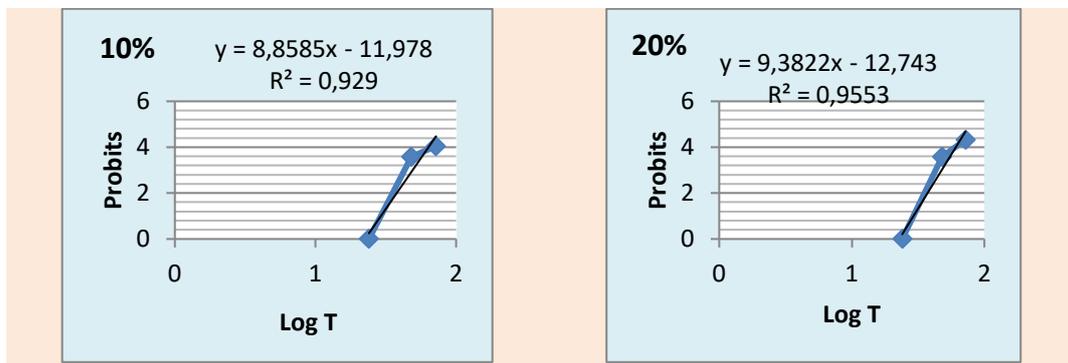
Stade larvaire	Dose	L'équation de la droite de régression	TL50
L <sub>1</sub>	10%	Y = 9,023x - 12,09 (R <sup>2</sup> = 0,866)	77.62 heures
	20%	Y = 1,247x + 2,097 (R <sup>2</sup> = 0,866)	208.92 heures
	40%	Y = 1,596x + 1,792 (R <sup>2</sup> = 0,900)	102.32 heures
	100%	Y = -0,740x + 5,760 (R <sup>2</sup> = 0,150)	10.47 heures
	10%	Y = 0,623x + 3,213 (R <sup>2</sup> = 0,866)	724.43 heures
	20%	Y = 0,623x + 3,213 (R <sup>2</sup> = 0,866)	724.43 heures

<b>L<sub>2</sub></b>	40%	$Y = 2,527x + 0,095$ ( $R^2 = 0,999$ )	87.096 heures
	100%	$Y = 3,212x - 0,506$ ( $R^2 = 0,875$ )	51.28 heures
<b>L<sub>3</sub></b>	10%	$Y = 1,795x + 1,833$ ( $R^2 = 0,989$ )	57.54 heures
	20%	$Y = 0,969x + 3,253$ ( $R^2 = 0,905$ )	63.095 heures
	40%	$y = 3,993x - 1,454$ ( $R^2 = 0,999$ )	40.73 heures
	100%	$Y = 3,279x + 0,952$ ( $R^2 = 0,753$ )	<b>16.98 heures</b>
<b>L<sub>4</sub></b>	10%	$Y = 1,983x + 0,875$ ( $R^2 = 0,947$ )	120.22heures
	20%	$Y = 2,226x + 0,52$ ( $R^2 = 0,918$ )	70.79 heures
	40%	$Y = 3,529x - 1,234$ ( $R^2 = 0,996$ )	57.54 heures
	100%	$Y = 6,600x - 5,228$ ( $R^2 = 0,919$ )	<b>34.67 heures</b>

Le TL50 le plus court et le plus toxique pour tuer 50% individus est pour les larves de stade 1 d'une valeur de 10.47 heures, tandis que le plus toxique chez L2 est de 51.28 heures et pour L3 est de 16.98 heures. Par ailleurs le TL50 le plus toxique chez les larves L4 est de 34.67 heures pour la dose D4.

Aoudi et al, (2016) montrent que les valeurs de TL50 obtenus à partir de la dose D3=100% pour L1 est de 15,25 heures, alors que celles enregistrées pour L2, L3 et L4 sont respectivement de 22,5h, 28,75h et 26,50heures.

**5.4.3.3. Pistacia Vera** : les figures (79, 80, 81 et 82) et le tableau 17 montrent le temps létal 50 pour tuer 50% des larves.



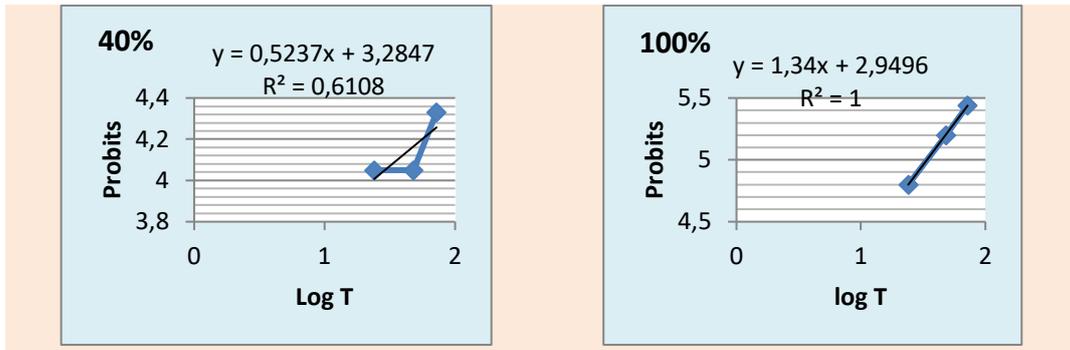


Figure 79: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L1.

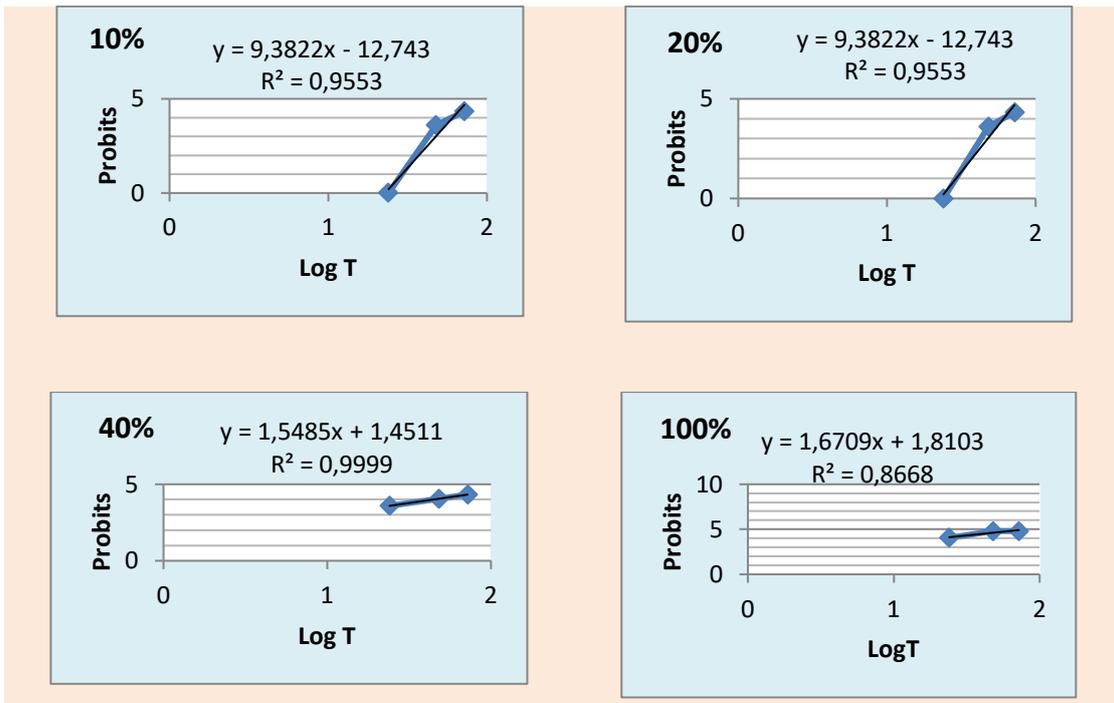
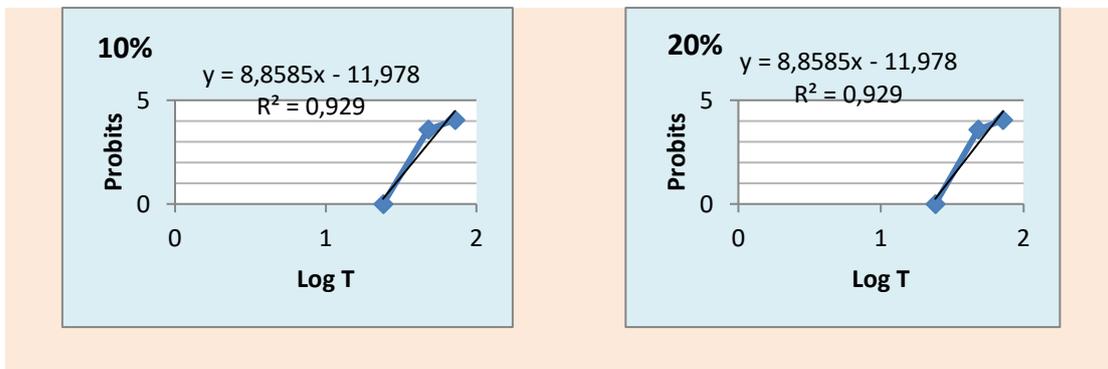


Figure 80: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2.



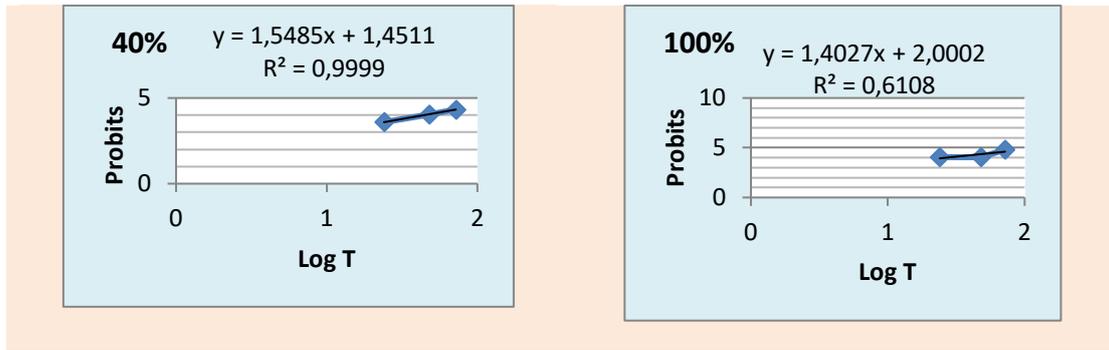


Figure 81: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme temps pour les doses testés chez les larves L3.

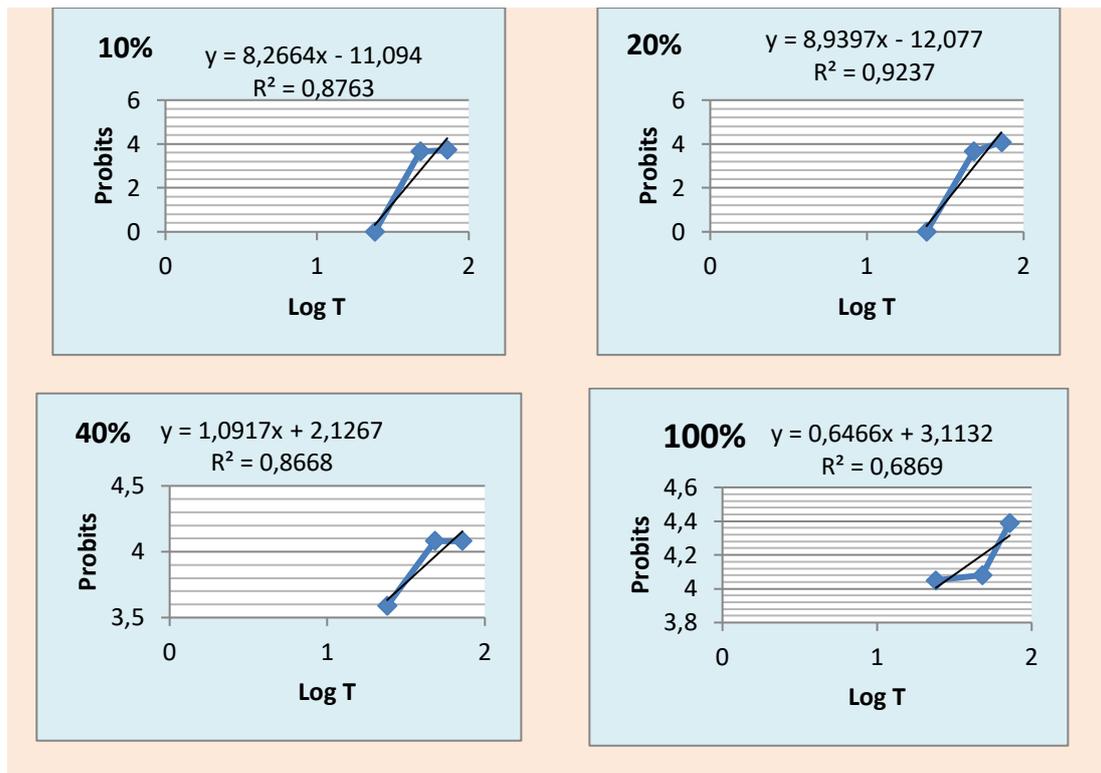


Figure 82: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L4.

Tableau 17: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour l'extrait polyphénolique du pistache vrai.

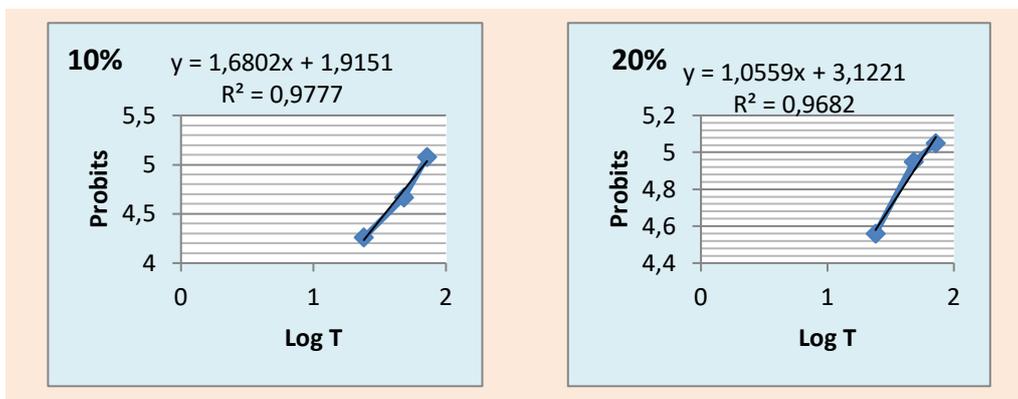
Stade larvaire	Dose	L'équation de la droite de régression Linéaire	TL50
L <sub>1</sub>	10%	Y = 8,858x - 11,97 (R² = 0,929)	81.28 heures
	20%	Y = 9,382x - 12,74 (R² = 0,955)	77.62 heures
	40%	Y = 0,523x + 3,284 (R² = 0,610)	51.28 heures
	100%	Y = 1,34x + 2,949 (R² = 1)	33.88 heures
	10%	Y = 9,382x - 12,74 (R² = 0,955)	77.62 heures

<b>L<sub>2</sub></b>	20%	$Y = 9,382x - 12,74$ ( $R^2 = 0,955$ )	<b>77,62 heures</b>
	40%	$Y = 1,548x + 1,451$ ( $R^2 = 0,999$ )	194.98 heures
	100%	$Y = 1,670x + 1,810$ ( $R^2 = 0,866$ )	79.43 heures
<b>L<sub>3</sub></b>	10%	$Y = 8,858x - 11,97$ ( $R^2 = 0,929$ )	81.28 heures
	20%	$Y = 8,858x - 11,97$ ( $R^2 = 0,929$ )	81.82 heures
	40%	$Y = 1,548x + 1,451$ ( $R^2 = 0,999$ )	194.98 heures
	100%	$Y = 1,402x + 2,000$ ( $R^2 = 0,610$ )	<b>33.11 heures</b>
<b>L<sub>4</sub></b>	10%	$Y = 8,266x - 11,09$ ( $R^2 = 0,876$ )	<b>87.09 heures</b>
	20%	$Y = 8,939x - 12,07$ ( $R^2 = 0,923$ )	79.43 heures
	40%	$Y = 1,091x + 2,126$ ( $R^2 = 0,866$ )	426.57 heures
	100%	$Y = 0,646x + 3,113$ ( $R^2 = 0,686$ )	831.76 heures

Les valeurs du TL50 le plus court est de 33,11 heures pour la quatrième dose contre les larves de troisième stade, tandis que le plus toxique chez les larves L2 il est de 77.62 heures et pour L1 est 33.88 heures, par ailleurs le TL50 le plus toxique chez les larves L4 est 87.09 heures pour la même dose D4.

Les résultats du présent travail sont en accord avec de Aouadi et *al*, (2006) qui ont travaillé sur l'anacardiacee et qui notent que l'extrait polyphenolique a un effet toxique contre les larves de *Tuta absoluta* avec une mortalité estimée de 50% au bout d'une durée de 15,25 heures pour la dose D3=100% de L1, L2, L3 et L4 les tuent 50% respectivement au bout de 22,50h, 28,75h et de 26,50h.

**5.4.3.4. *Pistacia terebinthus*** : les figures suivantes (83, 84, 85 et 86) et le tableau 18 montrent le temps léthal 50 pour tuer 50% des larves.



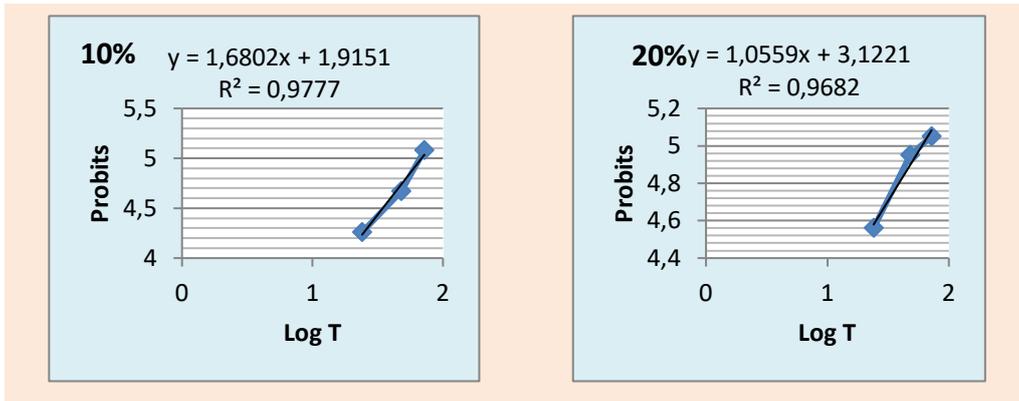


Figure 83: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L1.

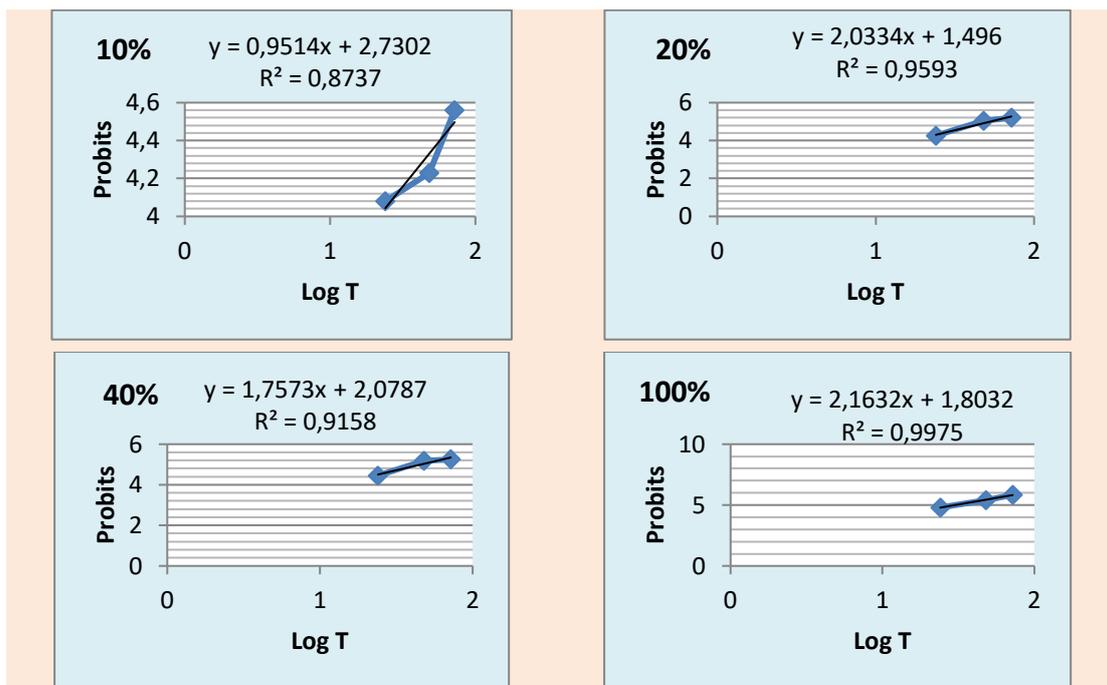
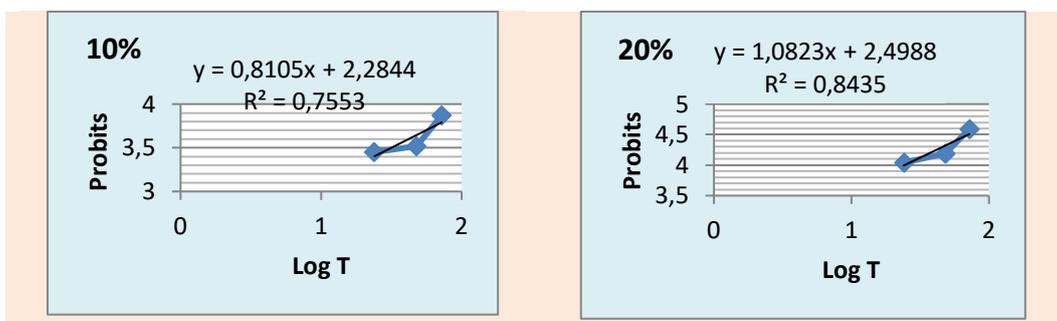


Figure 84: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2.



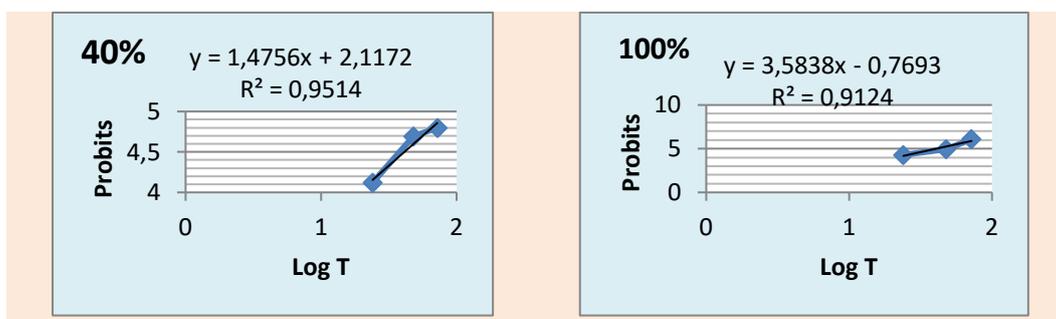


Figure 85 : droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L3.

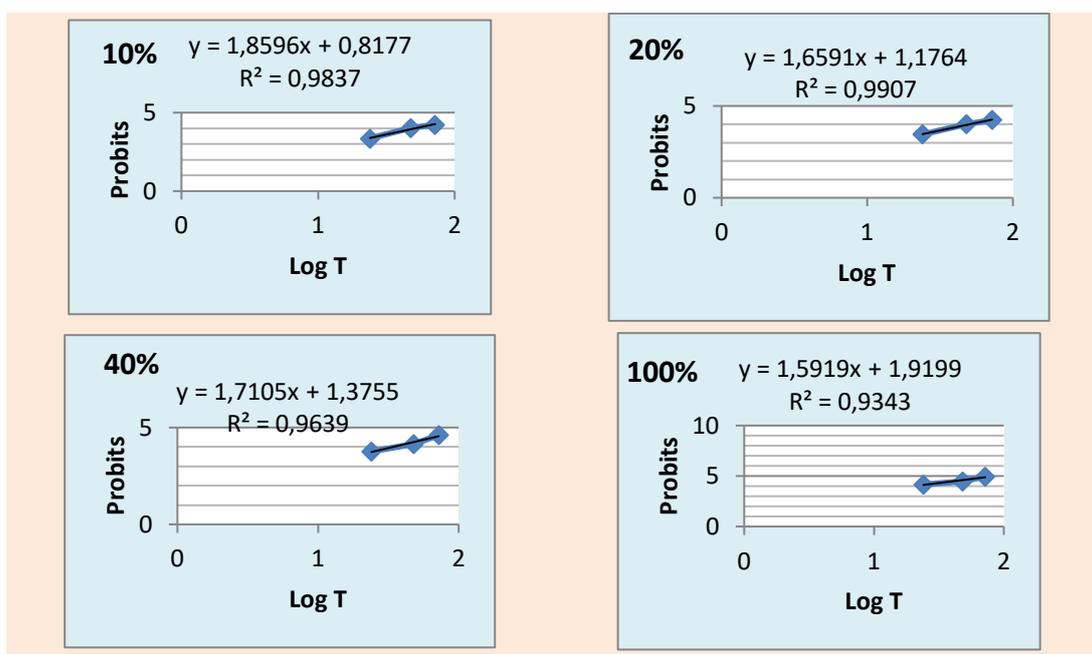


Figure 86: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L4.

Tableau 18: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du logarithme du temps pour l'extrait polyphénolique du terebinthe.

Stade larvaire	Dose	L'équation de la droite de régression linéaire	TL50
L <sub>1</sub>	10%	Y = 1,329x + 2,077 (R <sup>2</sup> = 0,996)	154.88 heures
	20%	y = 0,789x + 3,295 (R <sup>2</sup> = 0,996)	144.54 heures
	40%	Y = 0,898x + 3,334 (R <sup>2</sup> = 0,969)	70.79 heures
	100%	Y = 0,496x + 4,296 (R <sup>2</sup> = 0,879)	25.7 heures
	10%	Y = 0,748x + 2,832 (R <sup>2</sup> = 0,997)	776.24 heures
	20%	Y = 0,457x + 3,625 (R <sup>2</sup> = 0,997)	1000 heures

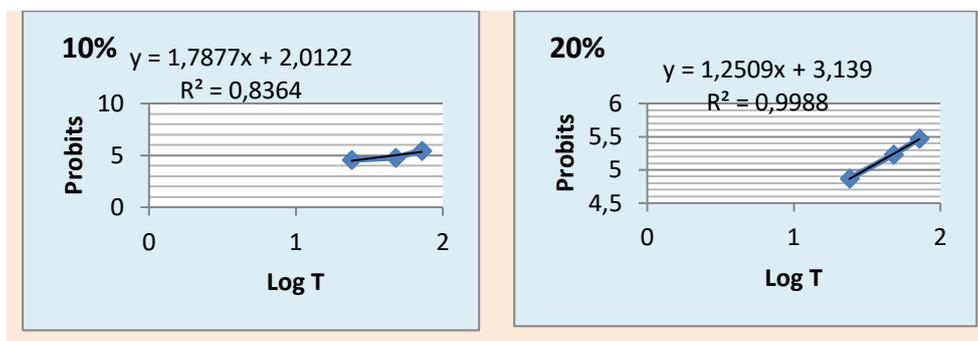
<b>L<sub>2</sub></b>	40%	$Y = 0,507x + 3,604$ ( $R^2 = 0,809$ )	562.34 heures
	100%	$Y = 0,501x + 4,120$ ( $R^2 = 0,937$ )	<b>56.23 heures</b>
<b>L<sub>3</sub></b>	10%	$Y = 2,868x - 0,926$ ( $R^2 = 0,925$ )	114.81 heures
	20%	$Y = 1,737x + 1,120$ ( $R^2 = 0,866$ )	169.82 heures
	40%	$Y = 0,750x + 3,149$ ( $R^2 = 0,900$ )	288.4 heures
	100%	$Y = 0,459x + 3,896$ ( $R^2 = 0,719$ )	251.18 heures
<b>L<sub>4</sub></b>	10%	$Y = 1,250x + 1,629$ ( $R^2 = 0,998$ )	489.77 heures
	20%	$Y = 1,597x + 1,604$ ( $R^2 = 0,995$ )	131.82 heures
	40%	$Y = 1,701x + 1,459$ ( $R^2 = 0,995$ )	117.48 heures
	100%	$Y = 1,927x + 1,472$ ( $R^2 = 0,922$ )	<b>67.6 heures</b>

Les résultats montrent que le temps léthal 50 le plus court et le mieux toxique pour les trois stades larvaires L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> et L<sub>4</sub> correspondant respectivement à 25.7 heures, 56.23 heures, 67.6 heures pour la même dose de traitement (D<sub>4</sub> =100%).

Le TL50 le plus long est enregistré chez tous les stades larvaires pour la dose D<sub>1</sub>=10%, pour L<sub>1</sub> il est de 154.88 heures, L<sub>2</sub> est de 776.24 heures, L<sub>3</sub> est de 251.18 heures et pour L<sub>4</sub> est de 489.77 heures.

Ces résultats sont différents à celle réalisées par Grinia et al (2015), sur les larves de *Tuta absoluta* traitées par l'extrait polyphénolique de *P. terebinthus* récoltés à Boumerdès soit la valeur de TL50 la plus toxique pour L<sub>1</sub> est de 15,25 heures, L<sub>2</sub> = 22,50 h, L<sub>3</sub> = 28,75 h et L<sub>4</sub> = 26,50h pour D<sub>3</sub> = 100% ainsi que le TL50 le plus élevé est de 45,16 h.

**5.4.3.5. *Lavandula Officinalis*** : les figures suivantes (87, 88, 89 et 90) et le tableau 18 montrent le temps léthal 50 pour tuer 50% des larves.



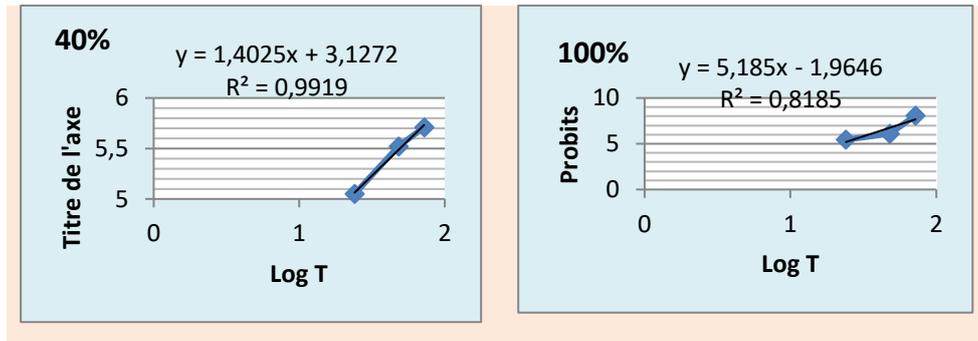


Figure 87: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L1

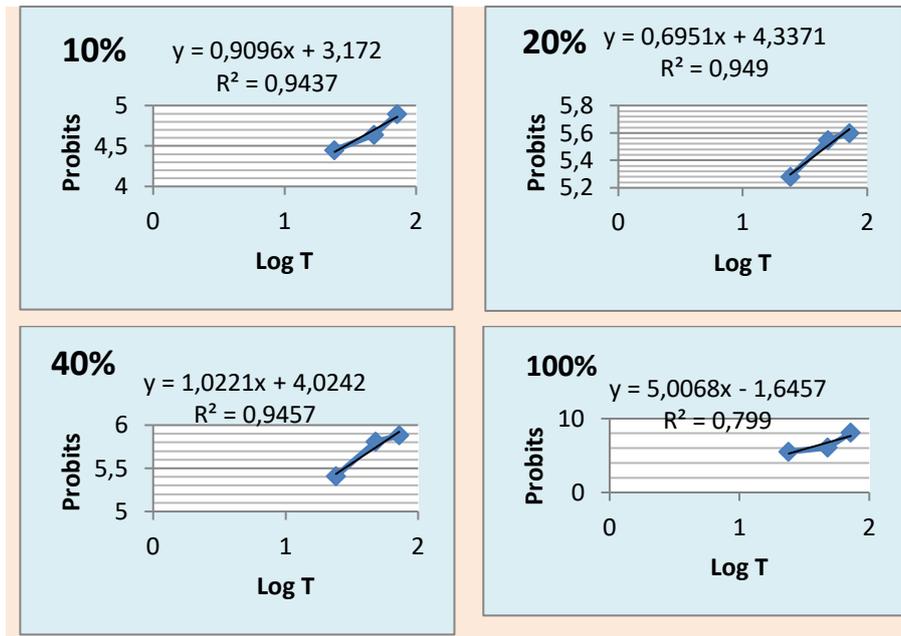
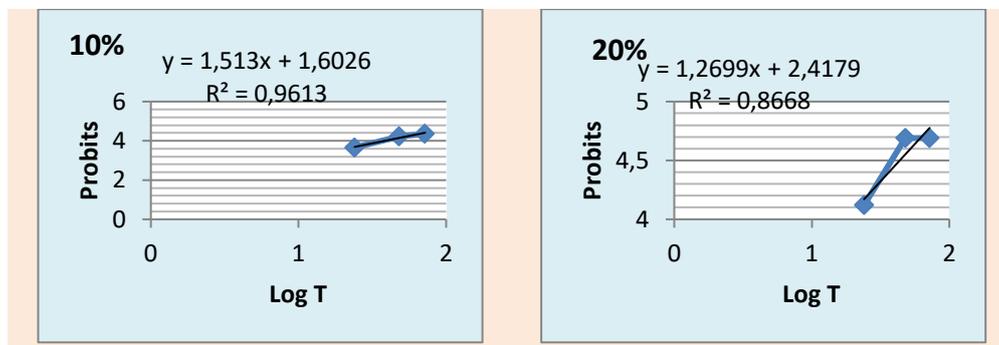


Figure 88: droite de régression : probits en fonction du log temps pour les doses testés chez les larves L2.



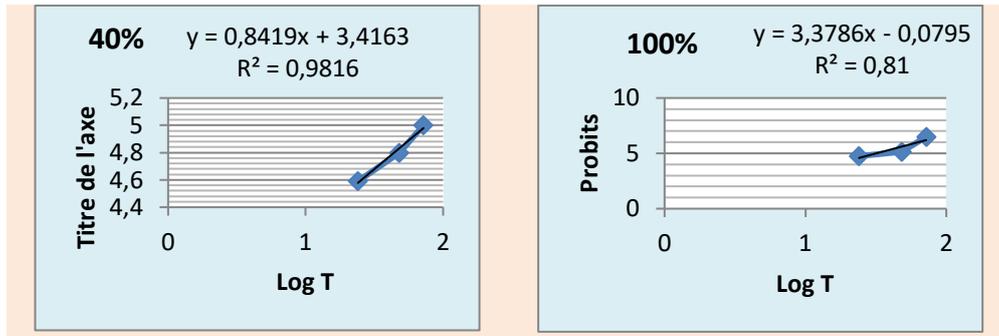


Figure 89: droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L3.

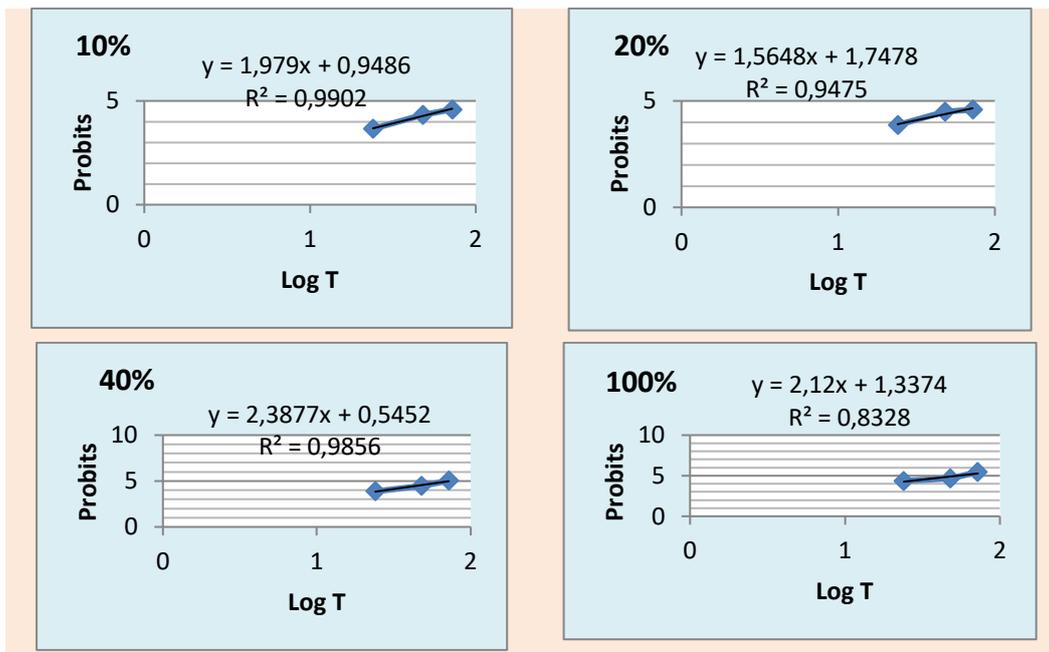


Figure 90 : droite de régression : droite de probits en fonction du logarithme du temps pour les doses testées chez les larves L4.

Tableau 19: Temps léthal 50 des différents stades larvaires : probits en fonction du log temps pour les huiles essentielle de *L. officinalis*.

Stade larvaire	Dose	L'équation de la droite de régression linéaire	TL50
L <sub>1</sub>	10%	Y = 0,907x + 3,096 (R <sup>2</sup> = 0,963)	123.02 heures
	20%	Y = 1,151x + 2,941 (R <sup>2</sup> = 0,943)	60.25 heures
	40%	Y = 0,942x + 3,378 (R <sup>2</sup> = 0,645)	52.48 heures
	100%	Y = 5,240x - 2,268 (R <sup>2</sup> = 0,679)	23.98 heures
L <sub>2</sub>	10%	Y = 0,748x + 2,832 (R <sup>2</sup> = 0,997)	776.24 heures
	20%	Y = 0,457x + 3,625 (R <sup>2</sup> = 0,997)	1000 heures
	40%	Y = 0,507x + 3,604 (R <sup>2</sup> = 0,809)	562.34 heures

	100%	$Y = 0,501x + 4,120$ ( $R^2 = 0,937$ )	56.23 heures
L <sub>3</sub>	10%	$Y = 0,579x + 3,413$ ( $R^2 = 0,866$ )	1445.43 heures
	20%	$Y = 0,523x + 3,564$ ( $R^2 = 0,610$ )	549.54 heures
	40%	$Y = 0,545x + 3,609$ ( $R^2 = 0,795$ )	354.81 heures
	100%	$Y = 1,255x + 2,695$ ( $R^2 = 0,757$ )	67.6 heures
L <sub>4</sub>	10%	$Y = 0,896x + 2,543$ ( $R^2 = 0,986$ )	776.24 heures
	20%	$Y = 1,701x + 1,459$ ( $R^2 = 0,995$ )	120.22 heures
	40%	$Y = 0,768x + 3,466$ ( $R^2 = 0,850$ )	97.72 heures
	100%	$Y = 1,007x + 3,388$ ( $R^2 = 0,86$ )	39.81 heures

Les résultats montrent que le temps léthal 50 le plus court et le mieux toxique pour les trois stades larvaires L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub> correspondant respectivement à 23.98 heures, 56.23 heures, 67.6 heures et 39.81 pour la même dose de traitement (D<sub>4</sub> =100%).

Le TL50 le plus court est enregistré chez le premier stade larvaire pour la dose D<sub>1</sub>=100%, pour L<sub>1</sub> il est de 23.98 heures.

Le TL50 le plus long est enregistré chez tous les stades larvaires pour la dose D<sub>1</sub>=10%, pour L<sub>1</sub> il est de 123.02 heures, L<sub>2</sub> est de 1000 heures, L<sub>3</sub> est de 1445.43 heures et pour L<sub>4</sub> est de 776.23 heures.

#### Analyse de la variance Test statistique ANOVA

Afin de tester l'effet dose, sur la variation du rapport de mortalité, nous avons réalisé une analyse statistique de la variance (ANOVA). A partir de l'analyse de variance ANOVA des différentes doses de l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. vera* et les huiles essentielles de *L. officinalis*. Les résultats trouvés sont résumés dans les tableaux ci-dessous.

#### 5.7.5. *Pistacia Lentiscus*

**Tableau 20: Analyse de variance des différentes doses D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub> de l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus* sur les quatre stades larvaires de *C. pipiens*.**

Le premier stade L <sub>1</sub>					
Somme	ddl	SCE	MC	Fobs	Pr
Modèle	3	9,861	3,2870	4,982	0,005

<b>Erreur</b>	32	21,111	0,659		
<b>Total corrigé</b>	35	30,97			
<b>Le deuxième stade L<sub>2</sub></b>					
<b>Somme</b>	<b>ddl</b>	<b>SCE</b>	<b>MC</b>	<b>Fobs</b>	<b>Pr</b>
<b>Modèle</b>	3	20,666	6,888	21,565	0,000
<b>Erreur</b>	32	10,222	0,319		
<b>Total corrigé</b>	35	30,888			
<b>Le troisième stade L<sub>3</sub></b>					
<b>Somme</b>	<b>ddl</b>	<b>SCE</b>	<b>MC</b>	<b>Fobs</b>	<b>Pr</b>
<b>Modèle</b>	3	6,305	2,101	2,882	0,051
<b>Erreur</b>	32	23,33	0,729		
<b>Total corrigé</b>	35	29,638			
<b>Le quatrième stade larvaire L<sub>4</sub></b>					
<b>Somme</b>	<b>ddl</b>	<b>SCE</b>	<b>MC</b>	<b>Fobs</b>	<b>Pr</b>
<b>Modèle</b>	3	9,861	3,287	3,405	0,029
<b>Erreur</b>	32	30,888	0,965		
<b>Total corrigé</b>	35	40,750			

**ddl** : degré de liberté ; **SCE** : somme des carrés des écarts ; **MC** : carré moyen ; **Fobs** : valeur F de Fisher ; **Pr** : probabilité.

L'analyse de variance révèle l'effet des différentes doses de l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus* sur les différents stades larvaires de moustique *C. pipiens*.

Cette variance a deux facteurs à savoir le temps et la dose de la présente étude qui indique l'existence d'un effet significatif des quatre doses sur les différents stades larvaires.

Les résultats du test d'ANOVA sur les quatre stades larvaires montrent :

- Une différence hautement significative pour le premier stade larvaire  $P \leq \alpha = 0,005$
- Une différence très hautement significative pour le stade larvaire L2  $P \leq \alpha = 0,000$
- Une différence juste significative pour le troisième stade larvaire  $P \leq \alpha = 0,02$

➤ Une différence juste significative pour le quatrième stade larvaire  $P \leq \alpha = 0,05$

A partir de ces résultats nous pouvons conclure que l'extrait polyphénolique des feuilles de *Pistacia lentiscus* utilisé comme insecticide est efficace pour la lutte par l'utilisation d'un produit naturel puisqu'il a une bonne activité larvicide.

### Test de Tukey

La différence entre les doses a été testée en utilisant le test de Tukey. Ce test permet la comparaison multiple des doses de l'extrait polyphénolique des feuilles de *P. lentiscus* utilisées au cours de traitement des larves de *C. pipiens*.

**Tableau 21: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus* pour les larves L1.**

L <sub>1</sub>	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Dose 1	/	0,655	0,319	0,003
Dose 2	0,655	/	0,937	0,062
Dose 3	0,319	0,937	/	0,198
Dose 4	0,003	0,062	0,198	/

Le test de Tukey montre l'existence d'une différence entre la première et la quatrième dose de l'extrait polyphénolique de *Pistacia lentiscus*  $D1 \neq D4$  soit une valeur de 0,003 après le traitement des larves de *C. pipiens* du premier stade.

**Tableau 22: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de *Pistacia lentiscus* pour les larves L2.**

L <sub>2</sub>	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Dose 1	/	0,0005	0,0001	0,0001
Dose 2	0,0005	/	0,356	0,03
Dose 3	0,0001	0,356	/	0,599
Dose 4	0,0001	0,03	0,599	/

Pour le stade larvaire L2 le test de Tukey montre une différence entre la dose  $D1 \neq D2$ ,  $D1 \neq D3$ ,  $D1 \neq D4$  et  $D2 \neq D4$  correspond respectivement à 0,0005 ; 0,0001, 0,0001 et 0,03.

**Tableau 23: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus* pour les larves L3.**

L <sub>3</sub>	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Dose 1	/	0,520	0,142	0,044
Dose 2	0,520	/	0,840	0,520
Dose 3	0,142	0,840	/	0,945
Dose 4	0,044	0,520	0,945	/

Concernant le troisième stade larvaire de *Culex pipiens* la différence est entre la première et la quatrième dose D1 ≠ D4 soit une valeur de 0,044.

**Tableau 24: Test de Tukey des différentes doses de l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus* pour les larves L4.**

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
Dose 1	/	0,995	0,888	0,058
Dose 2	0,995	/	0,773	0,033
Dose 3	0,888	0,773	/	0,420
Dose 4	0,586	0,033	0,420	/

La comparaison multiple des doses de l'extrait polyphénolique après le traitement des larves L<sub>4</sub> montre une différence entre D2 ≠ D4 soit une valeur de 0,033.

### 5.7.6. *Pistacia Atlantica*

**Tableau 25:** Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 de l'extrait polyphénolique de *Pistacia atlantica* sur les quatre stades larvaires de *C. pipiens*.

Source	ddl	SCE	MC	F	P
Modèle	3	4,34723	1,44908	3,43030	0,036758
Erreur	20	8,44870	0,42244		
Total corrigé	23	12,79593			

**Tableau 26: test HSD de Tukey des différents stades larvaires.**

Var	D1	D2	D3	D4
D1		0,195655	0,08821	0,035717
D2	0,195655		0,970888	0,810983
D3	0,08821	0,970888		0,96919
D4	0,035717	0,810983	0,96919	
Var	D1	D2	D3	D4

D1		0,871985	0,093187	0,040556
D2	0,271985		0,926143	0,733479
D3	0,093187	0,926143		0,975117
D4	0,040556	0,733479	0,975117	

Les résultats de l'analyse statistique de la variance révèlent une différence significative pour une probabilité égale à 0,036758 entre les doses et les moyennes de mortalités pour chaque jour, l'application du test de tukey montre une différence significative pour les doses (D1 et D4).

Les résultats montrent la possibilité d'utilisation de l'extrait polyphénolique de *Pistacia atlantica* comme insecticide à un effet significatif.

**5.7.7. *Pistacia vera***

**Tableau 27: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 de l'extrait polyphénolique de *Pistacia vera* sur les quatre stades larvaires de *C. pipiens*.**

ANOVA					
Mortalité corrigée de pistache vrai					
	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	4768,451	3	1589,484	12,726	,000
Intragroupes	5495,413	44	124,896		
Total	10263,864	47			

**Tableau 28: test HSD de Tukey des différents stades larvaires.**

Comparaisons multiples :						
Variable dépendante : mortalité corrigée de pistache vrai						
Différence significative de Tukey						
(I) dose de l'extrait	(J) dose de l'extrait	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
DOSE1	DOSE2	-1,37667	4,56245	,990	-13,5584	10,8051
	DOSE3	-8,38333	4,56245	,270	-20,5651	3,7984
	DOSE4	-25,06917*	4,56245	,000	-37,2509	-12,8874
DOSE2	DOSE1	1,37667	4,56245	,990	-10,8051	13,5584
	DOSE3	-7,00667	4,56245	,425	-19,1884	5,1751

	DOSE4	-23,69250*	4,56245	,000	-35,8743	-11,5107
DOSE3	DOSE1	8,38333	4,56245	,270	-3,7984	20,5651
	DOSE2	7,00667	4,56245	,425	-5,1751	19,1884
	DOSE4	-16,68583*	4,56245	,004	-28,8676	-4,5041
DOSE4	DOSE1	25,06917*	4,56245	,000	12,8874	37,2509
	DOSE2	23,69250*	4,56245	,000	11,5107	35,8743
	DOSE3	16,68583*	4,56245	,004	4,5041	28,8676
*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.						
<b>Mortalité corrigée de pistache vrai</b>						
<b>Différence significative de Tukeya</b>						
Dose de l'extrait	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05				
		1		2		
DOSE1	12	8,5325				
DOSE2	12	9,9092				
DOSE3	12	16,9158				
DOSE4	12			33,6017		
Sig.				,270	1,000	
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.						
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 12,000.						

L'analyse de l'ANOVA appliquée aux différentes doses sur les stades larvaires, entre une interaction significative ( $P=0,000<0,05$ ), entre les doses et la mortalité des larves, ce qui nous permet de dire que les doses utilisées pour le traitement des larves ont un effet significatif et qui causent la mortalité des larves.

L'analyse de la variance révèle que l'extrait polyphénolique D1, D2, D3 et D4 de *Pistacia vera* a un effet significatif sur les stades larvaires soit une valeur de  $P=0,000$ . Les résultats montrent que les stades L1, L2 et L3 sont les plus sensible par rapport au quatrième stade.

Nous pouvons conclure que l'extrait polyphénolique de *P. vera* utilisée comme insecticide à un effet significatif. Concernant l'activité insecticide n'existe pas des travaux réalisés sur *P. vera*.

5.7.8. *Pistacia terebinthus*

**Tableau 29: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 de l'extrait polyphénolique de *P. vera* sur les quatre stades larvaires de *C. pipiens*.**

ANOVA					
Mortalité corrigée de terebinthe					
	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	4338,328	3	1446,109	15,963	,000
Intragroupes	3985,918	44	90,589		
Total	8324,245	47			

**Tableau 30: test HSD de Tukey des différents stades larvaires.**

Comparaisons multiples :						
Variable dépendante : mortalité corrigée de terbinthus						
Différence significative de Tukey						
(I) dose de l'extrait	(J) dose de l'extrait	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
DOSE1	DOSE2	-8,67667	3,88564	,130	-19,0513	1,6980
	DOSE3	-13,09917*	3,88564	,008	-23,4738	-2,7245
	DOSE4	-26,32750*	3,88564	,000	-36,7022	-15,9528
DOSE2	DOSE1	8,67667	3,88564	,130	-1,6980	19,0513
	DOSE3	-4,42250	3,88564	,668	-14,7972	5,9522
	DOSE4	-17,65083*	3,88564	,000	-28,0255	-7,2762
DOSE3	DOSE1	13,09917*	3,88564	,008	2,7245	23,4738
	DOSE2	4,42250	3,88564	,668	-5,9522	14,7972
	DOSE4	-13,22833*	3,88564	,008	-23,6030	-2,8537
DOSE4	DOSE1	26,32750*	3,88564	,000	15,9528	36,7022
	DOSE2	17,65083*	3,88564	,000	7,2762	28,0255
	DOSE3	13,22833*	3,88564	,008	2,8537	23,6030

\*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

Mortalité corrigée de terbinthus				
Différence significative de Tukey <sup>a</sup>				
Dose de l'extrait	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
DOSE1	12	17,2817		
DOSE2	12	25,9583	25,9583	
DOSE3	12		30,3808	

DOSE4	12			43,6092
Sig.		,130	,668	1,000
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.				
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 12,000.				

L'analyse de l'ANOVA appliquée aux différentes doses sur les stades larvaires, entre une interaction significative ( $P=0,000 < 0,05$ ), entre les doses et la mortalité des larves, ce qui nous permet de dire que les doses utilisées pour le traitement des larves ont un effet significatif et qui causent la mortalité des larves.

D'après l'analyse de la variance, l'extrait polyphénolique D1, D2, D3 et D4 de *P. terebinthus* a un effet significatif sur les stades larvaires soit une valeur de  $P=0,000$ . D'après les résultats du test de tukey, les stades L1, L2 et L3 sont les plus sensibles par rapport au quatrième stade.

D'après cette analyse, Nous pouvons déclarer que l'extrait polyphénolique de *P. terebinthus* utilisé comme insecticide à un effet significatif.

### 5.7.9. *Lavandula officinalis*

**Tableau 31: Analyse de variance des différentes doses D1, D2, D3 et D4 des huiles essentielles de la lavande sur les quatre stades larvaires de *C. pipiens*.**

ANOVA					
Mortalité corrigée de la lavande					
	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	5904,093	3	1968,031	11,752	,000
Intragroupes	7368,437	44	167,464		
Total	13272,530	47			

**Tableau 32: test HSD de Tukey des différents stades larvaires.**

Comparaisons multiples :						
Variable dépendante : mortalité corrigée de la lavande						
Différence significative de Tukey						
(I) dose de l'extrait	(J) dose de l'extrait	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne	Borne

					inférieure	supérieure
DOSE1	DOSE2	-7,45417	5,28306	,499	-21,5600	6,6516
	DOSE3	-13,53083	5,28306	,064	-27,6366	,5750
	DOSE4	-30,09333*	5,28306	,000	-44,1991	-15,9875
DOSE2	DOSE1	7,45417	5,28306	,499	-6,6516	21,5600
	DOSE3	-6,07667	5,28306	,661	-20,1825	8,0291
	DOSE4	-22,63917*	5,28306	,001	-36,7450	-8,5334
DOSE3	DOSE1	13,53083	5,28306	,064	-,5750	27,6366
	DOSE2	6,07667	5,28306	,661	-8,0291	20,1825
	DOSE4	-16,56250*	5,28306	,016	-30,6683	-2,4567
DOSE4	DOSE1	30,09333*	5,28306	,000	15,9875	44,1991
	DOSE2	22,63917*	5,28306	,001	8,5334	36,7450
	DOSE3	16,56250*	5,28306	,016	2,4567	30,6683

\*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

Mortalité corrigée de la lavande			
Différence significative de Tukey <sup>a</sup>			
Dose de l'extrait	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
DOSE1	12	25,3717	
DOSE2	12	32,8258	
DOSE3	12	38,9025	
DOSE4	12		55,4650
Sig.		,064	1,000

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 12,000.

L'analyse de l'ANOVA appliquée aux différentes doses sur les stades larvaires, montre une interaction significative ( $P=0,000 < 0,05$ ), entre les doses et la mortalité des larves, ce qui nous permet de dire que les doses utilisées pour le traitement des larves ont un effet significatif et qui causent la mortalité des larves.

D'après l'analyse de la variance, les différentes doses de l'huile essentielle D1, D2, D3 et D4 de la lavande a un effet significatif sur les stades larvaires soit une valeur de  $P=0,000$ . D'après les résultats du test de tukey, les stades L1, L2 et L3 sont les plus sensibles par rapport au quatrième stade. A partir de ces résultats on peut conclure que l'huile essentielle de la lavande utilisée comme insecticide est efficace pour la lutte par l'utilisation d'un produit naturel puisqu'il a une bonne activité larvicide.

# *Conclusion*

L'objectif de cette présente étude est porté sur l'étude phytochimique des plantes du genre *Pistacia* (l'espèce *P. lentiscus*, *P. vera*, *P. atlantica* et *P. terebinthus*) et de *Lavandula officinalis*, ainsi que sur l'évaluation de l'effet larvicide de l'extrait polyphénolique des feuilles de ces plantes et l'huile essentielle de la lavande sur les larves de *Culex pipiens*.

Les résultats du screening phytochimique effectué sur *P. lentiscus*, *P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus* et de *Lavandula officinalis* ont montré qu'une grande richesse de métabolites secondaires est élaborée par ces plantes. Ces résultats indiquent la richesse en polyphénols, leuco-anthocyanes, tanins totaux, tanins galliques, quinones libres, glucosides, coumarines et mucilages mais elles sont moyennement riches en Anthocyanes, saponosides, flavonoïdes et les sucres réducteurs. Le screening phytochimique indique l'absence de leuco-anthocyanes, tanins catéchiques, alcaloïde, saponosides, l'amidon, irridosides, protéine, caroténoïdes, sucres réducteurs, lipides et polyterpènes, ainsi que la richesse du lentisque en saponoside au contraire de la lavande.

Le rendement en polyphénols obtenu à partir de 10g de poudre végétale des feuilles de *Pistacia lentiscus* récoltées dans la région de Lakhdaria wilaya de Bouira est de 34,5%, ainsi que le rendement d'extraction en polyphénols totaux par macération au méthanol est très important pour les plantes récoltées à Baraki wilaya d'Alger, il est de (58,1%) pour *P. atlantica*, (53,1%) pour *P. vera*. Concernant les feuilles de *P. terebinthus* récoltées à Boumerdes le rendement d'extraction est de (56,72%) et L'analyse quantitative effectuée par dosage de l'extrait méthanolique des polyphénols, en adoptant la méthode de Folin-ciocalteu's révèle successivement une teneur considérable de 0,63 mg/ml, 0,98mg/ml, 1,85mg/ml, 1,26mg/ml pour *P. lentiscus*, *P. vera*, *P. atlantica* et *P. terebinthus*. Ce taux est en relation direct avec le cycle végétatif, aux facteurs climatiques, à la nature du sol et à la méthode d'extraction.

Le rendement en huile essentielle obtenue à partir de 100g de la partie aérienne de *L. officinalis* récoltées à Taouarga wilaya de Boumerdes est très important, il est de 0,92%. L'huile essentielle de la lavande issue par l'hydrodistillation présente un aspect liquide limpide, une couleur jaune pâle et une odeur forte, fraîche et âcre. Ces caractéristiques organoleptiques sont comparables à celles signalées par les normes Afnor. Ces teneurs avec les caractérisations de cette huile peuvent être due à plusieurs facteurs comme le degré de maturation, l'interaction avec l'environnement (le climat, le sol), la période de récolte et la méthode d'extraction ou de stockage. Les résultats de l'activité insecticide de l'extrait polyphénolique de cinq plantes du genre *pistacia* présente une activité très importante de l'extrait de *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. vera* et au dernier *P. atlantica*, avec une mortalité corrigé pour la quatrième dose est de

## Conclusion

---

34.5% , 56.72%, 53.1%, 58.% après 24 heures sur le premier stade larvaire, une mortalité corrigée de 100% a été marquée pour la dose 4 après 72 heures de traitement par l'extrait de lentisque sur les larves de premier et de deuxième stade, *P. vera* marque une sensibilité faible par rapport aux plants de même genre sur les larves de deuxième, troisième et quatrième stade.

L'utilisation des huiles essentielles de la lavande comme un insecticide donne une mortalité corrigée fort de 90.4% pour la quatrième dose sur les larves de premier stade, cette valeur diminue pour les autres stades larvaires pour la même dose. La sensibilité des larves à l'extrait s'augmente avec le temps d'exposition et l'absence de l'émergence en adulte. D'après les résultats de mortalité en fonction du temps nous avons remarqué que la cinétique de mortalité est classique plus la dose augmente plus la mortalité augmente.

La détermination des doses létales de différentes doses des extraits (phénolique ou l'huile essentielle) des plantes utilisées (*P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *P. atlantica*, *P. vera* et *L. officinalis*) sur les moustiques *Culcides* présente une activité larvicide intéressante, les résultats montre que la meilleur dose létale sur les larves du *Culex pipiens* de premier stade de *P. lentiscus*, *P. vera*, *P. atlantica* et *P. terebinthus* et *L. officinalis* est successivement : 10,47mg/ml, 20.89mg/ml, 25.11 mg/ml, 40.73 mg/ml et 10.23 mg/ml, La relation qui lie la mortalité à la dose est bien justifiée, par les valeurs du coefficient de corrélation (R) où  $0 \leq R \leq 1$  donc les corrélations sont positives.

Les résultats montrent que le temps léthal 50 le plus court et le plus toxique pour les plantes (de *P. lentiscus*, *P. vera*, *P. atlantica* et *P. terebinthus* et *L. officinalis*) correspondant respectivement à 9,33 heures (D2=20%), 10.47 heures (D4=100%), 33.88 heures (D4=100%), 25.7 heures (D4=100%) et 23.98 heures (D4=100%), sur les larves du premier stade.

Les résultats des tests larvicides obtenus montrent 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'un stade larvaire à l'autre. Les résultats révèlent que l'activité larvicide est progressive puisqu'une augmentation de la mortalité est signalée pour les différents stades larvaires. Au fur et à mesure qu'on avance dans le temps d'exposition on atteint parfois un taux de mortalité maximal de 100% pour les doses les plus élevées ; 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.

D'après l'analyse de variance ANOVA les résultats obtenus montrent une différence très hautement significative pour les larves L<sub>1</sub> et L<sub>2</sub> correspondant respectivement à P =0,005 et

$P = 0,000$ . Aussi une différence juste significative chez les larves  $L_3$  avec  $P = 0,05$  et  $L_4$  avec  $P = 0,02$ , ce qui explique que l'extrait polyphénolique de *P. lentiscus* présente une bonne activité larvicide contre les larves de *Culex pipiens*.

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative pour une probabilité égale à 0,036758 entre les doses et les moyennes de mortalités pour chaque jour, l'application du test de tukey est montre une différence significative pour les doses (D1 et D4).

L'analyse de la variance révèle que l'huile essentiel D1, D2, D3 et D4 de la lavande et l'extrait methanolique de pistache vrai et de terbinthe a un effet significatif sur les stades larvaires soit une valeur de  $p=0,000$ . D'après les résultats de test tukey, les stades L1, L2 et L3 sont les plus sensibles par rapport au quatrième stade.

A partir de ces résultats nous pouvons conclure que l'huile essentielle de la lavande et l'extrait polyphenolique des plantes testées utilisées comme insecticide est efficace pour la lutte par l'utilisation d'un produit naturel puisqu'il a une bonne activité larvicide.

Ces résultats sont encourageants et ouvrent les perspectives suivantes :

- Compléter cette étude toxicologique sur les autres stades de moustiques.
- Tester l'effet des autres molécules bioactives associées à cette plante.
- Dosage des différents types de substances polyphénolique présentes dans les extraits polyphénoliques totaux de la plante.
- Analyse les composés de l'extrait polyphénolique par HPLC et de l'huile essentiel de la lavande par GCMS afin de cibler la molucule responsable de cette activité insecticide.

*Les références  
bibliographiques*

- 1- Abbott W.S.A., 1925- Method of competing the effectiveness of an insecticide. J Economic Entomology 8:265-267.
- 2- Abid L., 2008- *Recherche des activités antimicrobiennes et antioxydantes de Schinus molle L. et Pistacia vera L. de la région de Tlemcen*. Thèse Magister. Univ. Tlemcen, 115 p.
- 3- Abou Zaid, E. N., 1988- Aromatic and medicinal plants—their agricultural and medicinal products. El-Dar El-Arabia for Publishing, Cairo. 53p.
- 4- AFNOR. .,1986- Recueil des Normes Francaises (huiles essentielles) AFNOR, Paris, 57P.
- 5- Aichaoui, S. & Abeoube, H., 2019- Etude phytochimique et activité biologique des extraits de l'espèce *Lavandula angustifolia* Mill. Dans la région Est d'Algérie (Batna)., Thèse Doct, Univ Mohamed Boudiaf M'sila, 96P.
- 6- Ahmed, S., I et Leather, S. R., 1994- Suitability and potential of entomopathogenic microorganisms for forest pest management - some points for consideration. Intern. J. Pest Management 40 : 287-292. Afrikjan, E. G., V. A. Tchilingirln et L. A. Tchil-Akopln. 1969. Bakterialnii incekticidnii preparat BIP-805. *Biol. j. Armenii*, t. 22, 3-7.
- 7- Aimene, R. & Bellil, H., 2019- Etude de l'activité antibactérienne de deux huiles essentielles de *Lavandula angustifolia* Mill et *Pinussyl vestris* L et leur potentiel Synergique vis à vis des souches pathogènes. Thèse Doctorat, Univ Mouloud Mammeri, 18P.
- 8- Ain-Lhout F., Zunzunegui M., Diaz Barradas M C., Tirado R., Clavijo A, et Garcia Novo F., 2004- Comparison of accumulation in two Mediterranean shrubs subjected to naturel and expreimental water deficit. *Plant and Soil* 230, 175-183.
- 9- Alaoui Slimani N. (2002). *Faune culicidienne d'une zone marécageuse de Rabat-Salé : Biotypologie et contribution à la lutte par des substances naturelles*. Thèse Doct. es Sci. Biol., Fac. Sci. Univ. Mohammed V., Rabat, Maroc, 192 P.
- 10- AL-Bandak G., Oreopoulou V. 2017. Antioxidant properties and composition of Majoranasyriaca extracts. *European Journal of Lipid science and technology*, 109 (3): 247-255.
- 11- Al-Saghir M.G, 2010, phylogénétic analyse of the genus pistacia L . (anacardiaceae), basesd on morphological data. *Asian Journal of Plant Sciences*. 9P.
- 12- Aoudi A., grinia K., et Kezadri Y., 2016- *l'étude de l'activité larvicide des composes phenoliques de la plante Pistacia terebinthus sur mineuse de la tomate Tuta absoluta*. Mem de Magister. Uni. M'hamed Bpogarq de Boumerdes. 96P.

- 13- Aouinty B., Oufara S., Mellouki F., Mahari S., 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). *J Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 10 : 67-71.
- 14- Arab K., Bouchenak O., Yahiaoui K., Laoufi R., Benhabyles N et Bendifallah L., 2018- Evaluation de l'effet de l'extrait méthanolique des feuilles du peuplier noir (*Populus Nigra* L.) sur le puceron noir des agrumes *Toxoptera aurantii* (Boyer De Fonscolombe, 1841). *J Agrobiologia*. 8 (2) : 1086-1092.
- 15- Arbonnier, M. 2002- Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, MNHN, UICN. 573 P.
- 16- Anonyme, 1985 : Contribution à l'étude de la biologie florale du Pistachier fruitier. 87P.
- 17- Anonyme, 1997 - IPGRI. Descripteurs du pistachier (*Pistacia Vera* L.). Institut international des ressources phylogénétiques, Rome, Italie. 33 P.
- 18- Atik Bekkara F., Bousmaha L., Taleb Bendiab S. A., Boti J. B., Casanova J., 2007- Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie et santé*, 7 (1), Pp : 5-10.
- 19- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008- Biological effects of essential oils--a review, *Food Chem Toxicol*, 46(2):446-75.
- 20- Baldacchino, F. 2002- *Histoire de l'épidémiologie de la fièvre jaune*. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 200 P.
- 21- Balenghien., 2007- Les moustiques vecteurs de la Fièvre du Nil occidental en Camargue. *In. Insectes*, 146(3) :13-17.
- 22- Barbouche N., Hajjem B, Lognay G., Ammar M., 2001- Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit sur le criquet pèlerin *Schistocera gregaria*. *J Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 5(2) : 85-90.
- 23- Bastien F., 2008- *Effet larvicide des huiles essentielles sur *Somyxos calcitrans* à la réunion*. Thèse Doct; école natio vétérin. Toulouse. France. 78P.
- 24- Baytop, T., 1984- Therapy with medicinal plant in Turkey (Past and Present), Publication of the Istanbul University. *Food Control*, (15): 169-172.
- 25- Becher N., Pertric D., Zgomba M., Boase C., Lane J. et Kaiser A., 2003- Moustiquitoes and their control. Ed. *Kluwer Academic. New York*, 498 P.

- 26- Becker E., 1938- The mouth apparatus of the Anopheles larva and its movements in feeding upon organisms of the surface films-water. *Zool. Zh.*, 17 (13): 427-440 (en russe).
- 27- Becker, S ; Graeve, M., Bischof, K., 2010- Photosynthesis and lipid composition of the Antarctic endemic rhodophyte *Palmaria decipiens*: effects of changing light and temperature levels. *Polar Biology*, 33(7), 945-955
- 28- Bekhechi, C., F. Atik-Bekkara, F., D. E. Abdelouahid, D, E., 2008- Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algérie. *Phytothérapie*. 6(3) :153-159
- 29- Bendali F., Djebbar F. & Soltani N., 2001- Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. Dans des conditions de laboratoire. *Parasitica* 57 : 255-265.
- 30- Belfadel F., 2009- Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*, caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (effet cicatrisant chez le rat). Mémoire de Magister en chimie organique. Univ. Mentouri Coustantine, : 144 P
- 31- Benaradj A., Hasnaoui O., Boucherit H., Mederbal K., Baghdadi D. & Aïbout F., 2012- Efficacité de la technique de Mise en défens sur la préservation des plantes d'intérêt médicinales dans la région de Naâma : Cas de la station de Zaboudja – Tiout. *PhytoChem&BioSub Journal* Vol. 6 (1), Pp 39-52.
- 32- Benmehdi., 2003 - *Etude écologique de deux espèces caractéristiques des matorrals de la région de Tlemcen le cas de Pistacia lentiscus et Lavandula dentata*. Mém. Ing. Ecol. Vég. Univ. Tlemcen. 164 P.
- 33- Belaïche P., 1979. *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. L'aromatogramme* , Tome I, Edition Maloine. 448P.
- 34- Belhadj S., 1999 – Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. Cahiers options méditerranéennes. XIème Colloque du GREMPA sur le pistachier et l'amandier, Cent. Intern. Hét. Agro. Médit. (C.I.H.E.A.M.), Zaragoza, Vol. 56, Pp : 107 -109.
- 35- Belhadji, S. 2001. Les pistachiers algériens : Etat actuel et dégradation. Colloque du GREMPA sur le pistachier et l'amandier. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 107-109.
- 36- Belhadj S., 2003- *Les pistacheraies Algériennes : état actuel et dégradation*. Centre universitaire de Djelfa, Pp.107–8
- 37- Belelhadj S., Derridj, A., Aigouy, T., Gers, C., Gauquelin, T., and Mevy, J.P. 2007a. Comparative morphology of leaf epidermis in eight populations of Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf., Anacardiaceae). *Microscopy Research and Technique*. 70: 837–846.

- 38- Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers C. & Gauquelin T., 2008. Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. *Presse scientifique du CNRC Canada*, 86, 520-532.
- 39- Belhadj, S., Derridj, A., Moriana, A., Del Carmen Gijon, M. et Mevy, J.P. et Gauquelin, T. 2011. Comparative analysis of stomatal characters in eight wild atlas pistachio populations (*Pistacia atlantica* Desf.; Anacardiaceae). *International research journal of plant science*, Vol. 2, N°3, 060-069.
- 40- Belkrouf A., 2016- *Suivi phénologique de deux variétés de pistachier vrai et comparaison de comportement dans deux milieux différents*. Mast agronomie, Univ Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 55P.
- 41- Bellakhdar J., 2003- *Le Maghreb à travers ses plantes : plantes, productions végétales et traditions au Maghreb*. Editions Le Fenec, 198 P.
- 42- Ben-Youssef, N., Taamalli, W., Abaza, L., Daoud Ben-Miled, D., 2004- Degradação des lipides dans les semences de tournesol (*Helianthus annuus* L.) au cours de la croissance post germinative en conditions de stress salin ; *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* : vol. 81 (no 2), Pp. 90-97
- 43- Benabid A., 2002- *Le rif et le moyen-atlas (Maroc) : biodiversité, menaces, préservation*. Ecole natio Forestière Igénieurs Maroc.12P.
- 44- Benaradj, A., Bouazza, M. & Boucherit, H. 2015-*Ecologie du groupement à Pistacia atlantica dans l'atlas saharien oranais (Bechar- Algérie) ; Fl. Medit. 25 : 87-94.*
- 45- Benayad N., 2008. Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. *Proj rech*, Maroc. 63P
- 46- Bendahou, M., Muselli, A., Grignon-Dubois, M., Benyoucef, M., Desjobert, J.M., Bernardini, J.F., Costa, J., 2007-*Antimicrobial activity and chemical composition of Origanum glandulosum Desf. Essential oil and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation. Food Chem. 106,132-139*
- 47- Bendali, F., Djebbar, F. & Soltani, N., 2001- Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica 57 : 255-265.*
- 48- Bendali F., 2006- *Etude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anticulicidienne*. Doc. Biologie animale. Univ d'Annaba 176P.

- 49- Bendif H. 2017. *Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques lamiaceae : ajuga iva (l.) schreb., teucrium polium l., thymus munbyanus subsp. Coloratus (boiss. & reut.) greuter & burdet et rosmarinus eriocalyx jord & fourr.* Thèse doctt, Ecole norm supé kouba-Alger, 154 P.
- 50- Benhammou, N., Atik Bekkara, F., Kadifkova Panovska, T., 2009b- Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. C. R. Chimie, 12: 1259–1266.
- 51- Benhasaini H., 1998- Importance Agro écologique et composition biochimique de quelques espèces du genre *Pistacia*. Mem. Mag. *En écologie appliquée*. U.D.L. SBA. 89P.
- 52- Beniekhlef. *Comparaissant entre les huiles essentielles et leurs effets antibactériens sur Rosmarinus officinalis de la région de Bechar et Ouargla réalisé*. Mém. Mas. Agr et fors. Univer Abor Belkaid-Tlemcen., 27 ; 2014.
- 53- Benmahioul, B. -2009- *Amélioration de la micropropagation in vitro du pistachier (Pistacia vera L.) en vue de l'extension des vergers en Algérie*. Thèse Doct Sciences, Univ Sciences et de la Technologie - Oran. 129P.
- 54- Berchi S., 2000-*Bioécologie de Culex pipiens L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de luttés*. Thèse Doc. Sci, Univ Constantine, Algérie : 133P.
- 55- Berchi S, Boulknafd F, Louadi K., 2012- Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologie faunistique*, 63 (3): 203-206.
- 56- Binet, P., Brunel, J, P., 1968- *Physiologie végétale : Photosynthese*. Paris, doin (ed.). 793 P.
- 57- Bliss C, I., 1934- The method of probits. *Science* 79: 38-39.
- 58- Bloor, S. J., 2001-Overview of methods for analysis and identification of flavonoid, - *Method. Enzymol* (335): 3-14.
- 59- Bouabida H., Djebbar F., Soltani N., 2012- Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Tébessa en Algérie. *La faune Entomologique*, 65 : 99-103.
- 60- Boualem S, 2004, *Contribution à l'amélioration des techniques de stratification et de greffage de quelques espèces du genre Pistacia*. Thèse doctorat, uni. Stambuli Mustapha Mascara, 202P.

- 61-** Boualem, S.-A., 2015- "*Contribution à l'amélioration des techniques de stratification et de greffage de quelques espèces du genre Pistacia.*" Thès doct. Univ Stambouli Mustapha de Mascara, 202P.
- 62-** Bouaziza M., Matschullatb J., Gloaguen R., 2011- Improved remote sensing detection of soil salinity from a semi-arid climate in Northeast Brazil. *C. R. Geoscience*. Pp : 343 (2011) 795–803.
- 63-** Bouderdara N., 2013- *Séparation et détermination de structures des métabolites secondaires des Cachrys libanotis L.* Thèse Phytochimie, universite des frères Mentouri, Canstantine. 216P
- 64-** Boudjelidaa H., Bouaziza A., Soïn T., Smagheb G., Soltania N., 2005-Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 83: 115–123.
- 65-** Boudy, P., 1952- *Guide du forestier en Afrique du nord*. Vol 1, Edit. La Maison rustique, Paris, 509P
- 66-** Boudy, P., 1955. *Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie*. Edit. Larousse. Paris. 483P.
- 67-** Bougandoura, N., & Bendimerad, N. 2012- Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq.* *Nature & Technologie*, (9), 14 – 19.
- 68-** Bougherara I., 2014- *caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de Pistacia lentiscus L et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques*. Thès doct. Université Badji Mokhtar ; Annaba. 142P.
- 69-** Boulous, L., 2000-Flora of Egypt. Vol. 2. Al Hadara Publishing, Cairo, 26-31
- 70-** Bourassa, J. P., 2000- le Moustique. Par solidarité écologique, Motoriel, Boureal, 240p.
- 71-** Boutboul H, 1986 : La relance de la culture du Pistachier fruitier dans le midi Méditerranéen. *Rev. Hort.*, n° -264, Pp : 25-29.
- 72-** Brahmi F., Hadj-Ahmed S., Zarrouk A., Bezine M., Nury T., Madani K., Chibane M., Vejux A., Andreoletti P., Boulekbache-Makhlouf L. & Lizard G. 2017. Evidence of biological activity of *Mentha* species extracts on apoptotic and autophagic targets on murine RAW264.7 and human U937 monocytic cells. *Pharmaceutical Biology*, 55 (1): 286-293.
- 73-** Brahmi F, Khodir M, Chibane Met Duez., 2017- chemical composition and biological activities of *Mentha* species, *In Tech Design team*, tech Editor, 47-75

- 74- Bruneton, J. (1993) Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 2e édition, Tec et Doc., Lavoisier, Paris, 915 P.
- 75- Bruneton J., 1999- *Pharmacognosie, phytochimie., Plantes médicinales.* 3<sup>ème</sup> édition, Ed. TEC et DOC, Paris.1463P.
- 76- Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G., Hervy, J-P., 1999- *Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel d'identification et d'enseignement.* IRD édition.464P.
- 77- Burt S., 2004, Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: areview, *Inter Jourl of Food Microbiology*, P p.223-253.
- 78- Cai RL., 2000- HDAC1, a histone deacetylase, forms a complex with Hus1 and Rad9, two G2/M checkpoint Rad proteins. *J Biol Chem* 275(36):27909-16.
- 79- Chaba B., Chraa O., Khichane M., 1991 : Germination, morphogénèse racinaire et rythmede croissance du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica Desf.*). Physiologie des Arbres etArbustes en zones arides et semi-arides, *Groupe d'Etude de l'Arbre-Paris, France*, Pp. 465472.
- 80- Chalchat J.C., Muhayimana A., Habimana J.L., Chabard J.L., Aromatic plants of Rwanda., 1997-Chemical composition of essential oils of ten Eucalyptus species growing in Ruhande ar- boretum, Butare, Rwanda, *J. Ess. Oil. Res.* 9 159–165.
- 81- Charef M., 2010- *Contribution à l'étude de la composition chimique et étude des propriétés phytochimiques et nutritionnelles des lipides des fruits de Pistacia lentiscus et du Quercus.*Univ. Kasdi Merbah Ouargla. Thèse Doc en science chmique. 89P.
- 82- Chauvet, G., 1978- Lutte biologique contre les vecteurs d'affections humaines et tropicale. Moyens actuels et perspectives. *Md. Trop.* 38, 6, 651-657.
- 83- Chemat, F., Lucchesi, M.E., Smadja, J., Favretto, L, Colnaghi, G., Visinoni, F- 2006. Microwave accelarated steam distillation of essent ial oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach. *Anal. Chim. Acta* 555,157-160
- 84- Chebouti-Meziou, N., Merabet, A., Chebouti, Y., Bissaad, F. Z., Behidj-Benyounes, N., & Doumandji, S. (2014). Effect of cold and scarification on seeds germination of *Pistacia atlantica* L. for rapid multiplication. *Pak. J. Bot.*, 46(2) : 441-446
- 85- Chebouti Y., 2002 – Note technique sur la culture du pistachier fruitier. Rev. *Le foret algérien.* N° 4, Pp : 32 – 36
- 86- Chebouti-Meziou, N. (2010). "*Intérêt bioécologique et économique des ennemis du pistachier fruitier (Pistacia vera L.) Dans quelques stations en Algérie.*" Thes de doct en agronomie. Ecole superieure d'agronomie- Elharache. 300P.

- 87- Chebouti Y., 2002 – Note technique sur la culture du pistachier fruitier. *Rev. La forêt algérienne*. N° 4, Pp : 32 – 36
- 88- Chemloul F., 2014- *Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de lavandula officinalis de la region de Tlemcen*. Mem de Master Agronomie, université de Tlemcen., Pp.6-35.
- 89- Choaki S., 2006- *Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques*. Institut national de la recherche agronomique d'Algérie, 67 P
- 90- Choi. Y. 2016. Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *J. Dent. Hyg. Sci*, 39,756.
- 91- Clements, A, N., 1992- *Biology of Mosquitoes: development, Nutrition and Reproduction*, Chapman & Hall, London; 535p.
- 92- Cornelle H, V., Hawkins B, A., 1995- survival patterns and Mortality sources of herbivorous insect: some demographic trends. *The American Naturalist*, Vol. 145, No. 4: 563-593.
- 93- Cosentino S., Tuberoso C. I. G. et al., 1999- In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. *Lett Appl Microbiol*. 29(2) : 130-5.
- 94- Coste Hippolyte. 1937-*Flore illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. 3 vols ; Paris, Librairie des Sciences et des Arts Blanchard. 1 f., 416 pp :1 f., 627 pp. et 1 f., 807 Pp.
- 95- Couic-Marinié F., Lobstein A., 2013. Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques*; 52 (525): 18-21
- 96- Cox S D., Gustafson J E., Mann C U., Warmington J., 1998- Tea tree oil causes K+ leakage and inhibits respiration in Escherichia coli. *Lett. Appl. Microbiol*; 26: 355.
- 97- Cox S. D., Mann C. M. et al., 2000- The mode of antimicrobial action of the essential oil of Melaleuca alternifolia (tea tree oil). *J Appl Microbiol*; 88 (1): 170-5.
- 98- Crane, J C et Iwakiri B T., 1981- Morphology and reproduction of pistachio *Horticultural Reviews*, 13: 376-393.
- 99- Crosby D, G., 1966- natural pest control agents. In Gould, R. F. (Ed). *Natural pest Agents. Adv. Chem. Ser.* 53, Pp: 1-6.
- 100- Crossa. R., Germain. E, 1982- Avenir de la culture des arbres fruitiers à fruits secs dans les pays méditerranéens : Amandier, Noyer, Pistachier. *Revue fruits*, Vol. 7, n° 10, Pp: 617-626.
- 101- Dagnelie P., 2007- *statistique théorie et appliquée. Tome 2 : Inferences à deux dimensions*. Université De Boeck et Larquier, Bruxelles ; 659P.

- 102-** Danin, A., 1983- Anacardiaceae In: Desrt Vegetation of Israel and Sinai. Cana, Jerusalem. P p. 102-104.
- 103-** David J.P., Rey D., Pautou M.P., Meyran J.C. 2000- Differential toxicity of leaf litter to dipteran larvae of mosquito developmental sites. *J. Invertebr. Pathol.* 75: 9–18.
- 104-** DARRIET F., 1998 - La lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies : l'évaluation de nouveaux insecticides utilisables contre les moustiques en Afrique tropicale. Paris (FRA) ; Paris : Karthala ; ORSTOM, 114 P.
- 105-** Degryse, A, C., Delpla, I & Voinier, M, A., 2008- risque et benefice possibles des huiles essentielles, Atelier sante environnement, *IGS- EHESP*, 87 P.
- 106-** Deutsch, 2001- Alkaloids-Secrets of Life: Alkaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role. *Elsevier*. 12P.
- 107-** Diaz Barradas, M. C. & Correia, O. 1999. Sexual dimorphism, sex ratio and spatial distribution of male and female shrubs in the dioecious species *Pistacia lentiscus* L. *Folia Geobotanica* 34:163–174.
- 108-** Dogan, M., Dogan, S. 2003. Determination of kinetic properties of polyphenol oxidase from *Thymus* (*Thymus longicaulis* subsp. *Chaubardii* var. *chaubardii*). *J Food Chem*, 39 : 1-9.
- 109-** Dradja Beldi H, Soltani N., 2003- laboratory evaluation of dimilin on growth and glutathione activity in mosquitofish, a non-target species. 55th international symposium on crop protection. *Etranger. GHENT*. Belgique, pp. 299-305.
- 110-** Duchauffour P., 1976 – Atlas écologique des sols do monde. Ed. Masson, Paris, 178p
- 111-** Dupont, F, Guignard, J.L. 2007- *systématique moléculaire*, Issy-les-Moulineaux : Masson, 285 P.
- 112-** Duraffourd C., D’Hervicourt L. et Lapraz J. C., 1990- *Cahiers de phytothérapie clinique. I. Examens de laboratoires galéniques. Eléments thérapeutiques synergiques.*, 2ème éd. Masson, Paris. 96P.
- 113-** Durua M, E., Cakirb A., Kordalic S., Zenginc H., Harmandara M., Izumid S., Hiratad T., 2003- Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species; *Fitoterapia*, 74: 170-176.
- 114-** Ebrahimi, A., Maury, P., Berger, M., Poormohammad Kiani, S., Nabipour, A., Shariati, F., Grieu, P., and Sarrafi, A. 2008a. QTL mapping of seed-quality traits in sunflower recombinant inbred lines under different water regimes. *Genome*, 51: 599–615.
- 115-** Edwin, H., 1995- Natural polyphenols (vegetable Tannins) as drugs: Possible Modes Of Action, department of chemistry, university of sheffield s3 7HF, U, K, 59(2):205-15.

- 116- Evreinoff, V.A., 1948- *Le Pistachier, Fruits d'outre-mer*, Vol 3, n°2, Pp.45- 51.
- 117- Evreinoff, V.A., 1964- Notes sur le Pistachier. *Pomologie Française*, Revue, Vol, Pp. 115- 123.
- 118- Farajollahi A., Fonseca D.M., Kramer L.D., Kilpatrick, A., 2011- 'Bird biting' mosquitoes and human disease: a review of the role of *Culex pipiens* complex mosquitoes in epidemiology. *J. Inf GenEvol*11: 1577-1585.
- 119- Fardeau, J, C., et Frossard, E., 1991- Processus de transformation du phosphore dans les sols de l'Afrique de l'Ouest semi-arides au phosphore assimilable. *Africa S.C.o .P .E IUNEP Nairobi Kenya*, pp 18-22.
- 120- Ferradji Ayoub. 2011- *Activités antioxydante et anti-inflammatoire des extraits alcooliques et aqueux des feuilles et des baies Pistacia lentiscus*. Mem de Magister. Université Ferhat Abbas –Setif.90P.
- 121- Finney D.J. 1971-*Probit analysis*. (3d ed.) Cambridge University Press, London.
- 122- Fisher R.A., Yates F., 1957- Statistical Tables for Biological. -Agricultural and Medical Research, (5th ed.) London: *Oliver & Boyd*. 155P.
- 123- Festy D., et Dupin C., 2012- La lavande, c'est malin : huile essentielle, fraîche ou séchée découvrez les incroyables vertus de cette fleur, pour la beauté, la santé, la maison..., *Ed. Leduc's*. 102-110.
- 124- Flamini, G., Tebano, M., Cioni, P.L, Ceccarini, L; Ricci, A.S., Longo, I. 2007- Comparison between the conventional method of extraction of essential oil of *Laurus nobilis* L and a novel method which uses microwaves applied in situ, without resorting to an oven. *J. Chromatogr.* 1143, 36-40
- 125- Gainard, A., 2016- Lavandes et lavandin, utilisation en aromathérapie : enquête auprès des pharmaciens d'officine. *Sciences Pharmaceutiques*, 17P.
- 126- Gaussen, H., Leroy, JF, Ozenda, P., 1982- *Precis de botanique., Les Végétaux Supérieurs*, Ed. Masson, 2<sup>ème</sup> éd, 579P.
- 127- Ghazi F., S ahraoui S., 2005-Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantboucht et Hamraïa. Mémoire d'ingénieur. *Institut national d'agronomie*. Alger,81P.
- 128- Georges., 1979- *Sens-Olive « Les huiles essentielles - généralités et définitions »*, dans *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie*, éd. Maloine, 134P.
- 129- GourineN., Bombarda I., Yousfi M., Gaydou EM., 2010- Chemotypes of *Pistacia atlantica* Deaf essential oils from Algeria. *Natural product communications* 5:115–20 4.

- 130-** Grinia Kh., 2015- *l'étude de l'activité larvicide des composés phénolique de la plante Pistacia terebinthus sur la mineuse de la tomate Tuta absoluta*. Mem de Master en Biologie des populations et des organismes, 55P.
- 131-** Guignard, J.L; Dupont, F. 2004- *Botanique Systématique moléculaire*. 13 Ed révisée Masson Paris. Pp 116-117.
- 132-** Guignard, J.L., Dupont, F., 2004- *Botanique : Systématique moléculaire*, 13ème édition. Paris : Masson, 300P.
- 133-** Guillaumot, L., 2006.- *Les moustiques et la dengue*. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. *Institut Pasteur*. 15P.
- 134-** Guyot, M., 1992- *Systématique des Angiospermes*. Lomé (Togo): Presses Editogo, 215P.
- 135-** Hamadi Z ; et Khellel Y., 2006- *identification et extraction des molécules bioactives de Pistacia lentiscus L., J, Ing. Biologie ; 82P*
- 136-** Hamaidia K., 2014- *Biodiversité des moustiques de la région de Souk-Ahras et lutte chimique : aspects écologique, morphométrique, biochimique et toxicologique*. Thèse Doc., Univ, Annaba, 122P.
- 137-** Harbach R., 2010- *Culex pipiens: Species Versus Species Complex – Taxonomic History and Perspective, Journal of the American Mosquito Control Association 28(4):10-23*
- 138-** Harbach, R. E., 2011- *Classification within the cosmopolitan genus Culex (Diptera: Culicidae): The foundation for molecular systematics and phylogenetic research. Acta Tropica, 120, 1–14.*
- 139-** Harbach, R. E., Kitching, I. J., Culverwell, C. L., Dubois, J., & Linton, Y.-M., 2012- *Phylogeny of tribe Culicini (Diptera: Culicidae) based on morphological diversity. Zoologica Scripta, 41, 499–514.*
- 140-** Himmi, O., Dakki, M., Trabi, B., Elagbani, M. 1995- *Les Culicidae du Maroc : Clés d'identification, avec données biologiques et écologiques*. Rabat : *Institut Sciences, Trav. Série Zoologie*, 44, 51 P.
- 141-** Himmi O., 2007-*Les diptères (Insectes, Diptères) du Maroc : systématiques, Ecologique et études épidémiologiques pilotes*. Thès Doc., Université Mohamed V, Rabatt : 289P.
- 142-** Iroko, F, A., 1994- *Une histoire des hommes et des moustiques en Afrique. Côte des esclaves (XVI<sup>e</sup> - XIX<sup>e</sup> siècle)*. L'harmattan, *Racines du présent*. 169 p.

- 143-** Jacobson M., 1989- Botanical pesticides, past present and future In Arnason JT. (Ed.). Insecticides of plant origin. Washington, D.C. *American Chemical Society Symposium* 387; 1-10.
- 144-** Jaegly, 2003-Antimicrobial and phytochemical screening of methanol extracts of three medicinal plants in Ethiopia. *Advan Biol Res*, 8(3), 101-106.
- 145-** James SL, Marshall JM, Christophides GK, Okumu FO, Nolan T., 2020- Toward the definition of efficacy and safety criteria for advancing gene drive-modified mosquitoes to field testing. *Vector Borne Zoonot Dis*. 146(3) :13-17.
- 146-** Jang M., Czoschke N., Lee S., And Kamens R, M., 2002-Heterogeneous Atmospheric Aerosol Production by Acid-Catalyzed Particle-Phase Reactions. *Science*. Vol 298. Pp:814-817.
- 147-** Jaquy P., 1972- La création d'un verger de pistachier. Rapport *AGS SF/TUN. 17, INRA Tunis/PNUD*, 66p.
- 148-** Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF et Donoghue MJ. 2002- Plant Systematics: A Phylogenetic Approach, 2e éd. *Associés Sinauer, Sunderland, MA*. 576 P.
- 149-** Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens P., 2002- Botanique systématique. Editeur *De Boeck*, 467 P.
- 150-** Kafkas, S., Perl-Treves, R., 2001- “Morphological and molecular phylogeny of Pistacia species in Turkey”. *Theor Appl Genet* 102, 908–915
- 151-** Kilpatrick, K., Kaasalainen, S., Donald, F., Reid, K., Carter, N., Bryant-Lukosius, D., 2014- The effectiveness and cost-effectiveness of clinical nurse specialists in outpatient roles: A systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 20 (6) (2014), pp. 1106-1123.
- 152-** Kanem M. et Kaced T., 2022- *Evaluation de la toxicité des extraits aqueux des plantes de la région de Tizi-Ouzou contre les larves préimaginaux des Culicidae (Diptera ; Nematocera)*, mém Master, univ Tizi-Ouzou. 106P.
- 153-** Kaska, N., 1990- Pistachio research and development in the Near East, North Africa and Southern Europe. Dans: Nut Production and Industry in Europe, Near East and North Africa, FAO REUR et MAFRA, Yalova, Turquie, 19-22 juin 1990, Menini, U.G., Ölez, H., Büyükyilmaz, M. et Özelkök, S.(éds). *Technical Series*, 13: 133-1 60.
- 154-** Kaskas N., Caglar S & Kagkas S., 1994- genetic diversity and geneflow conservation of pistacia spices in Turkey. *CIHEAM option méditerranéennes*; 133-142.
- 155-** Khelil, A. & Kellal, A. 1980- Possibilité de culture et délimitation des zones à vocation pistachier en Algérie. *Fruits*, Vol. 35,177-185.

- 156-** Knight, K.L. and Stone, A., 1977- A Catalog of the Mosquitoes of the World (Diptera: Culicidae). *Entomological Society of America, Maryland*, 621 p.
- 157-** Kokwaro, J.O., 1986.- Anacardiaceae. In: Polhill, R.M. (Editor), 1986. *Flora of Tropical East Africa. A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands*. 59 pp.
- 158-** Kpemissi-Amana E. 2007.-*Les Anacardiaceae du Togo : Etudes botaniques, écologiques et propriétés antifongiques*, in *Sciences pharmaceutiques*, Université de Reims Champagne-Ardenne et Université de Lomé. p. 198.
- 159-** Lagunez Rivera L., 2006- *Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffée par induction thermomagnétique directe*, Thèse de Doct, Institut national polytechnique de Toulouse, P : 15-35.
- 160-** Laib et Barkat., 2011-Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de *lavandula officinalis*, *Agriculture N° 2*, p89.
- 161-** Lakhdar L., 2015- *Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur Aggregatibacter Atinomycetemcomitans : Etude in vitro*. Thèse sciences Odontologiques, Fac. Med, Maroc, 183P.
- 162-** Lambrechts L., Scott TW., Gubler DJ., 2010- Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. *Plos Neglected Tropical Diseases* 4 :646.
- 163-** Lapie G., Maige A., 1914- *Flore forestière illustrée comprenant toutes les espèces ligneuses de l'Algérie et les espèces ligneuses les plus répandues en Tunisie, au Maroc et dans le Midi de la France pour la détermination facile, sans l'emploi de mots techniques, de toutes les espèces décrites ; Éd Paris*.143p.
- 164-** Larouci-Rouibat A., 1987- *Étude biochimique et physiologique des semences du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.)* Mémoire des études supérieures en Physiologie Végétale, Option : Biochimie. USTHB Alger. 113 P.
- 165-** Lehane, M, J., 1991- biology of blood- sucking insects. *Chapman & Hall*, London, UK, 337p.
- 166-** Lemaistre J. 1959.-Le Pistachier (Etude Bibliographique). *Fruits* 14, 57 – 77.
- 167-** Lequay A., 2005- La nature a horreur du vide (compte rendu de la sortie du 23 avril. *Rev.Bull. Soc. Mycol. Bot. Région Chambérienne*. Vol 11 : 7 – 10 P.
- 168-** Lev, E. and Amar, Z. (2000) Ethnopharmacological Survey of Traditional Drugs Sold in Israel at the End of the 20th Century. *Journal of Ethnopharmacology*, 72, 191-205.
- 169-** Lieutaghi P., 2004- Le livre des arbres, arbustes & arbrisseaux. ED. Actes Sud.: 1322 P.

- 170- Lin, T.S., Crane, J.C., Ryugo, K., Polito, V.S., et Dejong, T.M., 1984- Comparative study of leaf morphology, photosynthesis, and leaf conductance in selected Pistacia species. *J. Amer. Soc. Hort. Sc.* 109 (3) : 325-330.
- 171- Lieutaghi, P. 2004- *Le livre des arbres, arbustes et arbrisseaux*. Edit. Actes Sud, 1305 p.
- 172- Linet, L.; Shi, Q.; Su, C. Y.; Shih, Lee K. H., 2006- *Bio org. Med. Chem.* 14. 2527P.
- 173- Lindley, J., 1830-An introduction to the Natural System of Botany. *Longman, Rees, Orme, Brown and Green, London, England*, 145P.
- 174- Lobstein A., Couic-Marinier F., 2017- Huile essentielle de Lavande officinale. *Actualités Pharmaceutiques* (56) 565 : 57-60.
- 175- Lounaci, Z., 2003- Biosystematique et bioecologie des Culicidaees (Dipteria, culicidae), *Revue 40*, (3-4) : 243-257.
- 176- Lucchesi, M.E.; Chemat, F.; Smadja, J. 2004- Solvent free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: Comparison with conventional hydro-distillation. *J. Chromatogr. A* 1043, 323-327
- 177- Lucchesi, M E. Chemat, F et Smadja, J., 2004. *Flavour And Fragrance Journal* *Flavour Fragr. J.*; 19: 134-138.
- 178- Lucchesi, M.E.; Smadja, J.; Bradshaw, S.; Louw, W.; Chemat, F., 2007- Solvent free microwave extraction of Elletaria cardamomum L: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. *J. Food Engineer.* 79 : 1079- 1086.
- 179- Maameri S., 2008- *Etude de Pistacia atlantica L. de deux régions du sud algérien : dosage des lipides, dosages des polyphénols*. Magister, Univ M'Hamed Bougara, Boumerdes, 139P.
- 180- Mabberley, D.J., 1987- *The Plant Book (A portable dictionary of the higher plants)*. Cambridge: University Press, 706p.
- 181- Mahdi, S. And N. Maarouf., 2016- *Effet de la salinité in vitro sur les paramètres morpho physiologiques chez le pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.)*, Unive M'Sila.65P.
- 182- Madjour S., 2014- *Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne d'une labiée rosmarinus officinalis*, Thes de doct, Université Med Khider Biskra, 96p.
- 183- Maggs D.H., 1973- The pistachio as an Australian crop. *J. Aust. Inst.Agric. Sci.* Pp: 10-7.

- 184-** Marzoukia H., Elaissib A., Khaldic A., Bouzid S., Falconierei D., Marongiu B., Pirasa A., et Porcedda S., 2009- seasonal and geographical variation of *Laurus nobilis* L, essential oil from Tunisia. *The open natural Products Journal*, Vol. 2, p: 86-91.
- 185-** Matille L., 1993 – Les diptères d'Europe occidentale. Introduction, technique d'étude et morphologie. Nématocères, Brachycères, Orthoraphes et Aschizes. Ed. Boubée, *TI, Paris* : 439P.
- 186-** Mazzola, P., Raimondo, F.M. et Venturella, M., 1996- *Natural occurrence and distribution of Pistacia species in Italy. Dans: Workshop "Taxonomy, Distribution, Conservation and Uses of Pistacia Genetic Resources"*, Palermo, Italie, (éd). IPGRI, Roma, Pp. 29-31.
- 187-** Mengel, P., Beh, D., Bellido, G.M., Monpon, B. 1993- VHMD : extraction d'huile essentielle par micro-ondes. *Parfums Cosmétiques Arômes* 114, 66-67.
- 188-** Merghache S., Hamza M., & Tabti B., 2009- Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta Chalepensis* L. de Tlemcen, Algérie. *Afrique science*, 5(1), pp: 67-81.
- 189-** Merghem R., Jay M., Viricel M. R., Bayet C. et Voirin B., 1995- Five 8-C benzylated flavonoids from *Thymus hirtus* (Labiatae). *Phytochemistry.*, 38 (3): 637-640.
- 190-** Miller, P., 1768- *The Gardeners Dictionary: containing the best and newest methods of cultivating and improving the kitchen, fruit, flower garden, and nursery; as also for performing the practical parts of agriculture.* Stafleu & Cowan. Taxonomic lit. (2nd ed.), 452P.
- 191-** Missoun F., Bouabdelli F., Benha, I, E., Beghdad Q., Djebli N., 2017- phytochemical study and antibacterial activity of different extracts of *Pistacia lentiscus* L collected from Dahra region zest of Algeria. *Journal of fundamental and applied Sciences.* 9(2) 669-684.
- 192-** Mlika M., 1987- Anatomies des fleurs et évolution des bourgeons floraux en inflorescences du Pistachier (*Pistacia vera* L) in programme de recherche et d'étude médit. Pour le Pistachier et l'Amandier, édit. Grasselly, INRA, France : Pp 343-355.
- 193-** Moghtader, M. 2010- Comparative survey on the essential oil composition from the leaves and fruits of *Pistacia mutica* Fischer Kerman Province. *Middle east journal of scientific research*, Vol.5, N°4, 291-297.
- 194-** Monjauze A., 1968- Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. En Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du N.* 56 : 1–127.
- 195-** More D. & White J., 2005- Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde, Flammarion, Pp 18 ; 797.

**196-** Morsli B., 2006- *zones potentielles du Pistachier vrai à l'échelle nationale. Communication personnelle, Essai d'évaluation de la politique Algérienne de développement rural.* Thèse de doctorat, Univ. Abou Bakr Belkaid.311P.

**197-** Munné-Bosch S., Peñuelas J., 2003-Photo- and antioxidative protection, and a role for salicylic acid during drought and recovery in field-grown *Phillyrea angustifolia* plants. *Planta*. 217(5) :758-66.

**198-** Nkhili E., 2009. *Polyphénols de l'alimentation : extraction, interactions avec les ions du fer et du cuivre, oxydation et pouvoir antioxydant*, Thèse de doctorat, Université Cadi Ayyad – Marrakech, 123P.

**199-** Normando, A. G. C, de Meneses, A. G., de Toledo, I. P., Borges, G. Á, de Lima, C. L., dos Reis, P. E. D., & Guerra, E. N. S., 2019-Effects of turmeric and curcumin on oral mucositis: A systematic review. *Phytotherapy Research*. 22(6): 1671–1684.

**200-** Nauciel C., 2000. *Bactériologie médicale : connaissance et pratique.* Edition Masson. Paris 288P.

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

**202-** Onay, A., Jeffree, C.E., 2000. Somatic Embryogenesis in Pistachio (*Pistacia Vera L.*), in: Jain, S.M., Gupta, P.K., Newton, R.J. (Eds.), *Somatic Embryogenesis in Woody Plants: Volume 6, Forestry Sciences.* Springer Netherlands, Dordrecht, Pp. 361–390.

**203-** Özeker E., Misirli A., 2001-Research on leaf properties and stomata distribution of some *Pistacia* spp. Zaragoza. Edi.*CIHEAM-IAMZ*: 237-241.

**204-** Owen, R., Haubner, R., Hull, W., Erben, G., Spiegelhalder, B. et Bartscha, H., 2003-The phenolic compounds of *Ceratona siliqua* pulps and seeds. *Food Chem. Toxicol.*, (41) : 1727–1738.

**205-** Ozenda, P.1982. *Les végétaux dans la biosphère*, Edit. Doin, Paris, 431P.

**206-** Padonou, G. G., Sezonlin, M., Gbedjissi G. L., Ayi, I., Azondekon, R., Djenontin, A., Bio-Bangana, S., Oussou, O., Yadouleton, A., Boakye, D., Akogbeto, M., 2011- Biology of *Anopheles gambiae* and insecticide resistance: Entomological study for a large scale of indoor residual spraying in South East Benin. *J. Parasitol. Vector Biol.*, 3(4): 59-68.

**207-** Pascal O., Labat J, N., Pignal M., and Soumille O.,2001-Diversité, affinités phytogéographiques et origines présumées de la flore de Mayotte (Archipel des Comores) Vol.

71, No. 2, *Plant Systematics and Phytogeography for the Understanding of African Biodiversity* , , 23: 1101-1123.

**208-** Pech, H., 1953- Le Pistachier en Syrie. *Fruits*, 8 :479-487.

**209-** Pell, S.K. 2004. Molecular systematics of the cashew family (Anacardiaceae). Thèse Doctorat. *St Andrews Presbyterian College*, 207P.

**210-** Peron L., Richard H., 1992- Epices et aromates, techniques et documentations, *Lavoisier*. 234P.

**211-** Philogene B. J. R., 1991.- L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris : 269-278.

**212-** Pibiri M. C., 2006- *Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles*. Thèse Doctorat, EPFL Lausanne, .161P.

**213-** QuezeL, P., & Santa, A S., 1962- *Nouvelle flore d'Algérie et des régions Désertiques Méridionales.*, Tome I, Centre Nationale de la Recherche Scientifique. 611P.

**214-** Rakotondravony, H. A. 2006. Quelques caractéristiques physico-chimiques des sols de la région LokyManambato, de la Réserve Spéciale d'Analamerana et de la Forêt Classée d'Andavakoera. In Inventaires de la faune et de la flore du nord de Madagascar dans la région Loky-Manambato, Analamerana et Andavakoera, eds. *S. M. Goodman & L. Wilmé*, Pp. 37-55.

**215-** Rameau J.C., Mansion D., Dumé G. et Gauberville C., 2008- Flore forestière française (guide écologique illustré), tome 3 : Région méditerranéenne. *Institut pour le Développement Forestier*. 2426 P.

**216-** Rasamimanana S., 2009- *Evaluatiosologie végétale*, Fac des sciences, *Antananarivo*.72P.

**217-** Raul. L et Ochoa. H., 2005. *Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » D'origine végétale*. These inst National Polytechnique Toulouse. 225P

**218-** Rehim, N. et Soltani, N.1999- Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor, against *Culex pipiens* (Dip., Culicidae): effects on development and cuticle secretion. *J. Appl. Entomol.*, 123, 437-441.

**219-** Reig-Armiñana J., Calatayud V., Cerveró J., García-Breijo FJ, Ibars A. & Sanz MJ., 2004-Effects of ozone on the foliar histologie du mastic (Pistache lentisque L.). *Environnement Pollution*132, 321–331

- 220-** Romani A., Pinelli P., Galardi C., Mulinacci N., Tattini M., 2002- Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of *Pistacia lentiscus* L. *Phytology Anal* Vol 13, (2), 79-86.
- 221-** Rouahna L., 2022 -*Entomofaune de pistachier (Pistacia vera L.) dans la région de Biskra*, Mem de mast, université de Biskra,51P.
- 222-** Saadoun Smail.N., 2002 - Types stomatiques du genre *Pistacia* : *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *Atlantica* et *Pistacia lentiscus* L. Natural Resources Laboratory, Cité des 300 Logements, Bt. F2, No. 183, Boukhalfa, Tizi-Ouzou, Algérie. *Options Méditerranéennes, Série A, N°63*. 371 P.
- 223-** Ribéreau-gayon, G., Ribereau-gayon, P., Ribereau-gayon, J., 1967-Plant biochemistry applied to the study of the chemical composition of the grape and its factors. *Botanist* Vol. 50, 371-88.
- 224-** Rioux, J, A., 1958-*Les Culicides du « Midi » méditerranéen*. Lechevallier, Ed., 303 p.
- 225-** Rodhain F., Perez C., 1985- Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire. *Maloine, s.a*. 114 P.
- 226-** Russell P.F., West L.S., Manwell R.D., Macdonald G., 1963 – Practical malariology. 2nd edition, London, Oxford Univ Press, 750p.
- 227-** Sarni-Manchado, p., V. Cheynier,V., 2006- | Sciences et Techniques Agroalimentaires, Paris [France] : Tec & Doc - *Lavoisier*, 0243-5624.
- 228-** Sato. M, Tsuchiya. H, Takase. I Kureshiro. H, Tanigaki. S, Inuma. M, 1995- Antibacterial activity offlavanone isolated from *Sphora exigua* against methicillin-resisant *Staphylococcus aureus* and its combination with and ibiotics. *Phytother. Res.* 9(7): 509-12.
- 229-** Sayah M, Y., 204- Activité larvicide des extraits des plantes Aromatiques sur les larves de Moustiques vecteurs de Maladies parasitaires, *Inter J of Innovation and Applied Studies*, Pp 832-842.
- 230-** Séguy, E. 1951. Trois nouveaux Syrphides de Madagascar (Dipt.). *Revue Fr. Ent.* 18: 14-18.
- 231-** Seigue, A., 1985 - *La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes*. Edit. Larousse. Paris. T. VII, n°2, pp. 141-142.
- 232-** Siegwart M, 2021- Combinaisons, caractéristiques et origines de mécanismes de résistance aux (bio)insecticides chez des insectes ravageurs des cultures. Sciences agricoles. Université d'Avignon. *Français. NNT* : .193P
- 233-** Seguy, E., 1940- *faune de France*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 371P.

**234-** Seguy, E., 1951- Atlas des dipteres de France- Belgique- Suisse. Introduction et caracteres : Nematoceres- Brachyceres (I0- Siphonapteres. Ed. N. Boube et compagne, 411P.

**235-** Severson DW., Behura SK., 2012-Mosquito genomics: progress and challenges. Annual Review of Entomology 57: 143-166.

**236-** Seye, F., Faye, O., Ndiaye, M., Njie, E., et Afoutou, M. 2009- *Pathogenicity of the fungus, Aspergillus clavatus, isolated from the locust, Oedaleus senegalensis, against larvae*,254P.

**237-** Sidi Boulenouar K., et Ziane A., 2003- *Etude phytochimique des huiles essentielles de lavandula stoechas L, de la region de Tlemcen*, Mem de master., universite Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 54-76.

**238-** Silano V. and Delbo M., 2008- Assesement report on foeniculum vulgare Miller, EMEA, *European Medecines Agency*, London, 23P.

**239-** Sinegre G., Jilien JL., Gaven B., 1977- Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de Culex pipiens (L.) dans le Midi de la France. *Parasitologia* 19 (1/2), Pp. 79–94.

**240-** Smallfield B., 2001- Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*, 45, Pp : 4.

**241-** Sinegre G, Jilien JL, Gaven B., 1977- Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de Culex pipiens (L.) dans le Midi de la France. *Parasitologia* 19 (1/2), 79–94.

**242-** Smallfield B., 2001.- Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop Food Res.*, 45, 4.

**243-** Snodgrass R. E., 1957- A revised interpretation of the external reproductive organs of the male insects. *Smithes. Misc. Coll.*, 135 (6), 60 P.

**244-** Somon E., 1987- Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. *OPU Alger*. 03 P.

**245-** Spichiger R.E., Savolainen V.V. et Figeat M., 2000- Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. Collection Biologie. Presses Polytechniques et Univ Romandes. Lausanne.413 P.

**246-** Spigno G., Tramelli L., De Faveri D. M., 2017-Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *J. of FoodEngineering*, 81:200-208.

- 247- Spina, P., Pennisi, F. 1957- La culture du pistachier en Sicile. *Riv. Ortoflorofrutticult. Ital.* 19: 533-557.
- 248- Taraphdar D., Sarkar A., Chatterjee S., 2012- Mass scale screening of common arboviral infections by an affordable, cost-effective RT-PCR method, *Asian Pac. J. Tropical Biome* 2: 97-101.
- 249- Thiboutot MM., Kannan S., Kawalekar OU., Shedlock DJ., Khan AS., Sarangan G., 2010- Chikungunya: a potentially emerging epidemic. *Plos Neglected Tropical Diseases* 4: 623.
- 250- THORNE, R.F., & REVEAL, J.L., 2007- An updated classification of the class Magnoliopsida ("Angiospermae"). *The Botanical Review* .73(2): 67–181.
- 251- Tine-Djebbar F., Bouabida H., Soltani N., 2011- Caractérisation morphométrique et biochimique de certaines espèces de moustiques inventoriées dans la région de Tebessa. *Bulltin société zoologique en France*, 136(1-4): 177-185.
- 252- Traveset A., 1993- Weak interactions between avian and insect frugivores: the case of *Pistacia terebinthus* L. (Anacardiaceae). *Rev. Vegetatio*. 13P.
- 253- Tsuchiya.H, Takase.I, Kureshiro.H, Tanigaki.S, Inuma.M., 1995- Antibacterial activity of flavanone isolated from *Sophora exigua* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and its combination with antibiotics. *Phytother. Res.* 9(7): 509-12.
- 254- Ubarrecheda D, G Oxley, Ducerf G., 2013- Manifeste gourmand des herbes folles ; se faire du bien en dégustant les plantes sauvages., *Toucan* , 368 P.
- 255- Verdú, M. & García-Fayos, P. 1996 -Postdispersal seed predation in a Mediterranean patchy landscape. *Acta Oecologica (Berl.)* 17: 379–391.
- 256- Vialard N. 2008. *Remèdes et recettes à la lavande*, Ed. Rustica. 64P.
- 257- Villar a., Sanz M, J., Paya M., 1987- Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus* L. *Int. J. Crude Drug Res.* 25(1): 1-3.
- 258- Vuorela S, Salminen H, Mäkelä M, Kivikari R, Karonen M, Heinonen M., 2005- Effect of Plant Phenolics on Protein and Lipid Oxidation in Cooked Pork Meat Patties. *J. Agric. Food Chem.* 53, 22, 8492–8497.
- 259- Wang, S.Y., Wu, J. H., Shyun, L. F., Kuo, Y. H. et Chang, S. T., 2002- Antioxidant activity of Abietane- Type Diterpenes from heartwood of *taiwania cryptomeroides hayata*. *Holzforshung*, (5): 56-60.
- 260- Whitehouse, W.E., 1957- The pistachio nut, a new crop for the Western United States. *Econ. Bot.*, 11 :281-321.

- 261-** Wilson B PhD, Girard DMD, MSc, BC M. Cloutier DMD, DJ Wilson BSc, Clokie DDS, PhD, Miller PhD., 2007- Analyse microtomographique de la cicatrisation des plaies crâniennes osseuses au laser femto seconde par rapport aux instruments mécaniques chez la souris avec et sans application de BMP-7, lasers in rurgery and medicine., *Méd.* 39:458–467.
- 262-** Woodroof, J G., 1979- The nuts, production processing product. Vol. the AVI Publishing comp., Inc., *Westport Connecticut*. 241P.
- 263-** Yaaqobi A., EL Hafid L., Haloui B., 2009- étude biologique de pistacia atlantica desf. De la region orientale du maroc, *Biomatec Echo*, Vol3, N<sup>o</sup> 6, Pp. 39 – 49.
- 264-** Yi T, Wen J, Golan-Goldhirsh A, Parfitt DE., 2008- Phylogenetics and réticulated evolution in Pistacia (Anacardiaceae). *Suis J. Bot.* 95:241-251.
- 265-** Yıldız M, Kılıç Z, Hökelek T., 1998- Intramolecular hydrogen bonding and tautomerism in Schiff bases. Part I. Structure of 1,8-di[N-2-oxyphenyl-salicylidene] -3,6 dioxaoctane. *Jourl of Molecular Structure.*, Vol 441, Issue 1, Pp 1-10.
- 266-** Yusuf Y., 2006- Antioxidant activity of Abietane - Type Diterpenes from heartwood of taiwania cryptomeroides hayata. *Trends Food Sci. Tech*, (17): 64-71.137.
- 267-** Zahalaka. J.P., 2009- Les plantes en pharmacie propriétés et utilisation. *Édition Douphin*. 125P.
- 268-** Zaidi N, Farine J.P, Soltani N., 2005- Analyse des résidus d'un insecticide (Dimilin) dans l'eau et les différents compartiments d'un poisson non ciblé. *Algerian journal of technology*, 483-486.
- 269-** Zohary M., 1952 - A monographical study of the genus Pistacia. *Palestine Journal Bot. J. Séries*, 5 Pp :187-228.
- 270-** Zohary M., 1972- Pistacia L. Flora Palestine, Israel Academy of Sciences and Humanities. *Jerusalem* 2:187–228
- 271-** Zuang H., Barret P., Beau C., 1988- Nouvelles espèces fruitières, ed. Ctifl geysler, *conservatoire botanique des porqueroles*, Pp : 142-147.

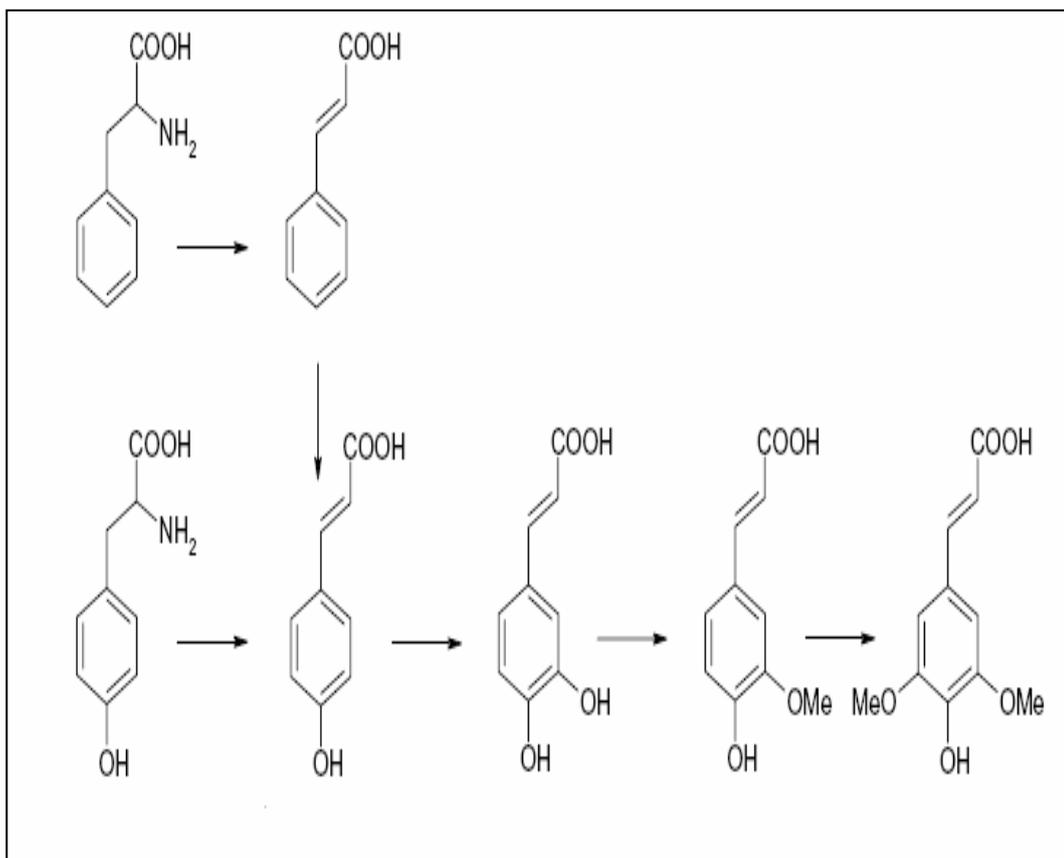
**Annexe 1: Biosynthèse des composés phénoliques****Tableau 1** : Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique. (Annexe 1)

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
A. Gallique (ml)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Méthanol (ml)	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
<b>Dosage</b>						
Folin	1	1	1	1	1	1
Ciocalteu's(ml)						
<b>Incubation 3-5 minutes</b>						
NaCo <sub>3</sub> (ml)	1	1	1	1	1	1

Un blanc avec une solution de méthanol absolu à la place de la solution des feuilles des plantes est réalisé dans les mêmes conditions.

**Tableau 2** : Dosage des polyphénols totaux.

<b>Dilution</b>				
<b>Absorbance</b>	<b>100%</b>	<b>40%</b>	<b>20%</b>	<b>10%</b>
<b>Absorbance 1 (nm)</b>	0,970	0,390	0,620	0,160
<b>Absorbance 2 (nm)</b>	0,960	0,495	0,301	0,125

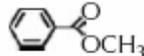
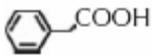
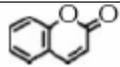
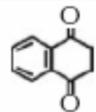
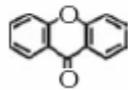
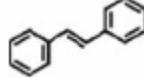
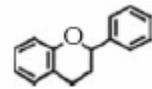


**Figure 1:** biosynthèse des composés phénoliques le plus largement distribués par la voie deshikimate (Crozier et al, 2006). PAL : phénylalanine ammonia-lyase ; C4H : cinnmate 4-hydroxylase.

## ANNEXES

### Annexe 2 : Classe des polyphénols

**Tableau 2 :** Structure des squelettes des polyphénols (Crosier *et al*, 2006).

Nombre de Carbones	Squelette	Classification	Exemple	Structure de Base
7	C6-C1	Acides phénols	Acide gallique	
8	C6-C2	Acétophénonnes	Gallac et ophénone	
8	C6-C2	Acide phénylacétique	Acide P-Hydroxyphénylacétique	
9	C6-C3	Acides hydroxycinamiques	Acide P-Coumarique	
9	C6-C3	Coumarines	Esculitine	
10	C6-C4	Naphthoquinones	Juglone	
13	C6-C1-C6	Xanthones	Mangiferine	
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Resveratrol	
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes	Naringénine	

## ANNEXES

**Annexe 3** : Propriétés des composés phénoliques (Nutritionnel et thérapeutique).

Tableau 3 : Activités biologiques des composés polyphénoliques (Frank, 2004).

Polyphénolique	Activités	Auteurs
Acide phénols	Antibactériens	(Didry <i>et al.</i> , 1982)
	Antifongiques	(Ravn <i>et al.</i> , 1984)
	Antioxydants	(Hayase <i>et Kato</i> , 1984)
Coumarines	Vasoprotectrices et antioedémateuses	(Mabry <i>et Ulubelen</i> , 1980)
Flavonoïdes	Antitumorales	(Stavric <i>et Matula</i> , 1992)
	Anticarcinogènes	(Das <i>et al.</i> , 1994)
	Anti-inflammatoires	(Bidet <i>et al.</i> , 1987)
	Hypotenseur et diurétiques	(Bruneton, 1993)
	Antioxydants	(Aruoma <i>et al.</i> , 1995)
Anthocyanes	Protection des veines et capillaires	(Bruneton, 1993)
Proanthocyanines	Effets stabilisants sur le collagène	(Masquelier <i>et al.</i> , 1979)
	Antioxydants	(Bahorun <i>et al.</i> , 1992)
	Antitumorales	(Brownlee <i>et al.</i> , 1992)
	Antifongiques	(Kreofsky <i>et al.</i> , 1992)
	Anti-inflammatoires	
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydants	(Okuda <i>et al.</i> , 1983) (Okamura <i>et al.</i> , 1993)

## ANNEXES

### Annexe 4 : Matériel non biologique

**Tableau 4 :** Matériels, appareillages utilisés.

<b>Verrerie et le petit matériel</b>	<b>Appareillages et disposition</b>
Tubes à essai.	Broyeur.
Portoirs.	Rotavapeur.
Flacons en verre.	Bain Marie.
Entonnoir.	Agitateur magnétique.
Béchers.	Plaque chauffante.
Gants.	Balance.
Barreaux magnétiques.	Réfrigérateur.
Pipettes pasteur.	Etuve.
Micropipette.	Haute.
Eprouvettes.	
Spatule, baguettes.	
Ballons à fond rond.	
Mousseline.	
Papier filtre.	
Papier aluminium.	

## ANNEXES

### **Annexe 5 : matériels non biologiques**

Les réactifs utilisés dans ce travail sont :

- Eau distillée et l'eau de javel.
- Méthanol.
- Réactif de Stiansy.
- Acide chlorhydrique.
- Propanol-1.
- Chlorure de fer.
- Acétate de sodium.
- Chloroforme.
- Ammoniaque.
- Acétate de plomb.
- Ether.
- Réactif de Dragendroff.
- Sulfate de sodium anhydre.
- Ethanol absolu.
- Ether d'éthylique.
- Hydroxyde de potassium.
- Iode.
- Coupeau de Mg.
- Alcool isoamylique
- Acide sulfurique.
- Réactif de Fehling.
- Anhydrideacétique.
- Hydroxyde de sodium.
- $\text{Cu SO}_4$ .
- Ether de pétrole.

## ANNEXES

### Annexe 6 : Préparation des solvants

**Tableau 5 :** Les réactifs et les solutions utilisées

<b>Préparation de L'infusé a 5 %</b>	5g de poudre de la plante additionner 100ml de l'eau distillée bouillante pendant 15mn. Le filtrat restant est ajusté à 100ml par l'eau distillée.
<b>Réactif de Stiansy</b>	2volumes de formol.....50ml 1volume HCl 1N.....25ml
<b>L'ammoniaque1/2</b>	Ammoniaque .....30ml Eau distillée.....60ml
<b>Acétate de plomb</b>	Poudre d'acétate de plomb.....9, 5g Eau désoxydée (bouillir puis refroidir) .....10ml Met dans une fiole ombrée et agitée par un agitateur Magnétique
<b>Réactif de Dragendroff</b>	Solution A : 0 ,85g de nitrate de bismuth+40ml d'eau distillée + 100ml acide acétique. Solution B : 8g d'iode de potassium + 2ml l'eau distillée. -On mélange A+B. 15ml de mélange+ 20ml d'acétate puis compléter a 100ml de l'eau distillée.
<b>FeCl<sub>3</sub> à 5%</b>	FeCL3.....5g L'eau distillée.....100ml
<b>KOH à 10%</b>	KOH .....10g L'eau distillée.....100ml
<b>HCl à 10%</b>	HCl .....10ml L'eau distillée.....90ml
<b>HCl à 2N</b>	HCl.....87 ,64ml Eau distillée.....500ml

## ANNEXES

<b>NaOH à 20%</b>	NaOH.....20g Eau distillée.....100ml
<b>CuSO<sub>4</sub> à 20%</b>	CuSO <sub>4</sub> .....20g Eau distillée.....100ml
<b>FeCl<sub>3</sub> à 2%</b>	FeCl <sub>3</sub> .....2g Eau distillée.....100ml
<b>20ml de CH<sub>3</sub>OH / HCl V/V</b>	CH <sub>3</sub> OH.....10ml HCl.....10ml
<b>50ml de C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O/CHCl<sub>3</sub> 3V/V</b>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O.....12,5ml CHCl <sub>3</sub> .....37,5ml

## ANNEXES

### Annexe 7 : la mortalité corrigée

**Tableau 1:** Probits, des pourcentages de mortalité corrigée et logarithme décimal des doses chez les larves L1 de *Culex pipiens* après le traitement.

	Doses	Log dose	24h		48h		72h	
			Mortalité corrigée (Mc%)	Probits	Mortalité corrigée (Mc%)	Probits	Mortalité corrigée (Mc%)	Probits
<i>P. lenitiscus</i>	D1= 10%	1	33%	4,56	42%	4,80	67%	5,44
	D2= 20%	1,30	42%	4,80	58%	5,20	67%	5,44
	D3= 40%	1,60	50%	5	67%	5,44	75%	5,67
	D4=100%	2	67%	5,44	83%	5,95	100%	8,09
<i>P. atlantica</i>	D1= 10%	1	22.50%	4,29	16.50%	4.05	0%	0
	D2= 20%	1,30	25.00%	4.33	25.00%	4.33	34%	4,59
	D3= 40%	1,60	30.5%	4,5	25.00%	4.33	44.33%	4.85
	D4=100%	2	33.35%	4.56	50.00%	5	17.66%	4.08
<i>P. vera</i>	D1= 10%	1	0%	-	8.33%	3.59	16.66%	4.05
	D2= 20%	1.3	0%	-	8.33%	3.59	25%	4.33
	D3= 40%	1.6	16.66%	4.05	16.66%	4.05	25%	4.33
	D4=100%	2	41.66%	4.8	58.33%	5.2	66.66%	5.44
<i>P. terebinthus</i>	D1= 10%	1	13.56%	3.92	24%	4.29	33.44%	4.56
	D2= 20%	1,30	27.42%	4.39	34.53%	4.61	41.11%	4.77
	D3= 40%	1,60	33.5%	4.59	42.32%	4.8	51.43%	5.03
	D4=100%	2	49.77%	5	53.13%	5.08	60.33%	5.25
<i>L. officinalis</i>	D1= 10%	1	25.4%	4.33	36.76%	4.67	39.75%	4.75
	D2= 20%	1,30	33.33%	4.56	41.66%	4.8	55.4%	5.13
	D3= 40%	1,60	40.10%	4.75	40.45%	4.77	59.64%	5.25
	D4=100%	2	62.8%	5.33	71.34%	5.55	90.7%	8.09

## ANNEXES

**Tableau 2:** Probits, des pourcentages de mortalité corrigée et logarithme décimal des doses chez les larves L2 de *Culex pipiens* après le traitement.

	Doses	Log dose	24h		48h		72h	
			Mortalité corrigée %	Probits	Mortalité corrigée %	Probits	Mortalité corrigée %	Probits
<i>P. lentiscus</i>	D1= 10%	1	25%	4,33	33%	4,56	42%	4,80
	D2= 20%	1,30	58%	5,20	67%	5,44	67%	5,44
	D3= 40%	1,60	67%	5,44	75%	5,67	83%	5,95
	D4=100%	2	67%	5,44	83%	5,95	100%	8,09
<i>P. atlantica</i>	D1= 10%	1	16.75%	4.05	25%	4.33	25%	4.33
	D2= 20%	1,30	16.75%	4.05	25%	4.33	25%	4.33
	D3= 40%	1,60	20.25	4,23	25%	4.33	41.75	4.8
	D4=100%	2	23.75%	4.29	33.25%	4.56	75%	5.67
<i>P. vera</i>	D1= 10%	1	0%	-	8.33%	3.59	25%	4.33
	D2= 20%	1,30	0%	-	8.33%	3.59	25%	4.33
	D3= 40%	1,60	8.33%	3.59	16.66%	4.05	25%	4.33
	D4=100%	2	16.66%	4.05	41.66%	4.8	41.66%	4.8
<i>P. terebinthus</i>	D1= 10%	1	13.24%	3.87	18.18%	4.08	21.75%	4.23
	D2= 20%	1,30	22.75%	4.26	26.45%	4.39	29.88%	4.48
	D3= 40%	1,60	24.66%	4.33	26.55%	4.39	33.46%	4.59
	D4=100%	2	42.11%	4.8	45.66%	5	50.1%	5.03
<i>L. officinalis</i>	D1= 10%	1	10.33%	3.72	26.45%	4.39	36.7%	4.67
	D2= 20%	1,30	25.8%	4.36	36.97%	4.67	44.65%	4.87
	D3= 40%	1,60	28.66%	4.45	40.66%	4.5	47.47%	4.95
	D4=100%	2	33.33%	4.56	50.87%	5.03	80%	5.84

## ANNEXES

**Tableau 3:** Probits, mortalité corrigée et logarithme décimal des doses chez les larves L3 de *Culex pipiens* après le traitement.

	Doses	Log dose	24h		48h		72h	
			Mortalité corrigée (Mc%)	Probits	Mortalité corrigée (Mc%)	Probits	Mortalité corrigée (Mc%)	Probits
<i>P. lentiscus</i>	D1= 10%	1	8%	3,59	17%	4,05	17%	4,05
	D2= 20%	1.30	17%	4,05	33%	4,56	42%	4,80
	D3= 40%	1.60	19%	4,12	42%	4,80	50%	5
	D4=100%	2	25%	4,33	50%	5	92%	6,41
<i>P. atlantica</i>	D1= 10%	1	25%	4.33	41.5%	4.8	58.25%	5.2
	D2= 20%	1.30	33.25%	4.56	48.5%	4.97	50%	5
	D3= 40%	1.60	16.5%	4.05	60.5%	5.28	83.25%	5.95
	D4=100%	2	75%	5.67	83.25%	5.95	100%	7.37
<i>P. vera</i>	D1= 10%	1	0%	-	8.33%	3.59	16.66%	4.05
	D2= 20%	1.30	0%	-	8.33%	3.59	16.66%	4.05
	D3= 40%	1.60	8.33%	3.59	16.66%	4.05	25%	4.33
	D4=100%	2	16.66%	4.05	16.66%	4.05	41.66%	4.8
<i>P. terebinthus</i>	D1= 10%	1	12%	2.95	18.57%	4.12	22.64%	4.26
	D2= 20%	1.30	15.58%	3.45	21.68%	4.23	22.33%	4.23
	D3= 40%	1.60	20.25%	4.16	29.54%	4.48	30.87%	4.5
	D4=100%	2	32.55%	4.56	33.58%	4.59	45.87%	4.87
<i>L. officinalis</i>	D1= 10%	1	20.54%	4.19	28.64%	4.45	29.11%	4.45
	D2= 20%	1.30	24.58%	4.33	25.44%	4.33	34.52%	4.61
	D3= 40%	1.60	26.57%	4.39	28.67%	4.45	36.77%	4.67
	D4=100%	2	30.68%	4.5	35.44	4.61	55.54%	5.15

## ANNEXES

**Tableau 4:** Probits, mortalité corrigée et logarithme décimal des doses chez les larves L4 de *Culex pipiens* après le traitement.

		Log dose	24h		48h		72h	
			Mortalité corrigée (Mc%)	Probits	Mortalité corrigée (Mc%)	Probits	Mortalité corrigée (Mc%)	Probits
<i>P. lentiscus</i>	D1= 10%	1	8%	3,59	25%	4,33	33%	4,56
	D2= 20%	1.30	8%	3,59	25%	4,33	33%	4,56
	D3= 40%	1.60	17%	4,05	25%	4,33	50%	5
	D4=100%	2	25%	4,33	42%	4,80	67%	5,44
<i>P. atlantica</i>	D1= 10%	1	9%	3.66	18.25%	4.08	36.23%	4.64
	D2= 20%	1.30	8.99%	3.66	18.25%	4.08	40.5%	4.77
	D3= 40%	1.60	8.99%	3.66	36.23%	4.64	63.5%	5.36
	D4=100%	2	18.25%	4.08	63.48%	5.33	90.73%	7.37
<i>P. vera</i>	D1= 10%	1	0%	-	9.08%	3.66	10%	3.72
	D2= 20%	1.30	0%	-	9.08%	3.66	18.18%	4.08
	D3= 40%	1.60	8.33%	3.59	18.18%	4.08	18.18%	4.08
	D4=100%	2	16.16%	4.05	18.18%	4.08	27.27%	4.39
<i>P. terebinthus</i>	D1= 10%	1	5%	3.36	10.23%	3.72	14.77%	3.96
	D2= 20%	1.30	12%	3.82	23.44%	4.26	34.33%	4.59
	D3= 40%	1.60	12.33%	3.82	24%	4.29	35.66%	4.64
	D4=100%	2	20.65%	4.19	33.44%	4.56	56.12%	5.15%
<i>L. officinalis</i>	D1= 10%	1	11.33%	3.77	18.18%	4.08	21.27%	4.19
	D2= 20%	1.30	12.34%	3.82	23.45%	4.29	35.77%	4.64
	D3= 40%	1.60	33.4%	4.56	36.88%	4.67	47.56%	4.95
	D4=100%	2	43%	4.82	48.55%	4.97	63.33%	5.33

## ANNEXES

Annexe 8 : dosage spectrale des polyphénols totaux.

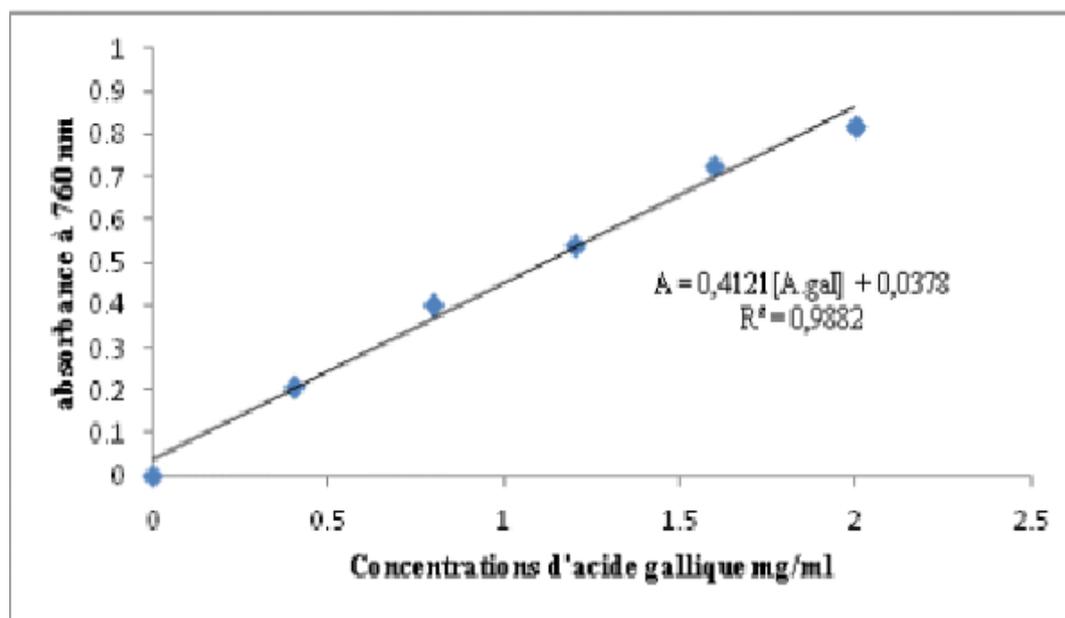


Table de probit

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

## Résumé

Dans le domaine de la recherche d'une méthode de lutte biologique contre les Culicidae vecteurs de maladies pathogènes, des tests ou des examens de sensibilité sont réalisés sur des moustiques par l'utilisation d'extrait polyphénolique de quelques pistachiers : *Pistacia terebinthus*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* et par l'application de l'huile essentielle de *lavandula officinalis*.

Cette étude contribue à la valorisation des extraits végétaux du genre *Pistacia* et *Lamiace*. A cet effet, une réduction de l'utilisation des produits chimiques, ainsi que leurs importations et enfin utiliser un moyen de lutte efficace, naturel et économique. Dans cette recherche, l'activité insecticide des extraits testés a été étudiée sur les différents stade larvaire de *Culex pipiens* (L.). Les tests de toxicité ont démontré au bout de 24,48 et 72 heures et après une semaine pour déterminer LC50 et TL50, les résultats sont confirmés par le test ANOVA et Tukey. En global, l'extrait polyphénolique a un effet larvicide important et remarquable, en particulier l'extrait polyphénolique de *Pistacia lentiscus*, *Pistacia atlantica* et *pistacia terebinthus* ainsi que l'huile essentielle de lavande a un effet toxique très efficace contre les différents stades larvaires. Les résultats du screening phytochimique effectué sur *Pistacia lentiscus*, *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia terebinthus* et *Lavandula officinalis*, ont montré qu'une grande richesse de métabolites secondaires est élaborée par ces plantes.

Les résultats de l'activité insecticide de l'extrait polyphénolique de quatre plantes du genre *pistacia* présente une activité très importante, l'extrait de *Pistacia lentiscus*, puis *Pistacia terebinthus*, *Pistacia atlantica* et *Pistacia vera*, avec une mortalité corrigé pour la quatrième dose est de 34,5%, 56,72%, 58,1%, 53,1% après 24 heures sur le premier stade larvaire, une mortalité corrigée de 100% a été marquée pour la dose 4 après 72 heures de traitement par l'extrait de lentisque sur les larves de premier et de deuxième stade, *Pistacia vera* marque une sensibilité faible par rapport aux plants de même genre sur les larves de deuxième, troisième et quatrième stade.

L'utilisation des huiles essentielles de la lavande comme un insecticide donne une mortalité corrigée fort de 90.4% pour la quatrième dose sur les larves de premier stade, cette valeur diminue pour les autres stades larvaires pour la même dose. Nos résultats ont exposé une activité larvicide très importante et très intéressante, pour des valeurs de DL50 de *Pistacia lentiscus* de 30,44 mg/ml et 92,30 mg/ml de stades larvaires L1 et L4 après 24 heures. En revanche, la toxicité et la nocivité sont bien marquées lorsque la durée d'exposition des larves est plus longue avec un taux de mortalité atteignant 100 % pour L1 et L3 après 72 heures pour l'extrait polyphénolique de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica*, *Pistacia terbinthu*s et l'huile essentielle de *lavandula officinalis*. L'analyse de l'ANOVA appliquée aux différentes doses sur les stades larvaires, montre une interaction significative ( $P=0,000<0,05$ ), entre les doses et la mortalité des larves, ce qui nous permet de dire que les doses utilisées pour le traitement des larves ont un effet significatif et qui causent la mortalité des larves.

Dans l'objectif de la lutte contre les moustiques, l'extrait polyphénolique des feuilles de quatre plantes du genre *Pistacia* et l'huile essentielle de la lavande est utilisé comme biocide naturel.

**Mots clés :** Activité larvicide ; extrait polyphénolique ; *Pistacia* spp. ; *Culex pipiens*, huile essentielle, *lavandula officinalis*.

## الملخص

كجزء من البحث عن طريقة للمكافحة البيولوجية ضد نواقل الأمراض المسببة للأمراض من نوع *Culicidae*، تم إجراء اختبارات الحساسية على البعوض باستخدام المستخلص البوليفينول لبعض أشجار الفستق *Pistacia atlantica terebinthus*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia vera* والخزامى *lavandula officinalis* العطري.

تساهم هذه الدراسة في تمييز المستخلصات النباتية لجنس *Pistacia* و *Lamiacia* وتحققاً لهذه الغاية، الحد من استخدام المواد الكيميائية، فضلاً عن وارداتها؛ وأخيراً استخدام وسيلة فعالة وطبيعية واقتصادية للتحكم. في هذا العمل، تم دراسة النشاط المبيدات الحشرية لهذه المستخلصات على اليرقات *Culex pipiens* (L.). ويتم تأكيد النتائج بواسطة اختبار ANOVA والسمية بعد 24.48 و 72 ساعة وبعد أسبوع واحد لتحديد LC50 و TL50، ويتم تأكيد النتائج بواسطة اختبار ANOVA و *Tukey*. أظهرت نتائج الفحص الكيميائي النباتي الذي تم إجراؤه على *Pistacia vera*, *Pistacia lentiscus* و *Pistacia atlantica*, *Pitacia atlantica*, *Pistacia terebinthus* و *officinalis Lavandula* أن هذه النباتات تنتج ثروة كبيرة من المستقلبات الثانوية.

أظهرت نتائج النشاط المبيدات الحشري للمستخلص البوليفينولي لخمسة نباتات من جنس *Pistacia* نشاطاً معنوياً جداً لمستخلص *Pistacia lentiscus*، ثم *Pistacia terebinthus*، *Pistacia vera* وأخيراً *Pistacia atlantica*، حيث بلغت نسبة الوفيات المصححة للجرعة الرابعة 34,5%، 56,72%، 58,1%، 53,1% بعد 24 ساعة في المرحلة اليرقة الأولى، تم تسجيل معدل وفيات مصحح بنسبة 100% للجرعة 4 بعد 72 ساعة من على الطور اليرقي الأول والثاني، الفستق الحقيقي يظهر حساسية منخفضة مقارنة بالنباتات من نفس الجنس في يرقات الطور الثاني والثالث والرابع. إن استخدام زيوت اللافندر الأساسية كمبيد حشري يعطي نسبة وفيات مصححة عالية تصل إلى 90.4% للجرعة الرابعة على يرقات الطور الأول، وتنخفض هذه القيمة في المراحل اليرقية الأخرى لنفس الجرعة. أظهرت نتائجنا نشاطاً مثيراً للاهتمام لإبادة اليرقات، حيث بلغت قيم LD50 لنبات *lentisque* 30.44 ملجم/مل و 92.30 ملجم/مل لمراحل اليرقات L1 و L4 بعد 24 ساعة. من ناحية أخرى، تكون السمية ملحوظة بشكل جيد عندما تكون مدة تعرض اليرقات أطول حيث يصل معدل الوفيات إلى 100% لل L1 و L3 بعد 72 ساعة بالنسبة للمستخلص البوليفينول لنباتات *Pistacia atlantica lentiscus* و *Pistacia terbintuhs* و *lavandula* /الزيت العطري الطبي. أظهر تحليل ANOVA المطبق على الجرعات المختلفة في المراحل اليرقية وجود تفاعل كبير ( $P=0.000<0.05$ ) بين الجرعات وموت اليرقات، مما يسمح لنا بالقول أن الجرعات المستخدمة لعلاج اليرقات لها تأثير كبير وتسبب موت اليرقات. كجزء من مكافحة البعوض، يتم استخدام مستخلص البوليفينول من أوراق خمس نباتات من جنس *Pistacia* وزيت اللافندر الأساسي كمبيد بيولوجي طبيعي.

**الكلمات المفتاحية:** نشاط مبيد اليرقات؛ مستخلص بوليفينوليك؛ *Pistacia*، *Culex pipiens*، الزيت العطري،

*Lavandula officinalis*

## Abstract

As part of the search for a biological control method against Culicidae vectors of pathogenic diseases, sensitivity tests are carried out on mosquitoes using polyphenolic extract of some pistachio trees: *Pistacia terebinthus*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia vera* and *Pistacia atlantica* and by the application of *lavandula officinilis* essential oil.

This study contributes to the valorization of plant extracts of the genus *Pistacia* and *Lamiacia*. To this end, a reduction in the use of chemicals, as well as their imports; and finally use an effective, natural and economical means of control. In this work, the insecticidal activity of these extracts was studied on different larval stage of *Culex pipiens* (L.). Toxicity tests revealed after 24,48 and 72 hours and after one week to determine LC50 and TL50, the results are confirmed by ANOVA and Tukey test. The results of the phytochemical screening carried out on *Pistacia lentiscus*, *Pistacia vera*, *Pitacia atlantica*, *Pistacia terebinthus* and *Lavandula officinalis*, showed that a great wealth of secondary metabolites is produced by these plants.

The results of the insecticidal activity of the polyphenolic extract of five plants of the genus *Pistacia* present a very significant activity of the extract of *Pistacia lentiscus*, then *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* and lastly *Pistacia atlantica*, with corrected mortality for the fourth dose is 34,5% , 56,72%, 58,1%, 53,1% after 24 hours on the first larval stage, a corrected mortality of 100% was marked for dose 4 after 72 hours of treatment with mastic extract on the larvae first and second instar, *Pistacia vera* shows low sensitivity compared to plants of the same genus on second, third and fourth instar larvae.

The use of lavender essential oils as an insecticide gives a high corrected mortality of 90.4% for the fourth dose on first instar larvae, this value decreases for the other larval stages for the same dose. Our results showed a very interesting larvicidal activity, with LD50 values of *Pistacia lentiscus* of 30.44 mg/ml and 92.30 mg/ml of L1 and L4 larval stages after 24 hours. On the other hand, the toxicity is well marked when the duration of exposure of the larvae is longer with a mortality rate reaching 100% for L1 and L3 after 72 hours for the polyphenolic extract of *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica*, *Pistacia terbintuhs* and *lavandula officinalis* essential oil. The ANOVA analysis applied to the different doses on the larval stages shows a significant interaction ( $P=0.000<0.05$ ) between the doses and the mortality of the larvae, which allows us to say that the doses used for treatment of larvae have a significant effect and cause mortality of larvae.

As part of the fight against mosquitoes, the polyphenolic extract of the leaves of three plants of the *Pistacia* genus and the essential oil of lavender is used as a natural biocide.

**Keywords** : Larvicidal activity ; polyphenolic extract ; *Pistacia* spp.; *Culex pipiens*, essential oil, *lavandula officinalis*.