



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 زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour – Djelfa
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences biologiques
Option : Parasitologie

Thème

Activité acaricide des huiles essentielles et des extraits de quelques plantes contre *Argas persicus* (Oken, 1818) (Acari, Argasidae) à Djelfa

Présenté par : M^{lle} OUELD SAID Khadidja
M^{lle} ZENATI Wafa

Devant le jury :

Président :	M ^{me} BELATRA Oumhani	MCB (Univ. Djelfa)
Directeur de mémoire :	M. SOUTTOU Karim	Professeur (Univ. Djelfa)
Examineur :	M ^{lle} AIT AIDER L.	MCB (Univ. Djelfa)

Année Universitaire 2024/2025

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science.

*Nos remerciements les plus sincères vont à notre promoteur : **le Professeur SOUTTOU Karim**, qui a bien voulu accepter d'encadrer ce sujet. Nous lui sommes infiniment reconnaissantes pour son accompagnement, sa disponibilité, ses précieux conseils et la bienveillance avec laquelle il a suivi chaque étape de la réalisation de ce travail.*

Nous adressons également notre vive gratitude aux membres du jury :

*Madame **BELATRA Oumhani**, Maître de conférences B, Présidente du jury,*

*Mademoiselle **AIT AIDER L.**, Maître Assistante B, Examinatrice,
pour l'honneur qu'elles nous font en acceptant d'évaluer notre travail et pour l'enrichissement qu'elles y apporteront par leurs remarques et suggestions.*

Nos remerciements s'étendent à l'ensemble des enseignants du département de biologie, qui nous ont formés avec dévouement, ainsi qu'aux techniciens et ingénieurs du laboratoire pour leurs conseils avisés et leur aide précieuse tout au long de cette recherche.

Enfin, nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à nos familles pour leur soutien constant, sans lequel ce travail n'aurait pas vu le jour. Leur patience, leurs encouragements et leur appui inestimable ont été notre véritable source de motivation.

Oueld Said Khadidja & Zenati Wafa

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

A mon Dieu (ALLAH) qui m'a offert la santé et le courage d'achever ce travail.

A ma chère mère, qui ma entourée de son amour et de son affection, je la remercie et je n'oublierai jamais son soutien moral dans les moments les plus difficiles, que Dieu la protège.

A mon père, qui m'a toujours poussée pour aller toujours de l'avant et qui m'a appris les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils, encouragement et la confiance qu'il m'a donnée

*A mes chers soeurs; **Ferial** et **Hiba** et mes chers frères; **Said** et **Tamer**, Pour leurs encouragements et leurs affections.*

*À ma binôme **OUELD SAID Khadidja** , pour ta confiance et ton engagement. C'était un plaisir de travailler ensemble !*

A tous ceux qui m'ont encouragé et qui ont contribué de loin ou de pré pour la réalisation de ce modeste travail.

Wafa



DEDICACES

Je tiens à remercier avant tout mon père, sans qui ce travail n'aurait jamais pu voir le jour. Son soutien et sa présence m'ont portée tout au long de ce parcours.

Ma profonde gratitude va aussi à ma mère et à mes sœurs et frères, pour leur soutien inconditionnel et leur présence tout au long de mon cheminement.

Mes remerciements vont également à mes oncles Ali, Ahmed, Amar et Mahi, pour leurs encouragements constants et leur appui.

Un merci tout particulier à Monsieur Lounis Mohamed, toujours présent lorsque j'avais besoin d'aide, et qui m'a inspirée à aimer et à choisir cette spécialité.

Enfin, je souhaite exprimer toute ma reconnaissance à ma binôme Zenati Wafa, pour sa complicité, sa confiance et son soutien, qui ont fait de ce travail une expérience à la fois enrichissante et agréable.

Khadidja



Sommaire

Liste des figures	D
Liste des tableaux	E
Introduction	1
Chapitre 1 : Matériel et méthodes.....	6
1.1. Les tiques Argasidae	6
1.1.1. Classification et morphologie externe.....	7
1.1.1.1. Classification des Argasidae	7
1.1.1.2. Morphologie externe des Argasidae	7
1.1.1.2.1. Taille et forme générale	7
1.1.1.2.2. Couverture dorsale.....	7
1.1.1.2.3. Capitulum	7
1.1.1.2.4. Idiosome	8
1.1.1.2.5. Yeux	8
1.1.1.2.6. Appendices locomoteurs	8
1.1.2. Importance médicale et vétérinaire	9
1.1.3. Mode de vie	9
1.1.3.1. Vie libre	9
1.1.3.2. Vie parasitaire	10
1.1.4. Méthode de recherche de l'hôte	10
1.1.5. Cycle biologique.....	11
1.2. Les plantes aromatiques et médicinales	12
1.2.1. Définition et intérêt général.....	12
1.2.2. Usages traditionnels et modernes.....	13
1.2.3. Importance dans la lutte contre les parasites	13
1.3. Choix et description des plantes.....	13
1.3.1. Choix des plantes	13
1.3.2. Pistacia atlantica Desf.	14
1.3.2. Peganum harmala L.....	14
1.3.3. Schinus molle L.....	16
1.4. Méthode de collecte et conservation des tiques Argasidae	17
1.5. Méthode de récolte et conservation des plantes.....	19
1.6. Méthode d'extraction des huiles essentielles.....	20
1.6.1. Extraction par hydro-distillation	20
1.6.2. Extraction liquide-liquide.....	21
1.6.3. Élimination de l'eau de la phase organique	21
1.6.4. Élimination du solvant organique.....	22
1.7. Méthode de préparation des extraits aqueux	23
1.8. Essais in vitro des bio-acaricides.....	25
1.8.1. Matériel utilisé	25
1.8.2. Choix des doses	25
1.8.2.1. Choix des doses des huiles essentielles.....	25
1.8.2.2. Choix des doses des extraits aqueux	26
1.8.3. Méthode d'application sur les tiques	26
1.8.3.1. Conditions des tests	26

1.8.3.2. Essai de l'effet acaricide des huiles essentielles contre les tiques.....	27
1.8.3.3. Essai de l'effet acaricide des extraits aqueux contre les tiques	27
1.8.3.4. Evaluation de la mortalité des tiques.....	28
1.9. Analyse des résultats	29
1.9.1. Calcul du rendement des extraits aqueux et des huiles essentielles.....	29
1.9.1.1. Rendement des huiles essentielles	29
1.9.1.2. Rendement des extraits aqueux.....	30
1.9.2. Calcul de la mortalité observée	30
1.9.3. Détermination des doses létales.....	30
Chapitre 2 : Résultats sur l'effet insecticide des extraits et des huiles essentielles des plantes sur les tiques Argasidae.....	31
2.1. Résultats du rendement d'extraction des huiles essentielles	32
2.2. Résultats du rendement d'extraction des extraits aqueux	33
2.3. Taux de mortalité des tiques Argasidae	34
2.3.1. Taux de mortalité des tiques traitées par les huiles essentielles.....	34
2.3.2. Taux de mortalité des tiques traitées par les extraits aqueux	35
2.4. Détermination de la DL50 et DL90.....	36
2.4.1. Détermination de la DL50 et DL90 obtenue après une exposition des tiques à un ...	36
traitement par les huiles essentielles.....	36
2.4.2. Détermination de la DL50 et DL90 obtenue après une exposition des tiques à un ...	39
traitement par les extraits aqueux	39
Chapitre 3 : Discussions sur l'effet acaricide des extraits et des huiles essentielles de trois plantes contre <i>Argas persicus</i>	43
3.1. Rendements des extraits aqueux et des huiles essentielles obtenus	44
3.1.1. Rendements des huiles essentielles obtenus	44
3.1.2. Rendements des extraits aqueux obtenus.....	44
3.2. Activité acaricide des extraits aqueux contre les tiques Argasidae	45
3.3. Activité acaricide des huiles essentielles contre les tiques Argasidae	46
Conclusion et perspectives.....	48
Références bibliographiques	50
Résumés.....	61

Liste des abréviations

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PAM : Plantes Aromatiques et Médicinales

FRT : fièvre récurrente à tiques

HE : Huiles essentielles

EA : Extrait Aqueux

g : Gramme

ml : Millilitre

mm : millimètre

L : Litre

°C : Degrés Celsius

HR : Humidité relative

R1, R2, R3 : Répétitions (dans les tests)

D : Dose

D1, D2, D3 : Dose de traitement

DL50 : Dose létale pour 50% de population traitée

DL90 : Dose létale pour 90% de population traitée

MgSO₄ : Sulfate de magnésium

R² : coefficient de détermination

μL : microlitre

R : Rendement

Liste des figures

Figure 1 : Aspect général des tiques molles appartenant aux différents genres (A : <i>Argas</i> , B : <i>Ornithodoros</i> , C : <i>Otobius</i>)	6
Figure 2 : Anatomie externe des tiques Argasidae.....	8
Figure 3 : Microhabitat typique d' <i>A. persicus</i> dans les conditions d'élevage traditionnel.....	10
Figure 4 : Cycle de vie général des argasidés	12
Figure 5 : L'arbre et les feuilles de <i>Pistacia atlantica</i> Desf.....	14
Figure 6 : Tiges et feuilles de <i>Peganum harmala</i> L.....	15
Figure 7 : Fleur (a), fruit immature (b) et graine (c) de <i>Peganum harmala</i>	16
Figure 8 : <i>Schinus molle</i> L. (Faux poivrier)	17
Figure 9 : Lieux d'échantillonnage des tiques Argasidae dans la station d'Oued Ben Naam	18
Figure 10 : Conservation des tiques Argasidae dans des boîtes plastiques aérées et humidifiées .	18
Figure 11 : <i>Argas persicus</i> , face dorsale (a) et face ventrale (b).....	19
Figure 12 : Plante séchée conservée dans un sac en papier kraft	19
Figure 13 : Montage d'hydro-distillation	20
Figure 14 : Extraction liquide – liquide	21
Figure 15 : Elimination de l'eau de la phase organique	22
Figure 16 : Evaporateur rotatif sous vide	22
Figure 17 : Huiles essentielles pures des trois espèces végétales testées	23
Figure 18 : Processus de préparation d'extraits aqueux.....	24
Figure 19 : Extraits aqueux sous forme poudreuse après séchage	24
Figure 20 : Test d'activité acaricide des huiles essentielles sur les tiques Argasidae (<i>Argas persicus</i>)	28
Figure 21 : Test d'activité acaricide des extraits aqueux sur les tiques Argasidae (<i>Argas persicus</i>)	28
Figure 22 : Observations des effets du traitement sur les tiques Argasidae.....	29
Figure 23 : Rendements en huiles essentielles	32
Figure 24 : Rendements en extraits aqueux.....	34
Figure 25 : Probits des pourcentages de mortalité d' <i>A. persicus</i> en fonction des doses des huiles essentielles de <i>Pistacia atlantica</i>	37
Figure 26 : Probits des pourcentages de mortalité d' <i>A. persicus</i> en fonction des doses des huiles essentielles de <i>Peganum harmala</i>	37
Figure 27 : Probits des pourcentages de mortalité d' <i>A. persicus</i> en fonction des doses des huiles essentielles de <i>Schinus molle</i>	38
Figure 28 : Probits des pourcentages de mortalité d' <i>A. persicus</i> en fonction des extraits aqueux de <i>Pistacia atlantica</i>	40
Figure 29 : Probits des pourcentages de mortalité d' <i>A. persicus</i> en fonction des extraits aqueux de <i>Peganum harmala</i>	40
Figure 30 : Probits des pourcentages de mortalité d' <i>A. persicus</i> en fonction des extraits aqueux de <i>Schinus molle</i>	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quelques informations sur les plantes récoltées.....	13
Tableau 2 : Doses choisies pour préparer les solutions des huiles essentielles.....	26
Tableau 3 : Doses choisies pour préparer les solutions d'extrait aqueux.....	26
Tableau 4 : Rendement (%) en huile essentielle de <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Schinus molle</i>	32
Tableau 5 : Caractéristiques des Huiles Essentielles de <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Schinus molle</i>	33
Tableau 6 : Rendement (%) en extrait aqueuse de <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Schinus molle</i>	33
Tableau 7 : Taux de mortalité en % des adultes de tiques molles argasidés (<i>Argas persicus</i>) traitées aux huiles essentielles de <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Schinus molle</i>	34
Tableau 8 : Taux de mortalité en % des adultes d' <i>Argas persicus</i> traités aux extraits aqueux de <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Schinus molle</i>	35
Tableau 9 : Logarithme décimal des doses des huiles essentielles de <i>Pistacia atlantica</i> , de <i>Peganum harmala</i> et de <i>Schinus molle</i> et les probits de pourcentages de mortalité d' <i>Argas persicus</i>	36
Tableau 10 : Doses létales 50 et 90 des huiles essentielles de <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Schinus molle</i>	38
Tableau 11 : Logarithme décimal des doses des extraits aqueux de <i>Pistacia atlantica</i> , de <i>Peganum harmala</i> et de <i>Schinus molle</i> et les probits de pourcentages de mortalité des tiques molles.....	39
Tableau 12 : Doses létales 50 et 90 des extraits aqueux de <i>Pistacia atlantica</i> , <i>Peganum harmala</i> et <i>Schinus molle</i>	41

Introduction

Introduction

Les tiques, appartenant à la classe des Arachnides et à l'ordre des Ixodida, regroupent les familles des Ixodidae (tiques dures) et des Argasidae (tiques molles), connues pour leur importance médicale et vétérinaire. Ce sont des parasites hématophages obligatoires et temporaires, elles infestent une grande diversité de vertébrés, notamment les mammifères et les oiseaux (Goodman et *al.*, 2017 ; Dantas-Torres et *al.*, 2012). Leur impact sanitaire est double : direct, par la spoliation sanguine, l'épuisement de l'hôte, les paralysies et les lésions cutanées favorisant les infections secondaires (Karen & Nathalie, 2015) ; et indirect, en tant que vecteurs d'une grande diversité d'agents pathogènes : virus, bactéries, parasites protozoaires et certains nématodes responsables de maladies graves telles que les borrélioses, les babésioses ou la spirochétose aviaire (Parola & Raoult, 2001 ; Radfar et *al.*, 2011).

Leur rôle majeur en santé publique et animale est reconnu à l'échelle mondiale, et leurs infestations entraînent des pertes économiques significatives, en particulier dans les systèmes d'élevage des pays africains où leur diversité et leur abondance constituent un obstacle à l'amélioration de la productivité (Walker et *al.*, 2003).

En Algérie, l'élevage traditionnel de la volaille domestique est largement répandu dans les zones rurales et steppiques. Il se pratique généralement en plein air, avec des races locales rustiques évoluant librement autour des habitations familiales, dans des conditions d'élevage peu mécanisées et à faibles intrants (Alloui et *al.*, 2013).

Ce mode d'élevage, en contact direct avec l'environnement, favorise l'exposition aux parasites et maladies, en particulier aux tiques Argasidae, responsables d'anémies sévères, de retards de croissance et de baisses de production (Sonenshine & Roe, 2013). Parmi elles, *Argas persicus*, connu sous le nom de tique de volaille (fowl tick) (Walker et *al.*, 2003), représente l'espèce la plus répandue et est fréquemment associée aux élevages d'oiseaux domestiques, en particulier la poule domestique (*Gallus gallus domesticus*) (Petney et *al.*, 2004). Elle peut aussi parasiter les dindes, canards, oies, pigeons et divers oiseaux sauvages (Walker et *al.*, 2003). Ce parasite transmet plusieurs agents pathogènes, dont *Borrelia anserina* (spirochétose aviaire), le Kyasanur forest disease virus (Liu et *al.*, 2006 ; Cutler et *al.*, 2012), et *Aegyptianella pullorum*, responsable de l'aegyptianellose (Walker et *al.*, 2003). La spirochétose aviaire est une septicémie fatale touchant les poules, oies, canards et dindes dans les régions tropicales et subtropicales (Cutler et *al.*, 2001 ; Elelu, 2018). Elle constitue un problème économique important en Afrique, où la

volaille représente une source essentielle de protéines (Elelu, 2018). Elles peuvent également transmettre *Borrelia anserina*, agent de la spirochétose aviaire, causant une forte morbidité et mortalité dans les troupeaux non protégés (Radfar et al., 2011).

Depuis des siècles, les extraits de plantes sont utilisés en médecine traditionnelle pour lutter contre diverses infestations parasitaires (Philogène et al., 2008). Dans un contexte où la lutte chimique montre ses limites notamment par l'apparition de résistances et les risques toxiques pour l'homme et l'animal (Beda, 2012), l'intérêt pour des alternatives naturelles s'intensifie. Les plantes médicinales représentent une voie prometteuse, grâce à leurs propriétés antiseptiques, antifongiques, insecticides et acaricides.

La région de Djelfa abrite une flore médicinale riche et variée. Adli et al. (2021) ont recensé 51 espèces appartenant à 28 familles médicinales dans la région, et souligné la nécessité de valoriser ces plantes par des screenings phytochimiques et biologiques.

Pourtant, le potentiel acaricide de cette flore locale reste largement sous-exploité du point de vue scientifique. Il est donc pertinent de développer des méthodes de lutte biologique locale, à moindre coût et respectueuses de l'environnement.

Plusieurs travaux effectués dans le Maghreb et ses environs confirment l'intérêt des extraits végétaux pour la lutte contre les tiques. En Algérie, Djebir et al. (2019) ont montré que des huiles essentielles appartenant aux familles des Lamiaceae et Myrtaceae présentent une activité acaricide marquée contre *Hyalomma scupense*. En Tunisie, Alimi et al. (2021) ont démontré l'efficacité *in vitro* de l'huile essentielle et des extraits bruts de *Laurus nobilis* contre *Hyalomma scupense* et *Dermanyssus gallinae*. De plus, Ali et Taha (2022) ont mis en évidence, en Égypte, l'efficacité d'extraits méthanoliques et éthanoliques de cryptogames (*Adiantum capillus-veneris*, *Funaria hygrometrica*) contre *Argas persicus*. Plus récemment, Abdelali et al. (2024) ont évalué, dans la région de Djelfa (Algérie), la composition chimique et l'activité acaricide de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* contre *Rhipicephalus sanguineus*. Ces résultats confirment le potentiel de la flore locale de Djelfa comme source de composés bioactifs pour le développement de stratégies biologiques alternatives de lutte contre les tiques Ixodidae et Argasidae.

Parmi ces plantes, trois espèces locales sont particulièrement intéressantes :

- *Peganum harmala*, connue pour ses propriétés antiparasitaires grâce à ses alcaloïdes β -carboliniques (Messaoudi et al., 2021).

- *Pistacia atlantica*, abondante dans les zones semi-arides, présente une activité antioxydante et antimicrobienne démontrée (Bouzabata et al., 2020).
- *Schinus molle*, bien implantée localement, possède une huile essentielle active contre plusieurs souches pathogènes (Boughalleb & Ben Salem, 2022).

Ces plantes offrent un potentiel intéressant pour la lutte biologique contre les parasites de la volaille dans la région de Djelfa.

Dans ce contexte, le présent travail de recherche vise à évaluer l'activité antiparasitaire des huiles essentielles et des extraits aqueux de ces trois plantes contre les tiques Argasidae couramment rencontrées chez les volailles dans la région de Djelfa. L'étude comprend :

- L'extraction des huiles essentielles et des extraits aqueux de plusieurs plantes sélectionnées.
- La réalisation d'essais bio-acaricides en laboratoire sur les tiques collectées.
- L'analyse de l'efficacité comparée de ces traitements naturels.

Ce travail s'inscrit dans une démarche de valorisation des ressources végétales locales, de protection de la santé animale et de contribution à une stratégie de lutte écologique, durable et adaptée au contexte rural algérien.

Le présent mémoire est structuré autour de 3 chapitres. Un premier chapitre qui abordera le matériel choisi et les méthodes utilisées. Le deuxième chapitre traitera des résultats concernant l'activité bio-acaricide des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes choisies contre les tiques Argasidae (*Argas persicus*). Ces résultats sont discutés dans le chapitre 3. Et nous clôturons le travail par une conclusion assortie de perspectives.

Chapitre 1

Matériel et méthodes

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1.1. Les tiques Argasidae

Les Argasidae, ou tiques molles, sont des arthropodes de la classe des Arachnides et de la sous-classe des Acariens. Ce sont des ectoparasites strictement hématophages qui se nourrissent du sang de leurs hôtes vertébrés à tous les stades de leur développement. Elles se distinguent des Ixodidae (tiques dures) par l'absence d'un écusson chitineux dorsal (scutum), remplacé par un tégument souple et extensible, caractéristique qui leur a valu leur appellation (Fig. 1) (Aubry et Gaüzère, 2016). Leurs pièces buccales, insérées ventralement dans un camérostome, sont invisibles en vue dorsale chez les adultes et les nymphes, et elles possèdent des glandes coxales fonctionnelles, absentes chez les tiques dures. La majorité des espèces est dépourvue d'yeux (McCoy et Boulanger, 2015). Sur le plan biologique, les Argasidae effectuent des repas sanguins courts mais répétés, augmentant ainsi les occasions de transmission d'agents pathogènes variés (Pérez-Eid, 2007). Elles sont particulièrement adaptées aux régions chaudes et sèches, où elles adoptent un mode de vie endophile, nichées dans les abris de leurs hôtes, et présentent une résistance remarquable à la déshydratation, leur permettant de survivre longtemps sans repas (Aubry et Gaüzère, 2016).



(Barker et Walker, 2014)

Figure 1 : Aspect général des tiques molles appartenant aux différents genres (A : *Argas*, B : *Ornithodoros*, C : *Otobius*)

1.1.1. Classification et morphologie externe

1.1.1.1. Classification des Argasidae

La famille des Argasidae (tiques molles) comprend environ 200 espèces valides recensées à l'échelle mondiale (Guglielmone et *al.*, 2010), d'après la classification proposée par Barker & Walker (2014) :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous Embranchement : Chelicerata

Classe : Arachnida

Sous Classe : Acarida

Ordre : Acari

Sous ordre : Ixodida

Famille : Argasidae

Selon Boulanger et McCoy (2017), Guglielmone (2010) et Estrada-Peña et *al.* (2015), la famille des Argasidae se subdivise en deux sous-familles :

- Sous-famille Argasinae : elle comprend un seul genre, *Argas* (*A. persicus* et *A. reflexus*) ;
- Sous-famille Ornithodorinae : elle comprend les genres *Ornithodoros*, *Antricola*, *Carios*, *Otobius* et *Nothoaspis*.

1.1.1.2. Morphologie externe des Argasidae

1.1.1.2.1. Taille et forme générale

Les espèces de la famille des Argasidae sont généralement de grande taille, atteignant en moyenne 6 à 7 mm (Walker et *al.*, 2003). Leur corps aplati, ovale à piriforme, présente une grande plasticité, permettant une dilatation importante après le repas sanguin (Fig. 2) (Sonenshine et Roe, 2014a).

1.1.1.2.2. Couverture dorsale

Contrairement aux Ixodidae, les Argasidae sont dépourvues de scutum dorsal rigide, caractéristique qui confère à leur cuticule une flexibilité marquée et les distingue morphologiquement des tiques « dures » (Fig. 2) (Pérez-Eid, 2007).

1.1.1.2.3. Capitulum

Le capitulum, qui porte les pièces buccales, est inséré en position ventrale, ce qui le rend invisible en vue dorsale chez les adultes et les nymphes (Walker et *al.*, 2003 ;

Pérez-Eid, 2007). Cette disposition ventrale constitue un critère diagnostique majeur pour l'identification des tiques molles.

1.1.1.2.4. Idiosome

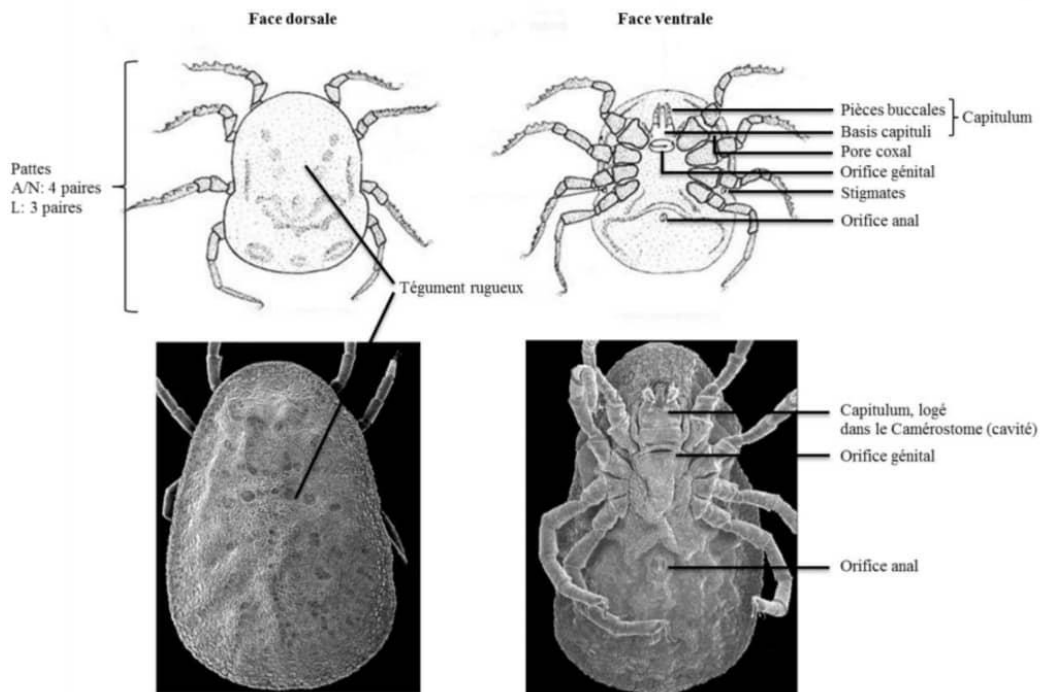
L'idiosome comprend l'orifice génital, les stigmates, l'orifice anal ainsi que les quatre paires de pattes (Walker et *al.*, 2003). Sa surface cuticulaire peut présenter des structures variées (mamelons, disques, réticulations ou épines) dont la distribution diffère selon les espèces (McCoy et Boulanger, 2015).

1.1.1.2.5. Yeux

La majorité des espèces de cette famille ne possèdent pas d'yeux fonctionnels. Lorsque ceux-ci existent, ils sont fortement réduits et rarement visibles (Walker et *al.*, 2003 ; Boulanger et McCoy, 2017).

1.1.1.2.6. Appendices locomoteurs

Les pattes, adaptées à une fixation rapide et temporaire, portent deux griffes terminales mais sont dépourvues de pulvillus, particularité cohérente avec leur mode de parasitisme intermittent et nocturne (Fig. 2) (Sonenshine et Roe, 2014b).



(Estrada-Pena et *al.*, 2006)

Figure 2 : Anatomie externe des tiques Argasidae

A : Adulte ; N : Nymphe ; L : Larve

1.1.2. Importance médicale et vétérinaire

Les tiques molles de la famille des Argasidae, en particulier *Argas persicus*, jouent un rôle important en médecine vétérinaire et humaine en tant que vecteurs de multiples agents pathogènes tels que *Borrelia anserina*, responsable de la spirochétose aviaire, ainsi qu'une diversité bactérienne comme *Salmonella gallinarum/pullorum*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Streptococcus* ou encore *Proteus* (Sándor et al., 2021). Une enquête réalisée dans la région de Ksar El Boukhari (Algérie) a montré que 46,98 % des élevages de poules pondeuses étaient infestés par *A. persicus*, et que 5,88 % des tiques collectées étaient porteuses de *B. anserina* (Ouchene et al., 2020).

En plus de leur rôle de vecteurs, ces tiques peuvent provoquer des effets pathologiques directs tels que des paralysies, des réactions allergiques, une irritation cutanée, une toxicosis, ou encore une exsanguination en cas d'infestations massives (Jonjegan et Uilenberg, 2004). Plusieurs maladies sont associées aux Argasidae : la fièvre récurrente à tiques (FRT) causée par des spirochètes du genre *Borrelia* et transmise par différentes espèces d'*Ornithodoros* ; des encéphalites virales observées chez les oiseaux marins et terrestres ; le virus de la peste porcine africaine (PPA), transmis en Afrique par *O. moubata* et *O. porcinus*; la spirochétose aviaire et des infections de type anaplasmose causées respectivement par *B. anserina* et *Aegyptianella pullorum* via *A. persicus* ; ainsi que l'avortement épizootique bovin dû à *B. coriaceae* transmis par *O. coriaceus* en Amérique du Nord (Jonjegan et Uilenberg, 2004).

Ces infestations entraînent de graves conséquences sanitaires et économiques, notamment l'anémie, la baisse de ponte, l'augmentation de la morbidité et des pertes de production, aggravées par la capacité des Argasidae à survivre longtemps sans hôte, favorisant la persistance des foyers infectieux (Murillo, 2025).

1.1.3. Mode de vie

1.1.3.1. Vie libre

Les Argasidae sont des tiques essentiellement nidicoles, vivant la majeure partie de leur cycle dans des abris protégés tels que fissures, crevasses, litières, terriers ou poulaillers (Fig. 3) (Pfäffle et Petney, 2017). Ce comportement réduit leur exposition aux conditions climatiques extrêmes, contrairement aux Ixodidae qui pratiquent une quête active en milieu ouvert. Durant ces phases libres, ils alternent repos, mue et reproduction. La longévité est remarquable ; certains stades (nymphe et adultes) peuvent survivre plusieurs mois, voire des

années, sans repas sanguin, ce qui favorise leur persistance dans les environnements secs et chauds (Sonenshine et Roe, 2014).



(Monti *et al.*, 2023)

Figure 3 : Microhabitat typique d'*A. persicus* dans les conditions d'élevage traditionnel

1.1.3.2. Vie parasitaire

Leur vie parasitaire est caractérisée par des repas sanguins courts et répétés sur une grande diversité d'hôtes, principalement des oiseaux domestiques et sauvages, mais aussi certains mammifères et reptiles (Dantas-Torres *et al.*, 2012). Les larves se fixent plus longtemps, parfois plusieurs jours, tandis que les nymphes et les adultes se nourrissent en quelques minutes à des heures, souvent la nuit, lorsque les hôtes sont au repos (Nosek *et al.*, 1980 ; Walker *et al.*, 2003). Après le repas, les tiques se détachent pour regagner leur gîte, où elles digèrent, muent ou pondent. Ce mode parasitaire intermittent limite le contact direct prolongé avec l'hôte, tout en assurant une efficacité vectorielle élevée grâce à la fréquence des repas et à la diversité des hôtes exploités (Boulanger et McCoy, 2017).

1.1.4. Méthode de recherche de l'hôte

Les Argasidae adoptent une stratégie de recherche de l'hôte principalement passive, en restant cachés dans les fissures, abris et gîtes de leurs hôtes (poulaillers, terriers, nids, perchoirs), d'où ils sortent de manière opportuniste pour s'alimenter (Boulanger et McCoy, 2017). Contrairement aux Ixodidae, qui recherchent activement leurs hôtes en milieu ouvert, les

Argasidae sont des tiques endophiles, ce qui réduit leur exposition aux conditions abiotiques défavorables (Pfäffle et Petney, 2017). Leur attraction est guidée par divers stimuli, notamment les gradients de CO₂, la chaleur et des kairomones cutanés et volatils émis par l'hôte (Sonenshine et Roe, 2014).

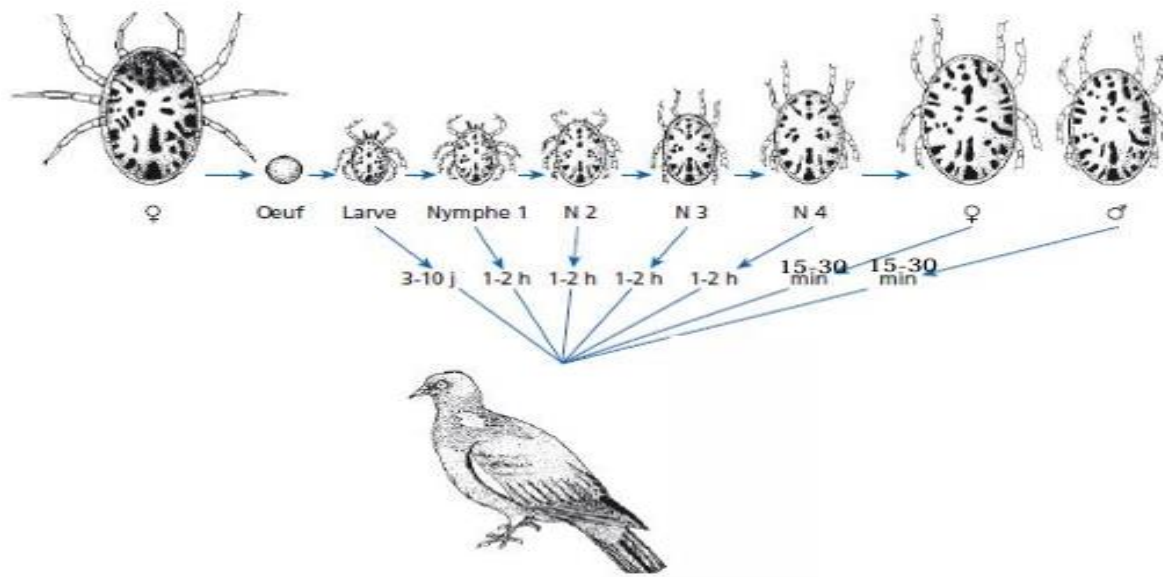
Le spectre d'hôtes des Argasidae est relativement large : ces tiques se nourrissent principalement d'oiseaux domestiques et sauvages, mais certaines espèces peuvent aussi parasiter des mammifères, des reptiles, voire occasionnellement l'Homme (Dantas-Torres et *al.*, 2012). Leur plasticité écologique et leur capacité à utiliser plusieurs hôtes expliquent leur efficacité vectorielle et leur importance vétérinaire et médicale. La majorité des individus d'une population se trouve généralement dans l'environnement, en attente d'un hôte, tandis qu'une faible proportion seulement est observée directement sur celui-ci (Zahid et *al.*, 2021).

1.1.5. Cycle biologique

Les Argasidae présentent un développement hémimétabole, composé de stades larvaire, nymphal et adulte, séparés par des mues successives (Boulanger et McCoy, 2017). Chez *Argas persicus*, espèce modèle de la famille, la femelle pond entre 20 et 100 œufs après chaque repas sanguin et peut produire 6 à 7 lots au cours de sa vie (Pfäffle et Petney, 2017). L'incubation dure en moyenne trois semaines, à l'issue desquelles les larves, souvent fixées sous les ailes des volailles, s'alimentent durant 5 à 10 jours avant de se détacher et de muer dans les fissures et crevasses des poulaillers (Fig. 4).

Le développement comprend jusqu'à quatre stades nymphaux, chacun nécessitant un repas sanguin bref, allant de quelques minutes à quelques heures, avant la mue suivante. La transformation en adulte peut survenir dès le deuxième stade nymphal (Walker et *al.*, 2003). Les adultes, comme les nymphes, se nourrissent rapidement, environ une fois par mois, principalement la nuit lorsque les oiseaux sont perchés (Nosek et *al.*, 1980). Leur poids peut alors être multiplié par 5 à 20 au cours du repas sanguin (Taylor et *al.*, 2007).

La longévité de ces tiques est remarquable : les larves peuvent survivre plus de deux mois sans hôte, les nymphes jusqu'à un an et les adultes jusqu'à trois ans (Walker et *al.*, 2003). Dans les régions à climat saisonnier, l'activité est modulée par les conditions environnementales : les larves et les premiers stades nymphaux apparaissent surtout en début d'été, tandis que les stades nymphaux tardifs et les adultes prédominent à la fin de l'été et en automne. L'hivernage s'effectue sous forme d'œufs ou d'adultes (Nosek et *al.*, 1980 ; Barker et Walker, 2014).



(Boulanger et McCoy, 2017)

Figure 4 : Cycle de vie général des argasidés

1.2. Les plantes aromatiques et médicinales

1.2.1. Définition et intérêt général

On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou traiter des maladies (Schauenberg et Paris, 1977). Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il s'agit d'une plante ou d'un de ses organes contenant des substances utilisées à des fins thérapeutiques ou comme précurseurs de médicaments, dont l'efficacité est démontrée scientifiquement ou par la médecine traditionnelle (Amini, 2010). Les plantes aromatiques et médicinales (PAM) se distinguent par la richesse de leurs métabolites secondaires, à l'origine de leurs propriétés biologiques remarquables : antifongiques, antiparasitaires, cytotoxiques, antiallergiques, antithrombotiques, antidiabétiques, neuroprotectrices, hépatoprotectrices, cardioprotectrices, immunostimulantes, analgésiques, sédatives et bien d'autres encore (Lazouni et Chaouche, 2024). Elles peuvent être utilisées sous diverses formes, notamment décoction, infusion, macération, cataplasme ou huiles essentielles, et mobilisent différentes parties comme les feuilles, fleurs ou racines (Dutertre, 2011). Ainsi, au-delà de leur intérêt thérapeutique, les PAM constituent une ressource précieuse pour le développement de solutions naturelles et durables en santé humaine et animale.

1.2.2. Usages traditionnels et modernes

Beaucoup de plantes médicinales ont une longue histoire d'utilisation traditionnelle dans diverses cultures à travers le monde. Leur efficacité a souvent été validée par des siècles d'usage empirique, et certaines ont été intégrées dans la pharmacopée moderne après validation scientifique (Lazouni et Chaouche, 2024).

Les (PAM) utilisaient pour se débarrasser de maladies bénignes telles que le « rhume » ou la « toux », ou de maladies plus graves telles que la « tuberculose » et la « malaria ». À travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales (Iserin, 2001).

Actuellement, les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments. Elles sont considérées comme une source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (Maurice, 1997).

1.2.3. Importance dans la lutte contre les parasites

Les plantes médicinales jouent un rôle important dans la lutte contre les parasites, offrant une alternative aux médicaments synthétiques, notamment dans les régions où l'accès à la médecine moderne est limité. Elles ont longtemps constitué la première ligne de défense contre les parasitoses. Des civilisations anciennes comme celles des Égyptiens, des Indiens et des Chinois utilisaient déjà des extraits végétaux pour traiter les infections parasitaires. Ces extraits bioactifs offrent des alternatives durables et souvent moins toxiques pour lutter contre les parasites chez l'homme, les animaux et les cultures (Ranasinghe et *al.*, 2023).

1.3. Choix et description des plantes

1.3.1. Choix des plantes

Le matériel végétal choisi dans cette étude est constitué des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf., *Peganum harmala* L. et *Schinus molle* L., collectées dans la région d'étude (Djelfa). Le choix de ce matériel repose sur une recherche bibliographique, son abondance dans les zones steppiques locales, son usage traditionnel et son potentiel biopesticide rapporté dans la littérature.

Tableau 1 : Quelques informations sur les plantes récoltées

Nom Commun	Nom scientifique	Nom local	Date de récolte	Lieu de récolte
Pistachier de l'Atlas	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	El-Betoum	26/05/2025	Zaafrane
Rue sauvage	<i>Peganum harmala</i> L.	L'harmel	04/06/2025	Zaafrane
Faux poivrier	<i>Schinus molle</i> L.	Fleifla	24/06/2025	Djelfa

1.3.2. *Pistacia atlantica* Desf.

Le pistachier de l'Atlas ou « Betoum » (*Pistacia atlantica* Desf), appartenant à la classe Magnoliopsida, l'ordre Sapindales et la famille des Anacardiaceae, est un arbre rustique, caducifolié et dioïque, pouvant atteindre de 7 à 20 mètres de hauteur, avec un tronc épais et une écorce fissurée de couleur gris foncé à brun (Fig. 5) (Zohary, 1952).

Les feuilles sont composées, imparipennées, alternes, mesurant de 10 à 20 cm de long, et constituées de 3 à 9 folioles ovales de couleur vert pâle, coriaces et glabres (Quézel et Santa, 1963). Les fleurs sont petites et verdâtres, disposées en grappes terminales, avec des fleurs mâles et femelles portées par des individus distincts. Les fruits sont des drupes ovoïdes, de 5 à 8 mm de diamètre, passant du rouge au brun à maturité, contenant une graine oléagineuse (Browicz, 1987). Cette espèce est particulièrement adaptée aux conditions arides et semi-arides grâce à son système racinaire profond, pouvant atteindre plusieurs mètres, ce qui lui permet de résister à la sécheresse (Messaoud et *al.*, 2013).



(Originale)

Figure 5 : L'arbre et les feuilles de *Pistacia atlantica* Desf.

1.3.2. *Peganum harmala* L.

Peganum harmala est une plante herbacée vivace connue sous divers noms communs : harmel, rue de Syrie. Particulièrement adaptée aux climats arides et semi-arides, elle pousse spontanément dans les zones steppiques et sahariennes d'Afrique du Nord, d'Asie centrale et du

Moyen-Orient (Lamchouri et *al.*, 2013). Elle appartient à la classe des Dicotylédones, à l'ordre des Sapindales et à la famille des Zygophyllaceae (Ozenda, 1991). *Peganum harmala* est une plante buissonnante pouvant atteindre 30 à 80 cm de hauteur, bien que sa taille puisse varier selon les conditions écologiques locales. La plante dépérit en période de mauvais temps (Bouziane, 2012).

Les tiges sont dressées, ligneuses à la base, très rameuses, disparaissent en hiver ; elles portent des feuilles alternes, découpées en lanières étroites (Fig. 6) (Hammiche et Merad, 1990). Les feuilles sont sessiles, irrégulièrement découpées en lanières de 2,5 à 5 centimètres de long, alternes, sans stipules, longuement pétiolées et très divisées en segments filiformes, ce qui réduit la surface de transpiration et permet l'adaptation à la sécheresse (Lamchouri et *al.*, 2013; Harchaoui, 2019).



(Originale)

Figure 6 : Tiges et feuilles de *Peganum harmala* L.

Les fleurs sont solitaires et hermaphrodites, mesurant entre 2 et 3 cm de diamètre (Fig. 7a). Elles comportent cinq pétales blanc verdâtre, cinq sépales, un grand nombre d'étamines leur donnant un aspect étoilé, et des fruits globulaires constitués de capsules contenant des graines rondes, soit plus de 50 graines (Mouloudizargari et *al.*, 2013). La floraison de *P. harmala* se produit entre mai et juillet, et la pollinisation est généralement assurée par les insectes (Abbas et *al.*, 2021 ; Zhu et *al.*, 2022).

Le fruit est une capsule subsphérique triloculaire, à 3-4 valves, d'un diamètre d'1 cm, entourée de sépales persistantes (Fig. 7b). Il renferme de nombreuses petites graines, triangulaires ou ovoïdes, de couleur brun foncé à noire, à surface rugueuse (Moshiri et *al.*, 2014).

Les graines sont nombreuses, petites, anguleuses, subtriangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé, et ont une saveur amère ; on les récolte en été (Fig. 7c) (Chopra et *al.*, 1960). Elles sont particulièrement riches en alcaloïdes β -carboliniques, notamment la harmine, la harmaline et la tétrahydroharmine, qui leur confèrent des propriétés pharmacologiques intéressantes, mais aussi une toxicité élevée en cas d'ingestion excessive (Moshiri et *al.*, 2014 ; Abbas et *al.*, 2021).



a



b

(Weckesser, 2013)



c

(Asgarpanah et Ramezanloo, 2012)

Figure 7 : Fleur (a), fruit immature (b) et graine (c) de *Peganum harmala*

1.3.3. *Schinus molle* L.

Schinus molle est un arbre persistant, originaire de la région andine, pouvant atteindre 6–8 m de hauteur, exceptionnellement jusqu'à 15 m sur des sols favorables. Le tronc est court, à

écorce brun foncé, profondément fissurée et exsudant un latex collant lorsqu'il est endommagé (Madhu et Bikshal, 2012) (Fig. 8).

Les feuilles de cette Anacardiaceae sont composées, disposées en pinnules de 15–30 cm de long, comportant 15–41 folioles lancéolées (2–5 cm), à marge entière ou dentée, de couleur vert jaunâtre, dégageant une odeur poivrée lorsqu'écrasées (Madhu et Bikshal, 2012). La fleur est petite, unisexuée et jaune pâle, regroupées en panicules de 10–15 cm. L'espèce est dioïque, la floraison ayant lieu de septembre à décembre (Madhu et Bikshal, 2012). Les fruits sont des drupes sphériques de 5–9 mm de diamètre, rouges à maturité puis noirâtres, à pulpe mince et aromatique. Chaque fruit contient 1 à 2 graines arrondies de 2–4 mm, brun-noir et striées (Madhu et Bikshal, 2012).



(Originale)

Figure 8 : *Schinus molle* L. (Faux poivrier)

(a) l'arbre de *Schinus molle*, (b) les feuilles, (c) les fruits

1.4. Méthode de collecte et conservation des tiques Argasidae

Les tiques de la famille Argasidae ont été collectées le 2 août 2025 sur des poulets à l'aide d'une pince fine et stérilisée, en les saisissant délicatement au niveau du capitulum afin de retirer le parasite entier sans endommager le rostre. La collecte a été réalisée dans les zones préférentielles d'attachement, notamment autour de la tête, sous les ailes, au niveau du cou, du

cloaque, ainsi que sur le sol, dans deux fermes privées situées dans la wilaya de Djelfa, dans le lieu-dit Oued Ben Naam (Fig. 9). Après leur prélèvement, les spécimens ont été placés dans des



(Originale)

Figure 9 : Lieux d'échantillonnage des tiques Argasidae dans la station d'Oued Ben Naam
boîtes en plastique perforées, contenant du coton imbibé d'eau, afin de maintenir une humidité adéquate et d'assurer leur conservation (Fig. 10).



(Originale)

Figure 10 : Conservation des tiques Argasidae dans des boîtes plastiques aérées et humidifiées

Au niveau du laboratoire, les Argasidae récoltés ont été examinés afin d'identifier l'espèce. Après l'observation sous la loupe binoculaire et l'utilisation de la clé de Walker et *al.* (2003), l'espèce identifiée est *Argas persicus* Oken, 1818 (Fig. 11).



(a)



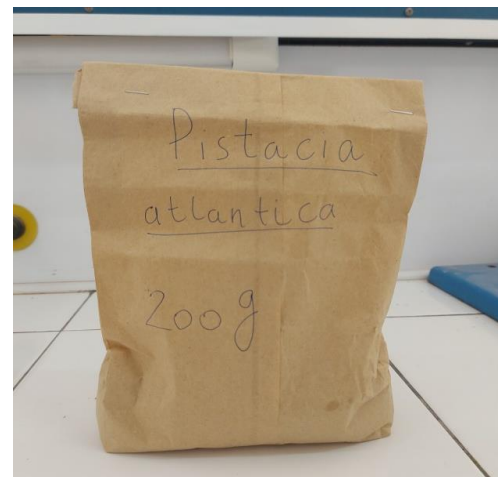
(b)

(Originale)

Figure 11 : *Argas persicus*, face dorsale (a) et face ventrale (b)

1.5. Méthode de récolte et conservation des plantes

Le matériel végétal est constitué de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*. La récolte a été effectuée en été (mai – juin 2025). Notre échantillonnage était aléatoire. Les plantes sont séchées à l'air et à l'abri de la lumière durant deux semaines. Le matériel végétal, après séchage, est broyé, puis conservé dans des sacs en papier kraft jusqu'à son utilisation pour l'extraction (Fig. 12).



(Originale)

Figure 12 : Plante séchée conservée dans un sac en papier kraft

1.6. Méthode d'extraction des huiles essentielles

L'extraction a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique du département de biologie de l'université Ziane Achour de Djelfa. L'extraction des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation.

1.6.1. Extraction par hydro-distillation

L'extraction de l'huile essentielle de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle* a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. Il est constitué d'un chauffe-ballon, d'un ballon de 1 L, d'une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) et d'un collecteur en verre qui reçoit les extraits de la distillation (Fig. 13) (Bruneton, 2009).

50 grammes de plante, préalablement séchée et broyée, ont été introduits dans un ballon de 1 L contenant 500 mL d'eau distillée. L'ensemble a été placé sur un chauffe-ballon servant de source de chaleur. Le ballon est relié, via un réfrigérant, à un erlenmeyer destiné à recueillir le distillat. La température de distillation est maintenue à 100 °C (Mejri, 2014).

La chaleur générée par le chauffe-ballon provoque la formation de vapeurs d'eau et de composés volatils, qui traversent le réfrigérant où elles se condensent au contact de la surface froide. Le mélange est maintenu en ébullition pendant environ 2 à 3 heures selon la plante. Les vapeurs ainsi condensées, contenant les huiles essentielles, s'accumulent ensuite dans un récipient de collecte (Aissaoui *et al.*, 2018).

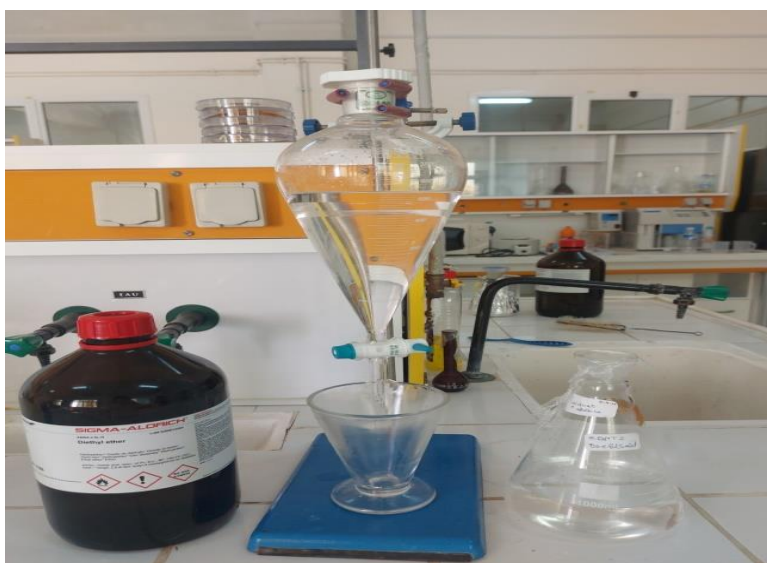


(Originale)

Figure 13 : Montage d'hydro-distillation

1.6.2. Extraction liquide-liquide

Dans cette phase du processus, le distillat obtenu est versé dans une ampoule à décanter, puis on y ajoute la quantité nécessaire d'éther diéthylique. L'ampoule est ensuite bouchée et le mélange est agité énergiquement (Fig. 14). On procède à un dégazage régulier, puis on laisse reposer jusqu'à la séparation en deux phases distinctes : une phase organique (supérieure), contenant le mélange huile essentielle-solvant, et une phase aqueuse (inférieure), correspondant à l'eau. Enfin, les deux phases sont récupérées séparément dans des récipients appropriés (FESTY, 2011).



(Originale)

Figure 14 : Extraction liquide – liquide

1.6.3. Elimination de l'eau de la phase organique

Après récupération, la phase organique peut contenir de l'eau aromatique. Pour la dessécher, on ajoute du sulfate de magnésium anhydre ($MgSO_4$), qui est laissé en contact avec le liquide pendant environ 15 minutes afin d'absorber l'eau restante (Fig. 15). Le mélange est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre, ce qui permet d'éliminer le desséchant ainsi que toute trace d'eau aromatique. On obtient finalement une solution constituée d'huile essentielle dissoute dans le solvant (SESSOU *et al.*, 2024).

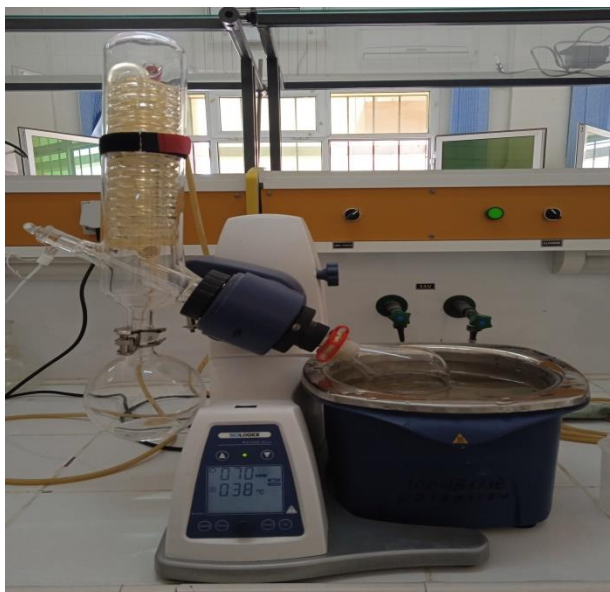


(Originale)

Figure 15 : Elimination de l'eau de la phase organique

1.6.4. Élimination du solvant organique

La solution obtenue précédemment est versée dans un ballon adapté, puis installée sur un évaporateur rotatif (Fig. 16). Le solvant est ensuite éliminé par évaporation sous vide, ce qui permet une évaporation rapide et efficace du solvant en grande quantité. Une fois cette étape terminée, l'huile essentielle est récupérée dans un tube opaque (Fig. 17) et conservée à 4 °C jusqu'à son utilisation (Merabet, 2018).



(Originale)

Figure 16 : Evaporateur rotatif sous vide



(Originale)

Figure 17 : Huiles essentielles pures des trois espèces végétales testées

1.7. Méthode de préparation des extraits aqueux

Pour préparer l'extrait aqueux, 50 g de matériel végétal sont d'abord broyés, puis la poudre obtenue est introduite dans un erlenmeyer contenant 300 ml d'eau distillée préalablement chauffée jusqu'à ébullition. Le mélange est ensuite agité pendant 30 minutes à l'aide d'un agitateur magnétique afin d'assurer une bonne extraction des composés solubles. Après agitation, la solution est filtrée à l'aide d'un filtre pour recueillir un extrait limpide, lequel est transféré dans un cristallisateur. Ce dernier est placé dans une étuve à une température de 40 à 45 °C pendant 24 heures pour permettre l'évaporation partielle de l'eau. Par la suite, le résidu est soumis à une lyophilisation sous vide pendant 24 heures afin d'obtenir une poudre sèche (Fig. 18). L'extrait sec obtenu (Fig. 19) est ensuite conservé à 4 °C dans un flacon stérile jusqu'à son utilisation. Cette opération est répétée deux fois pour chaque plante, permettant ainsi le traitement de 100 g de matière végétale au total (Chavane et *al.*, 2001).



1. Pesée du matériel végétal



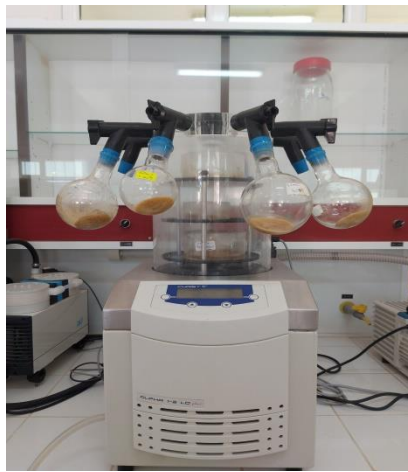
2. Broyage du matériel végétal



3. Filtration de l'extrait



4. Obtention de l'extrait sec

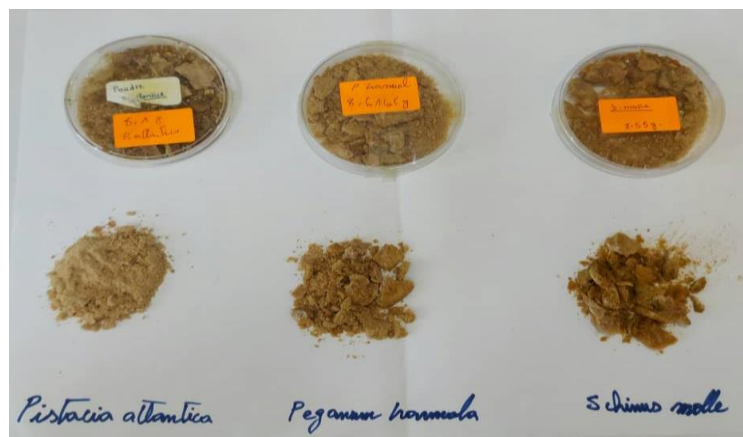


5. Lyophilisation sous vide



6. Évaporation partielle dans l'étuve
(Originale)

Figure 18 : Processus de préparation d'extraits aqueux



(Originale)

Figure 19 : Extraits aqueux sous forme poudreuse après séchage

1.8. Essais in vitro des bio-acaricides

1.8.1. Matériel utilisé

Le matériel et le consommable utilisé se résume dans ce qui va suivre :

- 1) **Matériel biologique :** Tiques adultes et nymphes (Argasidae) saines d'*Argas persicus*, conserver dans une boîte ventilée jusqu'à l'expérimentation stockées à température/HR adaptées ;
- 2) **Biopesticides :** Huiles essentielles pures des 3 plantes (stockées au frais, à l'abri de la lumière) ;
Extraits aqueux pures des 3 plantes (stockées au frais, à l'abri de la lumière) ;
- 3) **Solutions :** Polysorbate 80 (Tween 80) — émulsifiant, eau distillée, eau physiologique ;
- 4) **Consommable :** Flacons gradués (25 mL), béchers, pipettes graduées, seringues, boîtes de Pétri, gants, pinces ;
- 5) **Appareils :** Agitateur vortex, loupe binoculaire, balance analytique.

1.8.2. Choix des doses

Ce qui suit présente le choix des concentrations utilisées pour les huiles essentielles et les extraits aqueux.

1.8.2.1. Choix des doses des huiles essentielles

Les concentrations retenues pour les huiles essentielles (2 %, 3,5 % et 5 %) s'inscrivent dans les gammes fréquemment utilisées pour évaluer l'activité acaricide des composés volatils, généralement comprises entre 1 et 5 % (Yim et *al.*, 2016 ; Pavela et Benelli, 2016 ; Tabari et *al.*, 2017 ; Chen et *al.*, 2019 ; Zhu et *al.*, 2023). L'objectif était de tester un éventuel effet dose-dépendant tout en garantissant la faisabilité expérimentale. Les solutions ont été préparées en diluant les huiles essentielles dans un rapport 1:1 avec le Tween 80, puis complétées avec de l'eau distillée pour obtenir les concentrations finales. Les doses sont exprimées en μl d'huile essentielle pure (Tab. 2).

Tableau 2 : Doses choisies pour préparer les solutions des huiles essentielles

Doses	Dose 1 (µl/ml)	Dose 2 (µl/ml)	Dose 3 (µl/ml)
Plantes			
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	20	35	50
<i>Peganum harmala</i> L.	20	35	50
<i>Schinus molle</i> L.	20	35	50

1.8.2.2. Choix des doses des extraits aqueux

Pour les extraits aqueux, deux concentrations ont été choisies (5 % et 10 %), en accord avec la littérature qui indique que ces extraits, moins concentrés en métabolites volatils que les huiles essentielles, nécessitent souvent des doses comprises entre 5 % et 15 % pour révéler une activité biologique significative (Ghosh et *al.*, 2013 ; Godara et *al.*, 2015 ; Premalatha et *al.*, 2017 ; Jeyathilakan et *al.*, 2019). Les solutions ont été obtenues à partir de l'extrait initial (0,1 g/ml), dilué directement dans l'eau physiologique pour atteindre les concentrations finales testées (Tab. 3).

Tableau 3 : Doses choisies pour préparer les solutions d'extrait aqueux

Doses	Dose 1 (g /ml)	Dose 2 (g /ml)
Plantes		
<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	0,05	0,10
<i>Peganum harmala</i> L.	0,05	0,10
<i>Schinus molle</i> L.	0,05	0,10

1.8.3. Méthode d'application sur les tiques

La méthode utilisée pour l'application des tests sur les tiques, ainsi que les conditions expérimentales dans lesquelles les tests ont été réalisés, sont présentées dans cette partie.

1.8.3.1. Conditions des tests

Afin de prévenir toute altération de l'état physiologique des tiques, les bio-tests doivent être effectués dans un délai maximal de 24 heures suivant leur collecte (Rehmania et *al.*, 2015). Lors de la manipulation des tiques, il faut éviter de les écraser avec la pince. Il est nécessaire que la tique ne soit pas handicapée, c'est-à-dire qu'elle ne présente pas de manque de patte ou de rostre. Les tiques doivent être choisies de façon aléatoire et homogène. De plus, elles

ne doivent pas avoir subi de traitement préalable. Enfin, la température ambiante du laboratoire doit être prise chaque jour, et maintenue à 25 ± 2 °C, avec une humidité relative contrôlée de 85 ± 5 %.

1.8.3.2. Essai de l'effet acaricide des huiles essentielles contre les tiques

Afin d'évaluer l'effet acaricide de chaque huile essentielle, les tiques ont été exposées à des tests impliquant un contact direct avec les huiles testées. Le test consiste à placer 10 tiques adultes dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre, ces boîtes étant grillagées avec une moustiquaire afin d'assurer une bonne aération pour les tiques. Pour chaque plante testée, trois doses différentes sont utilisées (2 %, 3,5 %, 5 %), et chaque dose comprend trois répétitions indépendantes (R1, R2, R3) (Fig. 20). À l'aide d'une pipette, 5 ml de solution d'huile essentielle de chaque plante est prélevé, puis déposé uniformément au fond de chaque boîte de Pétri. Ces tests sont accompagnés de deux témoins : un témoin (sans traitement) et un témoin négatif (traité avec de l'eau distillée). Les observations sont réalisées à 24, 48 et 72 heures après l'exposition, afin de procéder au comptage des tiques mortes.

1.8.3.3. Essai de l'effet acaricide des extraits aqueux contre les tiques

Pour évaluer cet effet, un lot de dix tiques est introduit dans une boîte de Pétri tapissée de papier filtre, elle-même grillagée avec une moustiquaire afin d'assurer une bonne aération. Trois plantes sont testées, chacune à deux concentrations différentes d'extrait aqueux : 5 % et 10 %. Pour chaque concentration, trois répétitions indépendantes (R1, R2, R3) sont réalisées (Fig. 21). À l'aide d'une pipette, 5 ml de solution d'extrait aqueux de chaque plante sont prélevés puis déposés uniformément au fond de chaque boîte de Pétri. Deux groupes témoins sont inclus : un témoin (sans traitement) et un témoin négatif (traité avec de l'eau physiologique) (Fig. 21).



(Originale)

Figure 20 : Test d'activité acaricide des huiles essentielles sur les tiques Argasidae (*Argas persicus*)



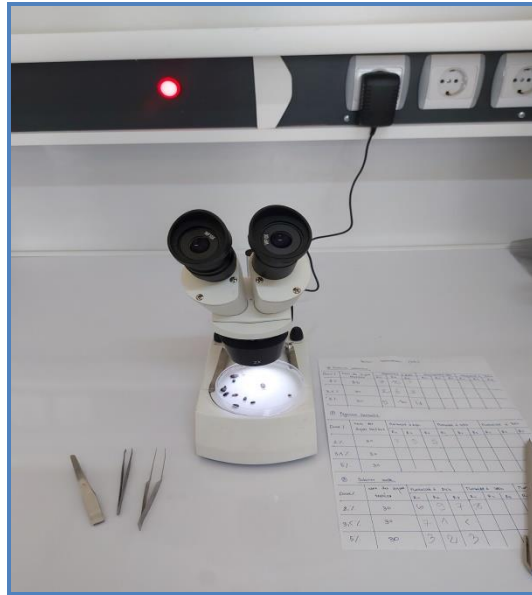
(Originale)

Figure 21 : Test d'activité acaricide des extraits aqueux sur les tiques Argasidae (*Argas persicus*)

1.8.3.4. Evaluation de la mortalité des tiques

L'évaluation de la mortalité des tiques a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire (Fig. 22). Le principal critère retenu pour déterminer la mortalité était l'absence totale de mouvement des pattes (Lovis, 2012). Les tiques ont été placées en position dorsale, et

les observations ont été effectuées toutes les 24 heures pendant une période de 72 heures. Cette méthode permet une détection fiable de la mortalité, en distinguant les tiques mortes des individus immobiles mais vivants.



(Originale)

Figure 22 : Observations des effets du traitement sur les tiques Argasidae

1.9. Analyse des résultats

1.9.1. Calcul du rendement des extraits aqueux et des huiles essentielles

1.9.1.1. Rendement des huiles essentielles

Le rendement en huiles essentielles (HE) est un indicateur essentiel de l'efficacité d'extraction à partir du matériel végétal utilisé. Selon Akrouf (2004), le rendement est exprimé en pourcentage et représente le rapport entre la masse d'HE obtenue et la masse de la matière végétale sèche initialement employée. La formule utilisée pour ce calcul est la suivante :

$$R(\%) = \left(\frac{MHE}{MVS} \right) \times 100$$

Où :

R (%) : rendement en HE, exprimé en pourcentage ;

MHE : masse de l'HE obtenue en gramme ;

MVS : masse du végétal sèche utilisée en gramme.

1.9.1.2. Rendement des extraits aqueux

Le rendement des extraits (**EY%**) a été calculé selon la formule décrite par Benmeziane et *al.* (2023) :

$$EY\% = \left(\frac{\text{poids de l'extrait sec}}{\text{poids de l'échantillon végétal sec}} \right) \times 100$$

1.9.2. Calcul de la mortalité observée

La mortalité des tiques a été quantifiée toutes les 24 heures sur une période de trois jours, et le taux de mortalité a été évalué en utilisant la formule donnée par Krishnaveni et Venkatalakshmi (2014), elle est présentée comme suite :

$$MT(\%) = \left(\frac{M}{N} \right) \times 100$$

Où :

MT (%) : Le taux de mortalité, exprimé en pourcentage

M : nombre de tiques mortes après le traitement

N : nombre total de tiques traitées dans le même échantillon

1.9.3. Détermination des doses létales

Les doses létales DL50 et DL90 correspondent aux concentrations d'huile essentielle et d'extrait aqueux entraînant la mortalité respectivement de 50 % et 90 % d'individus. La détermination des doses létales médianes DL50 et DL99 ($\mu\text{l/ml}$) par la méthode Probit (Finney, 1971) permet de comparer l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux des trois plantes contre les tiques étudiées. Les DL50 et DL90 ont été déterminées à partir de l'équation de régression linéaire, qui est de forme :

$$Y = aX + b$$

Où :

Y : probit de mortalité corrigée ;

X : logarithme décimal de la dose ou du temps.

Chapitre 2

Résultats

Chapitre 2 : Résultats sur l'effet insecticide des extraits et des huiles essentielles des plantes sur les tiques Argasidae

2.1. Résultats du rendement d'extraction des huiles essentielles

Les résultats concernant les rendements d'extraction des huiles essentielles de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle* sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Rendement (%) en huile essentielle de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*

Huile essentielle	<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Peganum harmala</i>	<i>Schinus molle</i>
Rendement (%)	1,33	0,75	2,4
	0,8		2,1
			4,33

Le rendement d'extraction des huiles essentielles enregistré chez *Pistacia atlantica* varie entre 0,8 % et 1,33 %. Chez *Peganum harmala*, le rendement noté est de 0,75 %. Chez *Schinus molle*, le rendement varie entre 2,1 % et 4,33 % (Fig. 23). Cela met en évidence que *Schinus molle* est la source la plus productive d'huile essentielle parmi les plantes analysées, suivie par *Pistacia atlantica*, tandis que *Peganum harmala* pourrait être considérée comme moins productive en huiles essentielles.

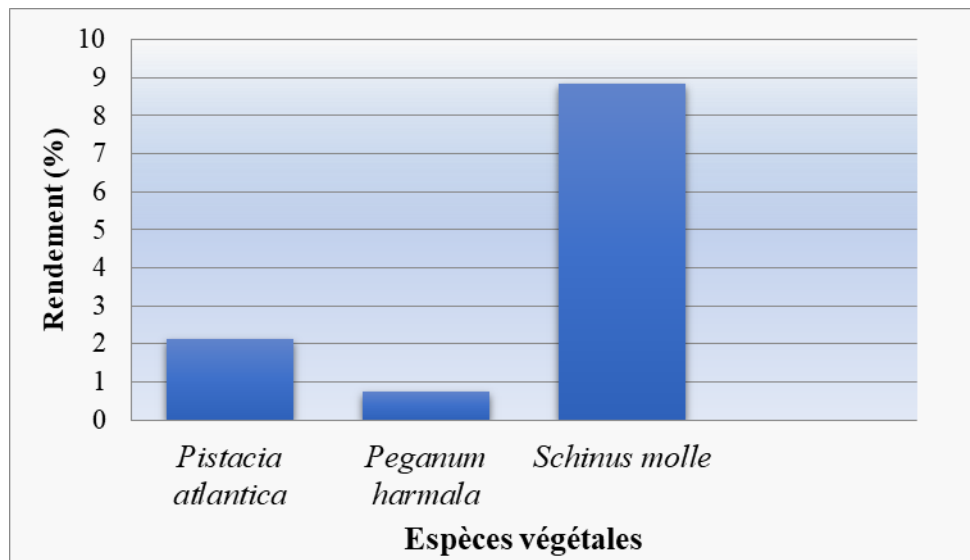


Figure 23 : Rendements en huiles essentielles

L'aspect, l'odeur et la couleur des huiles essentielles des plantes étudiées ont été observés. Les observations sont illustrées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Caractéristiques des Huiles Essentielles de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*

Huile essentielle	Observations sur l'huile essentielle : aspect, odeur, couleur, etc.
<i>Pistacia atlantica</i>	Liquide huileux, odeur balsamique, résineuse et aromatique, couleur jaune pâle
<i>Peganum harmala</i>	Liquide huileux, odeur forte caractéristique, souvent jugée âcre ou âpre, couleur jaune doré
<i>Schinus molle</i>	Liquide huileux, verdâtre, épicée, résineuse, poivrée

2.2. Résultats du rendement d'extraction des extraits aqueux

Les résultats relatifs aux rendements des extraits aqueux de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle* sont illustrés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Rendement (%) en extrait aqueux de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*

Extrait aqueuse	<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Peganum harmala</i>	<i>Schinus molle</i>
Rendement (%)	16,4	17,22	7,1
	7,8	9,28	4,66

Les rendements des extraits aqueux pour les trois plantes étudiées varient de manière significative. En effet, *Peganum harmala* a permis l'obtention d'un rendement allant de 9,28 % jusqu'à 17,22 %, ce qui en fait la plante la plus productive en termes d'extrait aqueux. *Pistacia atlantica* suit de près avec des rendements de 16,4 % et 7,8 %. *Schinus molle*, quant à elle, présente les rendements les plus faibles, qui varient entre 4,66 % et 7,1 % (Fig. 24).

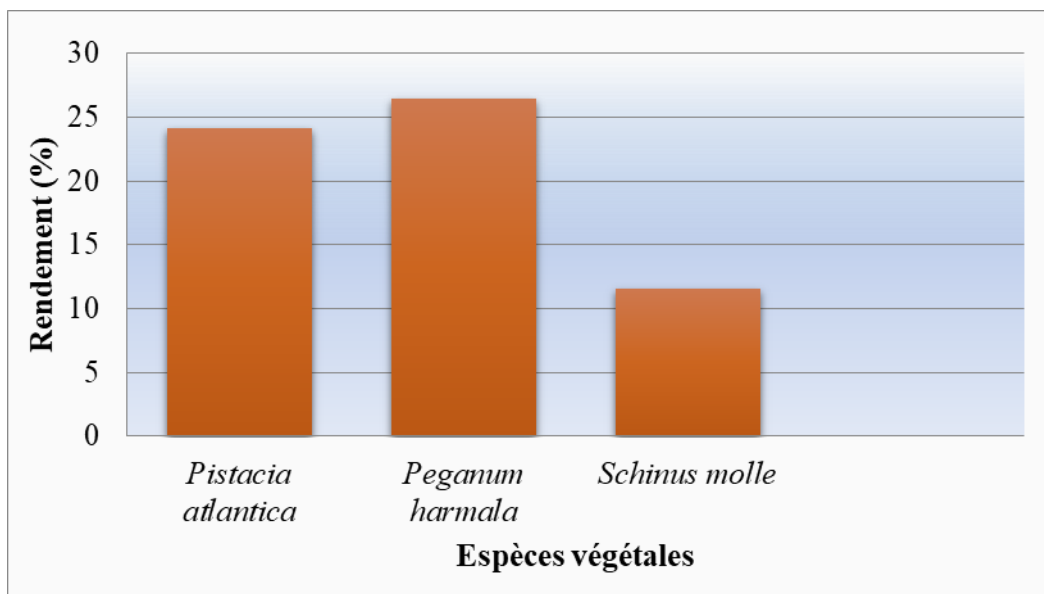


Figure 24 : Rendements en extraits aqueux

Cela met en évidence que *Peganum harmala* est la source la plus efficace pour l'extraction d'extraits aqueux parmi les plantes analysées, suivie par *Pistacia atlantica*, alors que *Schinus molle* est moins productive.

2.3. Taux de mortalité des tiques Argasidae

2.3.1. Taux de mortalité des tiques traitées par les huiles essentielles

Les taux de mortalité des adultes et des nymphes d'*Argas persicus* traités aux différentes doses d'huiles essentielles de plantes sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Taux de mortalité en % des adultes de tiques molles argasidés (*Argas persicus*) traitées aux huiles essentielles de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*

Doses \ Heures	<i>Pistacia atlantica</i>			<i>Peganum harmala</i>			<i>Schinus molle</i>		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dose 1 (2 %)	86,66	3,33	3,33	53,33	26,66	0	73,33	20	6,66
Dose 2 (3,5%)	36,66	10,0	20,0	50,0	6,66	33,33	43,33	30,0	23,33
Dose 3 (5 %)	50,0	23,33	10,0	66,66	20,0	10,0	26,66	63,33	0

Dose 1 : 20 µl/ml, **Dose 2 :** 35 µl/ml, **Dose 3 :** 50 µl/ml

Après 24 heures d'exposition à l'huile essentielle de *Pistacia atlantica*, nous avons noté une mortalité élevée des tiques, atteignant 86,6 % à la dose de 20 µl/ml, tandis que les doses de 35 µl/ml et 50 µl/ml ont entraîné des mortalités plus modérées, respectivement 36,6 % et 50 %. Cette efficacité a nettement diminué après 48 heures, où les mortalités se sont situées entre 10 % et 23,3 %, et sont restées faibles à 72 heures.

Pour *Peganum harmala*, les mortalités enregistrées après 24 heures variaient entre 50 % et 66,6 % selon les doses de 20 à 50 µl/ml. Ces valeurs ont chuté au fil du temps, avec des mortalités comprises entre 6,6 % et 26,6 % après 48 heures. À 72 heures, les résultats étaient irréguliers : la dose de 35 µl/ml a provoqué encore 33,3 % de mortalité, alors que la dose de 20 µl/ml n'avait plus d'effet.

L'huile essentielle de *Schinus molle* a induit des mortalités initiales allant de 26,6 % à 73,3 % à 24 heures, pour des doses comprises entre 20 et 50 µl/ml. À 48 heures, un pic d'activité a été observé à la dose de 50 µl/ml avec 63,3 %, tandis que les autres doses donnaient des résultats plus faibles. À 72 heures, l'efficacité est restée limitée, ne dépassant pas 23,3 %.

D'une manière générale, les trois huiles essentielles testées ont provoqué des mortalités importantes dès les premières 24 heures, particulièrement pour *Pistacia atlantica* et *Schinus molle*, mais ces effets se sont rapidement atténués avec le temps.

2.3.2. Taux de mortalité des tiques traitées par les extraits aqueux

Les taux de mortalité des adultes et des nymphes d'*Argas persicus* traités aux différentes doses d'extraits aqueux de plantes sont présentés dans le tableau suivant 8.

Tableau 8 : Taux de mortalité en % des adultes d'*Argas persicus* traités aux extraits aqueux de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*

Heures Doses	<i>Pistacia atlantica</i>			<i>Peganum harmala</i>			<i>Schinus molle</i>		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dose 1 (5%)	26,66	20,0	30,0	26,66	13,33	3,33	53,33	3,33	6,66
Dose 2 (10%)	23,33	33,33	16,66	30	10,0	13,33	20,0	13,33	10,0

Dose 1 : 0,05 g/ml, Dose 2 : 0,1 g/ml.

Après 24 heures d'exposition à l'extrait aqueux de *Pistacia atlantica*, les mortalités enregistrées étaient de 26,6 % à la dose de 0,05 g/ml et de 23,3 % à 0,1 g/ml. Après 48 heures, elles atteignaient respectivement 20 % et 33,3 %, puis 30 % et 16,6 % après 72 heures.

Chez *Peganum harmala*, la mortalité observée à 24 heures était de 26,6 % à la dose de 0,05 g/ml et de 30 % à 0,1 g/ml. Ces valeurs ont ensuite diminué avec le temps, passant à 13,3 % et 10 % après 48 heures, puis à 3,3 % et 13,3 % après 72 heures.

Pour *Schinus molle*, la mortalité a atteint 53,3 % à la dose de 0,05 g/ml et 20 % à 0,1 g/ml après 24 heures. Toutefois, ces taux ont rapidement chuté à 3,3 % et 13,3 % après 48 heures, puis à 6,6 % et 10 % après 72 heures.

Les extraits aqueux des trois plantes testées ont entraîné des mortalités relativement faibles et variables, rarement supérieures à 33,3 %, à l'exception de *Schinus molle*, qui a montré une valeur plus élevée (53,3 %) dès 24 heures.

2.4. Détermination de la DL50 et DL90

2.4.1. Détermination de la DL50 et DL90 obtenue après une exposition des tiques à un traitement par les huiles essentielles

La transformation des pourcentages de mortalité après 3 jours d'exposition en valeurs de probit a permis de rester dans l'intervalle des doses testées, tout en facilitant l'obtention des données présentées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Logarithme décimal des doses des huiles essentielles de *Pistacia atlantica*, de *Peganum harmala* et de *Schinus molle* et les probits de pourcentages de mortalité d'*Argas persicus*

Plantes	Doses (µl/ml)	Log10 (dose)	Mortalité (%)	Probit (Y)
<i>Pistacia atlantica</i>	20	1,30	3,33	3,1660
	35	1,54	20,00	4,1584
	50	1,70	10,00	3,7184
<i>Peganum harmala</i>	20	1,30	0	0
	35	1,54	33,33	4,5692
	50	1,70	10,00	3,7184
<i>Schinus molle</i>	20	1,30	6,67	3,4989
	35	1,54	23,33	4,2720
	50	1,70	0	0

Les Figures 25, 26 et 27 illustrent les probits des pourcentages de mortalité des tiques molles argasidés en fonction des doses des huiles essentielles de *Pistacia atlantica*, de *Peganum harmala* et de *Schinus molle* après une période de 3 jours.

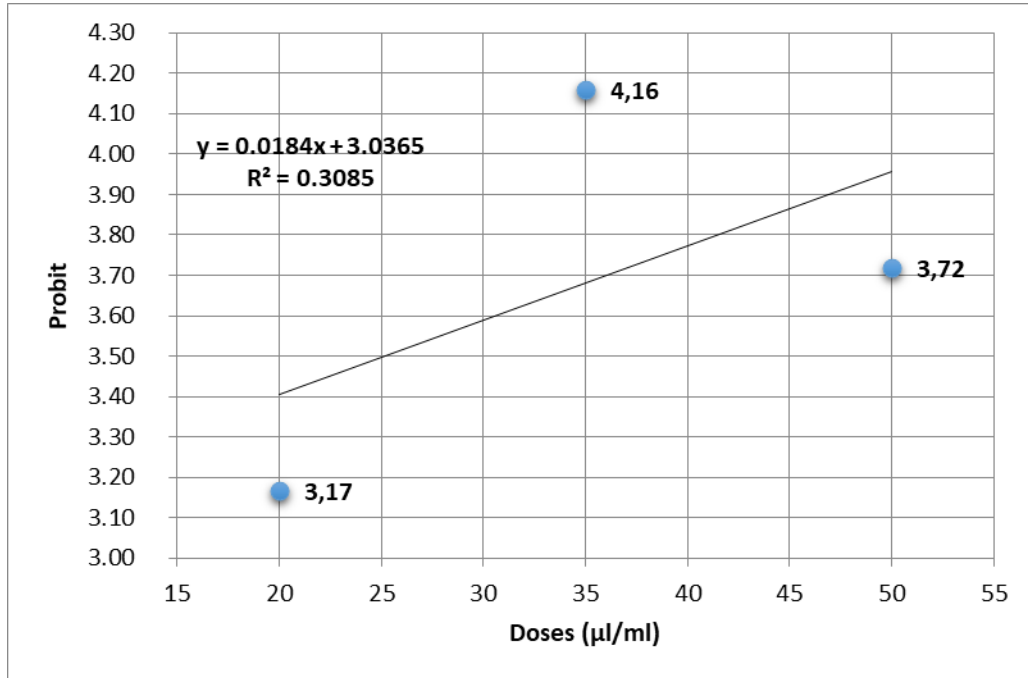


Figure 25 : Probits des pourcentages de mortalité d'*A. persicus* en fonction des doses des huiles essentielles de *Pistacia atlantica*

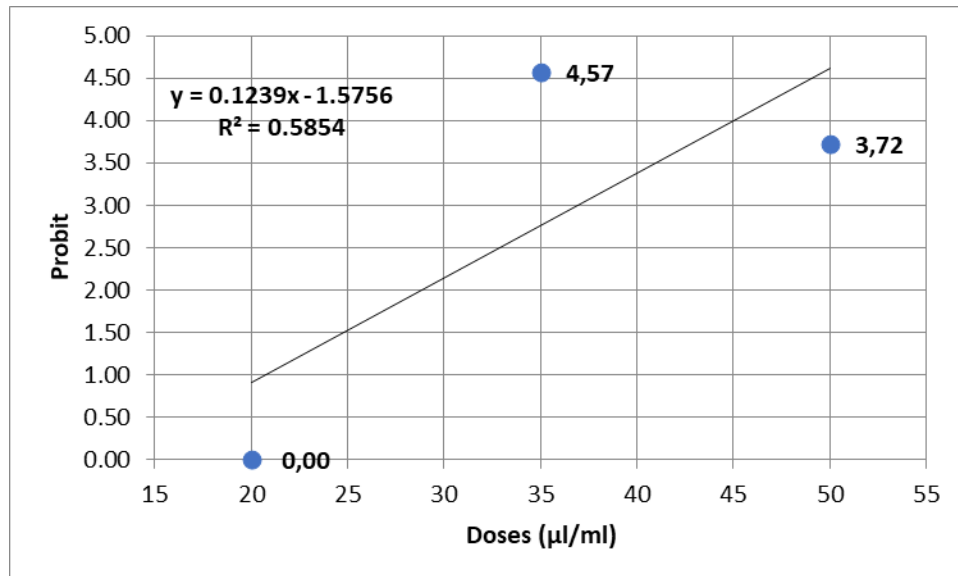


Figure 26 : Probits des pourcentages de mortalité d'*A. persicus* en fonction des doses des huiles essentielles de *Peganum harmala*

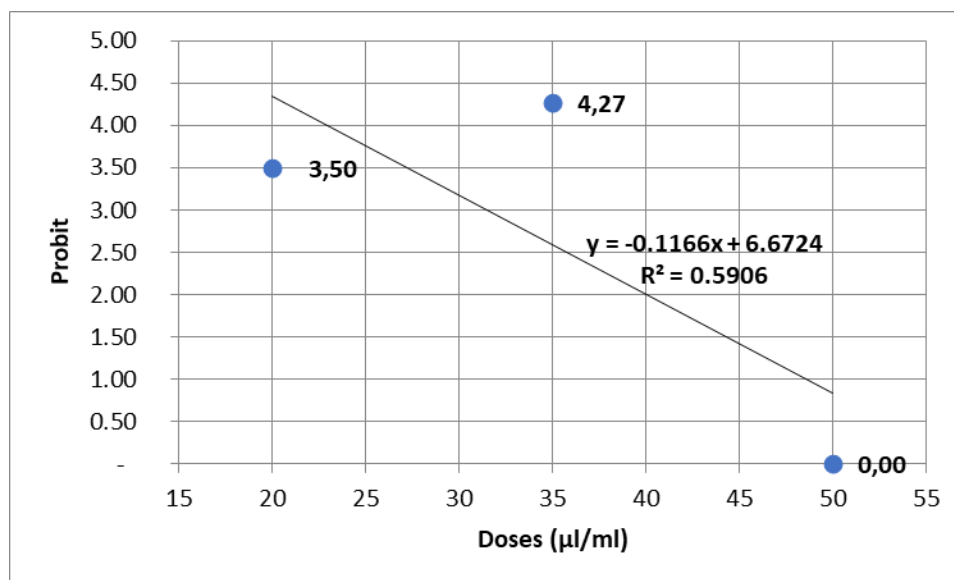


Figure 27 : Probits des pourcentages de mortalité d'*A. persicus* en fonction des doses des huiles essentielles de *Schinus molle*

Les trois figures montrent les données de la droite de régression ; on observe ainsi une tendance linéaire indiquant une forte corrélation entre l'augmentation de la dose des huiles essentielles et le taux de mortalité pour les huiles essentielles de *Pistacia atlantica* et de *Peganum harmala*. Cette régression a également permis d'obtenir des résultats pour les coefficients de détermination. Les DL 50 et DL 90, déterminées à partir de cette équation, sont reportées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Doses létales 50 et 90 des huiles essentielles de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*

Plantes	Equation de régression	DL50 (µl/ml)	DL90 (µl/ml)	R ²
<i>Pistacia atlantica</i>	$y = 1,6272 x + 1,2163$	212	1298,5	0,43
<i>Peganum harmala</i>	$y = 10,183 x - 12,662$	54,6	73,5	0,71
<i>Schinus molle</i>	$y = -7,7302 x + 14,299$	16	10,9	0,46

Y : Le taux de mortalité recherché (50 % ou 90 %) ; X : La dose létale (DL50 ou DL90).

D'après ces résultats, les valeurs les plus élevées de DL₅₀ et de DL₉₀ ont été observées chez *Pistacia atlantica*, atteignant respectivement 212 µl/ml et 1298,5 µl/ml, ce qui reflète une très

faible toxicité. *Peganum harmala* présente également des valeurs particulièrement élevées, avec une DL₅₀ de 54,6 µl/ml et une DL₉₀ de 73,5 µl/ml. Quant à *Schinus molle*, bien que ses valeurs restent élevées, elles sont comparativement plus faibles, avec une DL₅₀ de 16 µl/ml et une DL₉₀ de 10,9 µl/ml. De plus, les coefficients de détermination (R²), qui varient entre 0,4309 et 0,7066, sont assez faibles.

2.4.2. Détermination de la DL50 et DL90 obtenue après une exposition des tiques à un traitement par les extraits aqueux

La transformation des pourcentages de mortalité après 3 jours d'exposition en valeurs de probit a permis de rester dans l'intervalle des doses testées, tout en facilitant l'obtention des données présentées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Logarithme décimal des doses des extraits aqueux de *Pistacia atlantica*, de *Peganum harmala* et de *Schinus molle* et les probits de pourcentages de mortalité des tiques molles

Plantes	Doses (g/ml)	Log10 (dose)	Mortalité (%)	Probit (Y)
<i>Pistacia atlantica</i>	0,05	-1,301	30	4,4756
	0,1	-1	16,66	4,0323
<i>Peganum harmal</i>	0,05	-1,301	3,33	3,1656
	0,1	-1	13,33	3,8890
<i>Schinus molle</i>	0,05	-1,301	6,66	3,4984
	0,1	-1	10	3,7184

Les Figures 28, 29 et 30 illustrent les probits des pourcentages de mortalité des tiques en fonction des doses des extraits aqueux de *Pistacia atlantica*, de *Peganum harmala* et de *Schinus molle* après une période de 3 jours.

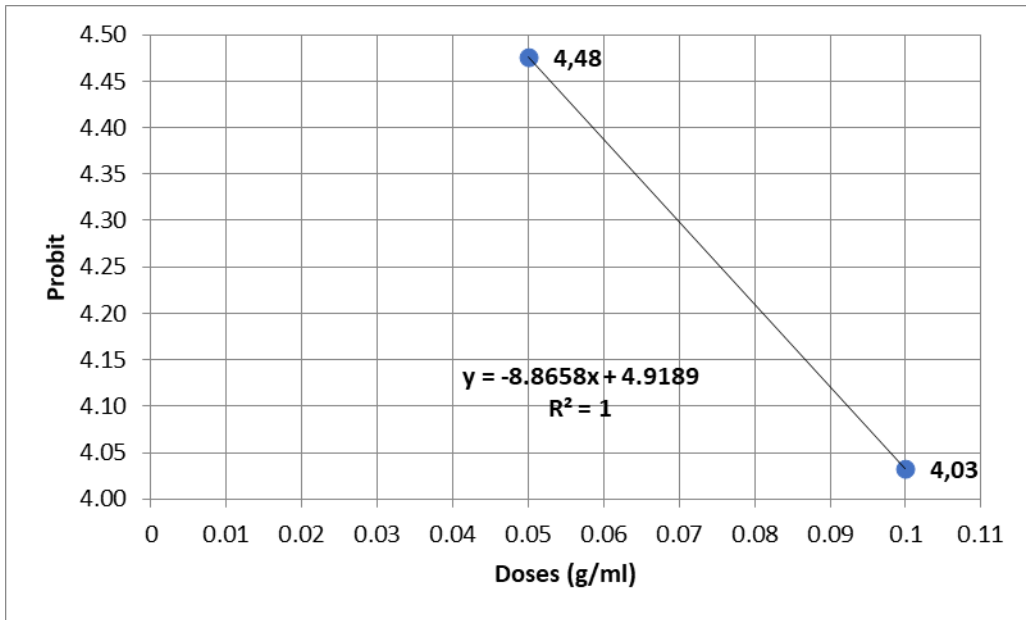


Figure 28 : Probits des pourcentages de mortalité d'*A. persicus* en fonction des extraits aqueux de *Pistacia atlantica*

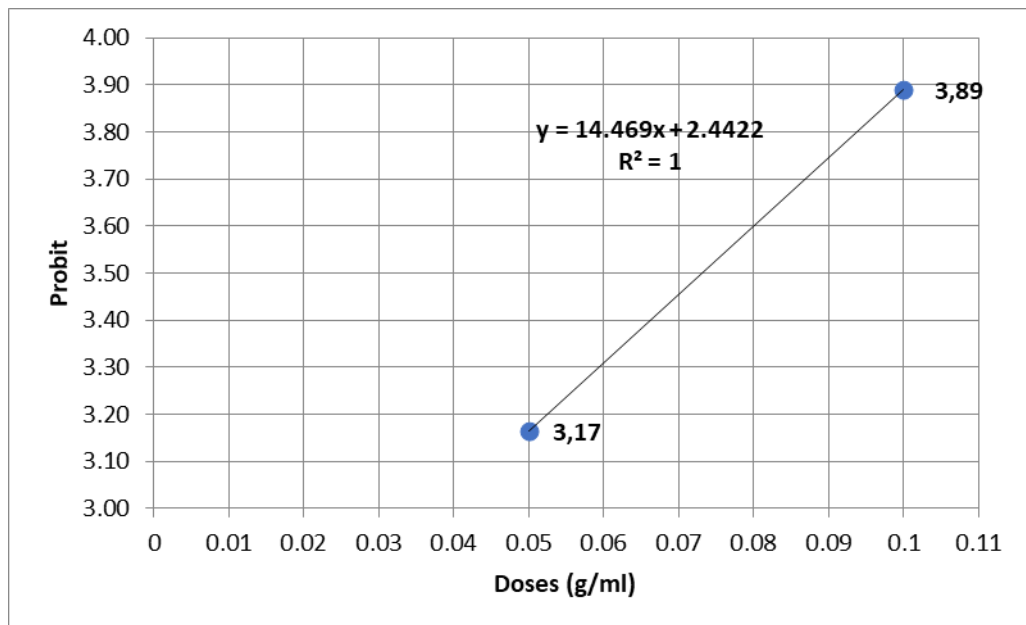


Figure 29 : Probits des pourcentages de mortalité d'*A. persicus* en fonction des extraits aqueux de *Peganum harmala*

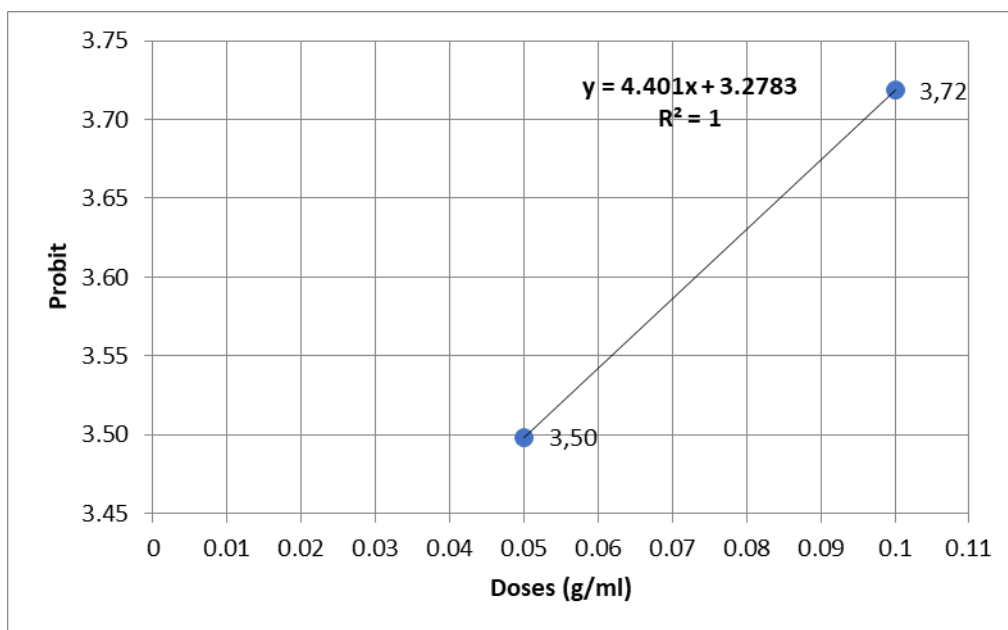


Figure 30 : Probits des pourcentages de mortalité d'*A. persicus* en fonction des extraits aqueux de *Schinus molle*

Les trois figures montrent les données de la droite de régression ; on observe ainsi une tendance linéaire indiquant une forte corrélation entre l'augmentation de la dose des extraits aqueux et le taux de mortalité pour les huiles essentielles de *Peganum harmala* et de *Schinus molle* ($R^2 = 1$). Cette régression a également permis d'obtenir les résultats des coefficients de détermination. Les DL50 et DL90, déterminées à partir de cette équation, sont présentées dans le tableau 12.

Tableau 12 : Doses létales 50 et 90 des extraits aqueux de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*

Plantes	Equation de régression	DL50 (g/ml)	DL90 (g/ml)	R ²
<i>Pistacia atlantica</i>	$y = -1,4726x + 2,5597$	0,022	0,003	1
<i>Peganum harmala</i>	$y = 2,4032x + 6,2923$	0,29	0,99	1
<i>Schinus molle</i>	$y = 0,731x + 4,4494$	5,66	319,3	1

Y : Le taux de mortalité recherché (50 % ou 90 %) ; X : La dose létale (DL50 ou DL90).

D'après les résultats du tableau 12, les valeurs les plus élevées de DL₅₀ et de DL₉₀ ont été enregistrées chez *Schinus molle*, avec respectivement 5,66 g/ml et 319,3 g/ml. En ce qui

concerne l'huile essentielle de *Peganum harmala*, la DL_{50} est de 0,29 g/ml et la DL_{90} de 0,99 g/ml. Quant à *Pistacia atlantica*, elle présente les valeurs les plus faibles, avec une DL_{50} de 0,022 g/ml et une DL_{90} de 0,003 g/ml, ce qui indique une toxicité plus élevée. Il convient également de souligner que les équations de régression associées à chaque plante présentent une linéarité parfaite ($R^2 = 1$), assurant la fiabilité des modèles statistiques utilisés.

Chapitre 3

Discussions

Chapitre 3 : Discussions sur l'effet acaricide des extraits et des huiles essentielles de trois plantes contre *Argas persicus*

3.1. Rendements des extraits aqueux et des huiles essentielles obtenus

3.1.1. Rendements des huiles essentielles obtenus

Le rendement d'extraction des huiles essentielles enregistré chez *Pistacia atlantica* varie entre 0,8 % et 1,33 %. Chez *Peganum harmala*, le rendement noté est de 0,75 %. Chez *Schinus molle*, le rendement varie entre 2,1 % et 4,33 %. En outre, l'extraction des huiles essentielles à partir de ces plantes médicinales a également été rapportée par d'autres chercheurs. Ces valeurs sont relativement supérieures à celles des HE extraites de la même espèce récoltée dans la région de Taounate, au Maroc (0,15 %) (Ariche, 2021), de Tiaret (0,19 %) (Haouari et al., 2017) et de Biskra (0,24 %) (Benabdallah et al., 2015). Ces variations peuvent être attribuées aux différences de climat, de sol et de pratiques agricoles. Le taux de rendement de *Peganum harmala* est de 0,75 %. Cette valeur est relativement supérieure à celle des HE extraites de la même espèce récoltée dans la région d'El Bayadh (0,21 %) (Ghillace et al., 2025). Elle est similaire à celle citée par Yang et al. (2020), qui ont trouvé un rendement de 0,75 %. Le rendement d'extraction des HE chez *Schinus molle* est légèrement supérieur à celui rapporté par Zeroukk (2019), qui note un rendement de 1,62 %. Ce résultat est proche de celui enregistré par Zahed et al. (2011) en Tunisie, qui ont noté un rendement de 4,13 %.

Les variations observées dans le rendement en huiles essentielles dépendent non seulement de l'origine de la plante, mais également d'une multitude de facteurs biotiques et abiotiques. Parmi ces facteurs, on trouve le milieu et la période de récolte, la température, l'humidité relative, la durée d'ensoleillement, le régime des vents, les pratiques culturales et la méthode d'extraction, qui influencent directement les espèces végétales (Ayad-Zeddami, 2024).

3.1.2. Rendements des extraits aqueux obtenus

Les rendements des extraits aqueux pour les trois plantes étudiées varient de manière significative. En effet, *Peganum harmala* a permis l'obtention d'un rendement allant de 9,28 % à 17,22 %, ce qui en fait la plante la plus productive en termes d'extrait aqueux. Ce résultat est supérieur à celui rapporté par une étude récente (El Fissi et al., 2024), où le rendement en

alcoïdes extraits par solvants organiques des graines était d'environ 4,5 %. Cette variabilité peut être attribuée au solvant utilisé, à la partie de la plante étudiée ainsi qu'aux conditions d'extraction, l'eau permettant une récupération plus importante de métabolites hydrosolubles mais moins sélective que les solvants organiques.

Pistacia atlantica suit de près avec des rendements de 16,4 % et 7,8 %. Ce rendement est proche de celui rapporté par Saad et al. (2022), qui ont obtenu $13,02 \pm 1,30$ % pour un extrait hydro-méthanolique des bourgeons foliaires de la même espèce, mais il reste inférieur aux valeurs généralement observées avec les solvants organiques, plus efficaces pour extraire les métabolites secondaires. Cette différence peut être expliquée par la nature polaire de l'eau, qui limite l'extraction de composés lipophiles tels que les terpènes.

Schinus molle, quant à elle, présente les rendements les plus faibles, qui varient entre 4,66 % et 7,1 %. Bien que cette valeur soit plus élevée que celle observée dans certaines méthodes d'extraction aqueuse ($\approx 1,25$ %), elle reste inférieure aux rendements obtenus avec des solvants comme le pétrole éther (8,4 %) ou le méthanol. Une étude récente de Paucarchuco-Soto et al. (2025) a montré, par exemple, que l'extraction au fluide supercritique des feuilles de *Schinus molle* permettait d'atteindre des rendements significativement plus élevés, confirmant l'importance du choix du solvant et de la technique d'extraction.

3.2. Activité acaricide des extraits aqueux contre les tiques Argasidae

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que les extraits aqueux préparés à partir de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle* présentent une activité acaricide limitée contre les tiques Argasidae (*Argas persicus*). Après 72 heures d'exposition, la mortalité maximale enregistrée n'a pas dépassé 30 % pour *Pistacia atlantica* à la concentration de 0,05 g/ml (5 %), tandis que celles induites par *Peganum harmala* et *Schinus molle* se situaient respectivement entre 3,3 et 13,3 % et entre 6,6 et 10 % aux concentrations testées (0,05 et 0,1 g/ml). Ces résultats indiquent que les extraits aqueux ne possèdent qu'une efficacité acaricide modérée, même après une exposition prolongée.

Des travaux similaires confirment que l'activité acaricide des extraits aqueux est généralement faible à modérée. Kemal et al. (2020) ont observé des mortalités variant de 20 à 40 % selon les espèces végétales testées contre *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus*, ce qui rejoint nos résultats. De même, Feyera et Abdisa (2016) ont montré que les extraits aqueux de *Schinus molle*

provoquaient une mortalité limitée sur *Rhipicephalus pulchellus* et *Boophilus decoloratus*, alors que les extraits méthanoliques induisaient des effets nettement plus marqués. Enfin, Massoud (2005) a étudié l'efficacité acaricide d'extraits de myrrhe (*Commiphora molmol*) contre *Argas persicus* et a rapporté des mortalités élevées (>80 %), ce qui suggère que l'efficacité dépend non seulement de la plante utilisée mais aussi du solvant d'extraction.

Ces divergences soulignent l'importance du choix du solvant, les composés lipophiles bioactifs (terpènes, alcaloïdes) étant mal extraits par l'eau, ce qui explique la faible activité observée avec les extraits aqueux dans notre étude.

3.3. Activité acaricide des huiles essentielles contre les tiques Argasidae

Selon les résultats obtenus, il a été observé que les huiles essentielles des plantes testées, à savoir *P. atlantica*, *P. harmala* et *S. molle*, présentent une activité antiparasitaire significativement élevée contre les tiques de la famille des Argasidae.

L'huile essentielle de *Pistacia atlantica* présente un taux de mortalité de 86,66 % à la dose de 20 µl/ml après 24 heures d'exposition. À la dose de 35 µl/ml, la mortalité est de 36,66 % après 24 heures, mais elle diminue à 10 % après 48 heures et remonte légèrement à 20 % après 72 heures. À la dose de 50 µl/ml, la mortalité initiale est de 50 %, mais elle diminue à 23,33 % après 48 heures et à 10 % après 72 heures.

Pour *Peganum harmala*, la mortalité est de 53,33 % à la dose de 20 µl/ml après 24 heures, mais elle tombe à 0 % après 72 heures. À la dose de 35 µl/ml, la mortalité est de 50 % après 24 heures, suivie de 6,66 % à 48 heures et 33,33 % à 72 heures. À la dose de 50 µl/ml, la mortalité est de 66,66 % après 24 heures, mais diminue progressivement à 20 % et 10 % après 48 et 72 heures.

Concernant *Schinus molle*, la mortalité est de 73,33 % à la dose de 20 µl/ml après 24 heures, mais chute à 6,66 % après 72 heures. À la dose de 35 µl/ml, la mortalité est de 43,33 % à 24 heures, de 30 % à 48 heures et de 23,33 % à 72 heures. À la dose de 50 µl/ml, la tendance est moins efficace, avec 26,66 % de mortalité à 24 heures, un pic à 63,33 % après 48 heures, puis une chute à 0 % après 72 heures.

Des travaux similaires sur la même étude ont été réalisés par Luns et *al.* (2021), ayant testé l'effet des huiles essentielles de *Schinus molle* contre les tiques *Rhipicephalus* sensibles et résistantes aux acaricides. Ils ont trouvé une mortalité de 70 % à une concentration moyenne de 10 %.

Kemal et al. (2020) ont révélé une activité acaricide *in vitro* de plantes médicinales sélectionnées (huile essentielle de *Schinus molle*), traditionnellement utilisées contre les tiques en Éthiopie orientale, qui a induit une mortalité de 84 % à une concentration élevée de 100 µl/ml.

Dans une étude *in vitro* récente, l'huile essentielle de *Peganum harmala* a montré une activité répulsive élevée de 75,0 % à une concentration de 50 µl/ml contre *Rhipicephalus* sp. (Kebbi et al., 2020).

Mahmoudi et Dahmane (2017), ayant testé l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* sur les adultes de *A. obtectus*, ont prouvé un effet toxique à l'égard de ce ravageur. À la dose la plus élevée de 0,5 µl par test de contact, un taux de mortalité totale est observé après 4 jours.

Les résultats de la détermination des doses létales DL_{50} et DL_{90} de chacune des huiles essentielles testées sont respectivement de 212 µl/ml et 1298,5 µl/ml pour *Pistacia atlantica*, de 54,6 µl/ml et 73,5 µl/ml pour *Peganum harmala*, et de 16 µl/ml et 10,9 µl/ml pour *Schinus molle*. Pour *Schinus molle*, les résultats sont supérieurs à ceux obtenus par De SO Batista et al. (2016) avec 12,02 µg/l. Les résultats obtenus pour *Peganum harmala* sont également supérieurs à ceux rapportés par Lamchouri et al. (2002), qui indiquent une DL_{50} de $2,70 \pm 0,05$ µl/ml. Enfin, pour *Pistacia atlantica*, les résultats sont également supérieurs à ceux rapportés par Mahmoudvand et al. (2016).

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Les Argasidae, en particulier *Argas persicus*, sont d'importants vecteurs de maladies aviaires et représentent une menace pour la santé et la productivité des volailles. L'utilisation massive d'acaricides chimiques favorise l'émergence de résistances et soulève des risques sanitaires et environnementaux. Les plantes médicinales constituent une alternative prometteuse, et l'évaluation de *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle* a mis en évidence leur potentiel acaricide contre *Argas persicus*, ouvrant des perspectives pour une lutte biologique plus sûre et durable.

Le test acaricide a été effectué vis-à-vis de tiques du genre *Argas persicus*, prélevées sur des volailles de la région de Djelfa. Les résultats ont montré que l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation a révélé des rendements variables selon les espèces étudiées. *Schinus molle* a présenté les rendements les plus élevés, variant entre 2,1 % et 4,33 %, traduisant une richesse importante en composés volatils. *Pistacia atlantica* a montré un rendement moyen de 1,33 %, avec une valeur minimale de 0,8 %. En revanche, *Peganum harmala* a affiché le rendement le plus faible, soit 0,75 %. Ces résultats mettent en évidence le fort potentiel de *Schinus molle* pour la production d'huiles essentielles.

En termes de mortalité, l'HE de *Pistacia atlantica* a montré un effet appréciable avec un taux de 86,66 % en 24 h, suivi par *Peganum harmala* avec 66,66 % en 24 h, et *Schinus molle* avec 73,33 % en 24 h. Les EA se sont révélés moins efficaces, avec une mortalité maximale de 30 % pour *Pistacia atlantica* et *Peganum harmala*, et de 53,33 % pour *Schinus molle*. Les DL_{50} et DL_{90} calculées confirment cette tendance : l'HE de *Schinus molle* apparaît comme la plus puissante avec une DL_{50} de 16 $\mu\text{l/ml}$, suivie par *Peganum harmala* (54,6 $\mu\text{l/ml}$) et enfin *Pistacia atlantica* (212 $\mu\text{l/ml}$). Ces résultats mettent en évidence la supériorité des HE par rapport aux extraits aqueux, ainsi qu'une hiérarchie d'efficacité entre les plantes testées.

Ces huiles essentielles peuvent donc être envisagées comme des bioacaricides permettant de réduire l'usage des acaricides synthétiques. Toutefois, même si les résultats sont prometteurs, plusieurs étapes restent nécessaires avant une application pratique. Des études complémentaires doivent être menées afin d'évaluer leur toxicité potentielle chez les animaux, de déterminer les doses létales efficaces contre les tiques mais tolérées par l'homme et l'animal, et enfin de développer une formulation adaptée garantissant une bonne application et une rémanence optimale.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Abbas, M. W., Hussain, M., Qamar, M., Ali, S., Shafiq, Z., Wilairatana, P., & Mubarak, M. S., 2021. Antioxidant and anti-inflammatory effects of Peganum harmala extracts: An in vitro and in vivo study. *Molecules*, 26 (19), 6084. <https://doi.org/10.3390/molecules26196084>
2. Abdelali, S., Souttou, K., Kacimi-Elhassani, M., & Aissaoui, L., 2024. Assessment of the acaricidal efficacy of *Rosmarinus officinalis* essential oil against dogs' ticks, *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae), and its chemical composition. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 23 (3), 544-553. <https://doi.org/10.5965/223811712332024544>
3. Adli B, Touati M., Yabrir B., Bezini E., Hachi M., Yousfi I. & Dahia M. 2021. Consensus Level and Knowledge of Spontaneous Medicinal Plants Used in Algerian Central Steppe Region (Djelfa). *Agricola Conspectus Scientificus*, 86 (2): 139-152.
4. Aissaoui, A. B., Amrani, A. E., Zantar, S., & Toukour, L., 2018. Activité Acaricide Des Huiles Essentielles Du *Mentha pulegium*, *Origanum compactum* et *Thymus capitatus* Sur L'acarien Phytophage *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae). *European Scientific Journal, ESJ*, 14 (3), 118. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n3p118>
5. Akrou, A., 2004. Étude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). *Réhabilitation des Pâturages et des Parcours En Milieux Méditerranéens*, 289-292.
6. Ali, A. A. B. & Taha, M. A., 2022. A new approach for using some cryptogams plant extracts against the tick *Argas (Persicargas) persicus* nymphs. *Bulletin of the National Research Centre*, 46 (1), 23. <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00702-5>
7. Alimi, D., Hajri, A., Jallouli, S. & Sebai, H., 2021. In vitro acaricidal activity of essential oil and crude extracts of *Laurus nobilis* (Lauraceae) grown in Tunisia, against arthropod ectoparasites of livestock and poultry: *Hyalomma scupense* and *Dermanyssus gallinae*. *Veterinary Parasitology*, 298, 109507. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109507>
8. Alloui N. & Bennoune O., 2013. Poultry production in Algeria: current situation and future prospects. *World Poultry Science Journal*, 69 (3), 613-620. <https://doi.org/10.1017/s0043933913000615>
9. Ariche, M., 2021. Projet de fin d'étude : Composition chimique : Huiles essentielles, teneur en polyphénols et flavonoïdes et activité antioxydante des huiles essentielles de *Pistacia atlantica* (L) et *Pistacia lentiscus* (L) de la région de Taounate. Thèse de Master Sciences Biologiques et Santé. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès.
10. Asgarpanah J., Ramezanloo F., 2012. Chemistry, pharmacology and medicinal properties of Peganum harmala L. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* 6: 1573-1580.
11. Aubry, P., & Gaüzère, B., 2016. Maladies transmises à l'homme par les tiques. *Medecine tropicale*, 1-10.
12. Ayad-Zeddami, S., 2024. Étude de l'effet de l'huile essentielle de *Schinus molle* dans la lutte contre *Dactylopius opuntiae*, le principal ravageur d'*Opuntia ficus indica* L. Thèse de Master Écologie Végétale et Environnement. Univ. ABOUBAKR BELKAID Tlemcen.

13. Barker, S. C. & Walker, A. R., 2014. Ticks of Australia. The species that infest domestic animals and humans. *Zootaxa*, 3816 (1): 1-144. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3816.1>.
14. Beda A., 2012. Perception et stratégies paysannes de lutte contre les tiques dans la commune de Fada n'Gourma (Burkina Faso). Institut du Développement rural, licence en socio-économie rurale, 20 p.
15. Benabdallah, F., Kouamé, R., Bentchikou, M. E., Zellagui, A. & Gherraf, N., 2015. Études ethnobotanique, phytochimique et valorisation de l'activité antimicrobienne des feuilles et de l'oléorésine du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). *Phytothérapie*, 15 (4), 222-229. <https://doi.org/10.1007/s10298-015-0926-2>
16. Benmeziane, S., Haddadin, M. S., & Al-Domi, H. A. 2023. Extraction yield, phytochemicals analysis, and certain in vitro biological activities of *Artemisia herba-alba* extracts. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 19 (2), 123-136. <https://doi.org/10.35516/jjas.v19i2.123>
17. Boughalleb A. & Ben Salem I., 2022. Antibacterial and antifungal activities of *Schinus molle* essential oil: A review. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 14 (3): 109-116.
18. Boulanger, N. et McCoy, K.D. 2017. Les tiques (Acari : Ixodida). *Entomologie médicale et vétérinaire*. Marseille, IRD, 553-596.
19. Bouzabata A., Bendiab K. & Meklati B.Y., 2020. Composition chimique et propriétés biologiques de l'huile essentielle de *Pistacia atlantica* Desf. de la région de Djelfa (Algérie). *Revue Algérienne des Sciences Appliquées*, 8 (1): 45-52.
20. Bouziane N. 2012. Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) et de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) récoltés au Sahara Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Thèse Magister Sciences Agronomiques. Ouargla, 72 p.
21. Brites-Neto J., Duarte K. M. R., Martins T. F., 2015. Tick-borne infections in human and animal population worldwide. *Veterinary World*, 8 (3): 301-312.
22. Browicz, K., 1987. *Pistacia*: Distribution and taxonomy of the genus. Arboretum Kórnickie.
23. Bruneton J., 2009. Pharmacognosie –Phytochimie, plantes médicinales ,4ème édition, revue et augmentée. Tec et Doc. Edition médicalesinternationales. Paris, 1288
24. Chavan, U.D., F. Shahidi, Naczka, M., 2001. Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents. *J. Food Chem.*, 75: 509-512.
25. Chen, Z., van Mol, W., Vanhecke, M., Duchateau, L., Claerebout, E., & Vercruyse, J., 2019. Acaricidal activity of plant-derived essential oil components against *Psoroptes ovis* in vitro and in vivo. *Parasites & Vectors*, 12, 425. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3654-x>
26. Chopra I. C., Abral B. K., Handa K. L., 1960. Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique Ed. Unesco, 48 p.

27. Cutler, S., Abdissa, A., Adamu, H., Tolosa, T. & Gashaw, A., 2012. Borrelia in Ethiopian ticks. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 3 (1), 14–17. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2011.08.004>
28. Dantas-Torres, F., Chomel, B. B., & Otranto, D., 2012. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. *Trends in Parasitology*, 28 (10), 437-446. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.07.003>
29. De SO Batista, L. C., Cid, Y. P., De Almeida, A. P., Prudêncio, E. R., Riger, C. J., De Souza, M. A. A. & Chaves, D. S. A., 2016. In vitro efficacy of essential oils and extracts of *Schinus molle* L. against *Ctenocephalides felis felis*. *Parasitology*, 143 (5), 627-638. <https://doi.org/10.1017/s0031182016000081>
30. Djebir, S., Megueni, C., Lardjane, N., Noureddine, A. & Muselli, A., 2019. Chemical composition and acaricidal activity of the essential oils of some plant species of *Lamiaceae* and *Myrtaceae* against the vector of tropical bovine theileriosis: *Hyalomma scupense* (syn. *Hyalomma detritum*). *Natural Product Research*, 33 (11), 1627–1631.
31. Dutertre J.M., 2011. Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p.
32. El Fissi, H., Ameziane, H., Bouzid, F., Achqra, I., Msanda, F., & Alif, N., 2025. Isolation, digital analysis, and semi-quantification of harmaline and harmine from *Peganum harmala* L. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 10, 1805-1810. <https://doi.org/10.1007/s41207-024-00624-x>
33. Elelu, N., 2018. Tick-borne relapsing fever as a potential veterinary medical problem. *Veterinary Medicine and Science*, 4 (3), 271-279. <https://doi.org/10.1002/vms3.108>
34. Estrada-Peña, A., 2015. Ticks as vectors: taxonomy, biology and ecology. *Rev. Off. Int. Epiz.*, 34. 53-65.
35. Festy D., 2011. Les huiles essentielles ça marche ! Avec 78 formules à commander en pharmacie, LEDUC.S EDITION, pp. 22-26, ISBN : 978-2- 84899-316-4.
36. Feyera, T. & Abdisa, T. 2016. In vitro acaricidal activity of crude extracts of *Schinus molle* (L.) leaves against field population of *Rhipicephalus pulchellus* and *Boophilus decoloratus* ticks. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 8 (3), 25-30.
37. Finney J.D., 1971. *Statistical method in biological assay*. Second edition, London, Griffin, 333 p.
38. Ghillace, A., Chouitah, O., Kiari, F. Z., Fergoug, Z. & Daikh, Z., 2025. Phytochemical composition and antimicrobial activity of essential oil from the leaves of *Peganum harmala* L. in southern Algeria. *Acta Biologica Slovenica*, 68 (1). <https://doi.org/10.14720/abs.68.01.21296>

39. Ghosh, S., Tiwari, S. S., Srivastava, S., Sharma, A. K., Kumar, S., Ray, D. D., & Rawat, A. K. S., 2013. Acaricidal properties of *Ricinus communis* leaf extracts against organophosphate and pyrethroid resistant *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus*. *Veterinary Parasitology*, 192 (1-3), 259-267. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.031>
40. Godara, R., Katoch, R., Yadav, A., Ahanger, R. R., Bhutyal, A. D. S., Verma, P. K., Katoch, M., Dutta, S., Nisa, F., & Singh, N. K., 2015. In vitro acaricidal activity of ethanolic and aqueous floral extracts of *Calendula officinalis* against synthetic pyrethroid resistant *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus*. *Experimental and Applied Acarology*, 67 (1), 147-157. <https://doi.org/10.1007/s10493-015-9929-9>
41. Goodman S.M., Rakotomanga M.N., Soarimalala V., Boyer S., Apanaskevich D., 2017. Les tiques dures (Acari : Ixodidae) ectoparasites de micromammifères non volants dans la forêt d’Ambohitantely, *Madagascar Malagasy Nature*, 12 : 59-67.
42. Guglielmone, A.A., Robbins, R.G et Apanaskeviche, D.A., 2010. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names.
43. Hammiche V. et Merad R. (1990). *Peganum harmala* L. International Programme on Chemical Plant Safety. Poisons Information Monograph, 402 p.
44. Haouari, K., Belhadj, A., Lazeb, C., 2017. Comparaison Des Activités Antimicrobiennes Et Insecticide Des Huiles Essentielles Du Pistacia *Atlantica Et Pistacia Lentiscus* Vis-à-vis Quelques Phytopathogènes. Thèse de Master Conservation et Amélioration de l’Agrodiversité végétale. Université Ibn Khaldoun de Tiaret.
45. Harchaoui, L., 2019. Effet antimitotique et cytotoxique des alcaloïdes de la fraction et des extraits aqueux des feuilles de *Peganum harmala* L. Thèse de Magistère, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
46. Iserin, P., 2001. Larousse Encyclopédie des plantes médicinales, Édition Larousse, Paris. 10-17.
47. Jeyathilakan, N., Bino Sundar, S. T., Sangaran, A., & Latha, B. R., 2019. In vitro acaricidal properties of aqueous extracts of *Allium sativum*, *Zingiber officinale* and *Aloe vera* on brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. *Journal of Veterinary Parasitology*, 33 (1), 41-46. <https://doi.org/10.5958/0974-0813.2019.00008.1>
48. Jonjegan, F., & Uilenberg, G., 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*, 129 (S1), S3-S14. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>
49. Kebbi, R., Besseboua, O., Nait-Mouloud, M. & Ayad, A., 2020. In-vitro acaricidal activity of *Peganum harmala* and *Glaucium flavum* alkaloid against *Rhipicephalus* sp. of dog. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 36 (1), 28-35. <https://doi.org/10.15312/eurasianjvetsci.2020.256>
50. Kemal, J., Zerihun, T., Alemu, S., Sali, K., Nasir, M., Abraha, A. & Feyera, T., 2020. In Vitro Acaricidal Activity of Selected Medicinal Plants Traditionally Used against Ticks in Eastern Ethiopia. *Journal of Parasitology Research*, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2020/7834026>

51. Krishnaveni, S. & Venkatalakshmi, P., 2014. Antimicrobial, larvicidal and acaricidal activities of the ethanolic extract of *Andrographis paniculata* and *Carica papaya* leaves. *World Journal of Pharmacological Research*, 139: 660-669.
52. Lafri I., Benredjem W., Neffah-Baaziz F., Lalout R., Abdelouahed K., Gassen B., Bakhouch S., Chergui M., Karakallah M., Adjmi-Hamoudi H., Bitam I., 2018. Inventory and update on argasid ticks and associated pathogens in Algeria. *New Microbes New Infect.*, 23: 110-114. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2018.02.009>.
53. Lamchouri, F., Settaf, A., Cherrah, Y., & Zemzami, M., 2013. Medicinal uses, phytochemistry and pharmacology of *Peganum harmala* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 148 (3), 785-796. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.05.040>
54. Lamchouri, F., Settaf, A., Cherrah, Y., El Hamidi, M., Tligui, N., Lyoussi, B. & Hassar, M., 2002 Experimental toxicity of *Peganum harmala* seeds. *Ann. Pharm. Fr.*, 60 (2): 123-9. PMID: 11976557.
55. Lazouni, H. A., Chaouche, T. M., 2024. *Généralités sur les plantes médicinales*. Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen Algérie. Université de Tlemcen.
56. Liu, K., Ding, X. Y., Chen, L. Y., Mei, J. J. & Zhai, L. J., 2006. A case report on the diagnosis of gosling spirochetosis. *Jilin Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 27, 42–43.
57. Lovis, L., 2012. *Evaluation of acaricide resistance in the cattle tick, « Rhipicephalus (Boophilus) microplus», using a new in vitro test and molecular tools*. <https://doi.org/10.35662/unine-thesis-2276>
58. Luns, D. A. R., Martins, R., Pombal, S., Rodilla, J. M. L., Githaka, N. W., Vaz, I. D. S., Jr & Logullo, C., 2021. Effect of essential oils against acaricide-susceptible and acaricide-resistant *Rhipicephalus* ticks. *Experimental & applied acarology*, 83 (4), 597-608. <https://doi.org/10.1007/s10493-021-00601-x>
59. Madhu B. & Bikshal B.K., 2012. A review on Brazilian pepper plant: *Schinus molle*. *Journal of Atoms and Molecules*, 2: 6-13.
60. Mahmoudi et Dahmane, 2017. Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielle (*Pistacia lentiscus*) à l'égard de la bruche de l'haricot *Acanthosceli desobcetus* (coleoptera : chrysomelidae). Mémoire en Master. Spécialité Entomologie appliquée à la médecine à l'agriculture et la foresterie. Univ. Tizi Ouzou, 64 p.
61. Mahmoudian M., Jalilpour H., Salehian P., 2002. Toxicity of *Peganum harmala*: Review and a case report. *Iran. J. Pharmacol. Ther.* 1: 1-4.
62. Mahmoudvand, H., Kheirandish, F., Ghasemi Kia, M., Tavakoli Kareshk, A. & Yarahmadi, M., 2016. Chemical composition, protoscolicidal effects and acute toxicity of *Pistacia atlantica* Desf. fruit extract. *Nat. Prod. Res.*, 30 (10): 1208-11. doi: 10.1080/14786419.2015.1046868.
63. Massoud, A. M., 2005. Acaricidal efficacy of Myrrh (*Commiphora molmol*) on the fowl tick *Argas persicus* under laboratory conditions. *Parasite*, 12 (2), 97–103.

64. Maurice, N., 1997. L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXI^e siècle. Paris. Lavoisier, 12-14.
65. McCoy, K. & Boulanger, N., 2015. Tiques et maladies à tiques Biologie, écologie évolutive, épidémiologie. IRD, 346. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(05\)80558-X](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(05)80558-X)
66. Mejri, J. Chakroun, I. Abderrabba1, M. & Mejri1, M., 2014. Study of hydro-distillation process of *Rutac halepensis* L. essential oil. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*. Vol. 3 (10), pp. 511-518.
67. Merabet, G., 2018. Thèse de doctorat : Huiles essentielles de trois espèces d'*Eucalyptus* d'Algérie composition et activité acaricide (*Varroa destructor*). Université des frères Mentouri Constantine 1.
68. Messaoud, C., Zaouali, Y. & Ben Fadhel, N., 2013. Ecological importance and ethnobotanical uses of *Pistacia atlantica* in North Africa. *Journal of Arid Environments*, 94, 84-94.
69. Messaoudi M., Khelifi L. & Benchikh L. 2021. Étude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante de *Peganum harmala* L. des Hauts Plateaux algériens. *Revue des Bioressources*, 11 (2) : 87-94.
70. Mohammedie, Z., 2013. Étude phytochimique et activité biologique de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat en Biologie, Université de Tlemcen, 169 p.
71. Monti, F., Viganò, M., Darolti, I., Chiatante, G., Formenti, N., Gaffuri, A., Casiraghi, M., Ferrari, N. & Sasserà, D., 2023. Ticks in the box: *Argas persicus* occurrence in nest boxes of secondary cavity-nesting bird species in Italy. *European Journal of Wildlife Research*, 69 (5), 86. <https://doi.org/10.1007/s10344-023-01656-4>
72. Moshiri, M., Etemad, L., Javidi, S. & Alizadeh, A., 2014. *Peganum harmala* intoxication, a case report. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, PMID: PMC4075715; PMID: 25050285.
73. Mouloudizargari M., Mikaili P., Aghajanshakeri S., Asghari M.H. & Shayegh J., 2013. Pharmacological and therapeutic effects of *Peganum harmala* and its main alkaloids. *Pharmacogn. Rev.* 7 (14): 199-212.
74. Murillo A.C., 2025. Fowl ticks (*Argas persicus*). In MSD Veterinary Manual. Retrieved from <https://www.msdsmanual.com/poultry/ectoparasites/fowl-ticks>
75. Nosek, J., Hoogstraal, H., Labuda, M. & Cyprich, D., 1980. Bionomics and health importance of fowl tick *Argas (Persicargas) persicus* (Oken, 1818) (Ixodoidea: Argasidae). *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 63 (3), 209-212. <https://doi.org/10.1007/BF00931982>
76. Ouchene N., Nebbak A., Ouchene-Khelifi N. A., Dahmani A., Zeroual F., Khelef D., Bitam I., Benakhla A. & Parola P. 2020. Molecular detection of avian spirochete *Borreliaanserinina* in *Argaspersicus* ticks in Algeria. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 68, 101408. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.101408>
77. Ozenda P., 1991. Flore et végétation du Sahara. Ed CNRS, Paris, 662 p.
78. Parola P., Raoult D., 2001. Ticks and tick-borne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical Infectious Diseases*, 32: 897-928 p.

79. Paucarchuco-Soto, J., Padilla Pacahuala, G., Cuadrado Campó, W. J., Chagua-Rodríguez, P., Maceda Santivañez, J. C., Santana, Á. L., Meireles, M. A. A., & Chañi-Paucar, L. O., 2025. Supercritical fluid extraction of *Peruvian Schinus molle* leaves: Yield, kinetics, mathematical modeling, and chemical composition. *Processes*, 13 (7), 2191. <https://doi.org/10.3390/pr13072191>
80. Pavela, R. & Benelli, G., 2016. Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21 (12), 1000-1007. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>
81. Petney, T. N., Andrews, R. H., McDiarmid, L. A. & Dixon, B. R., 2004. *Argas persicus* sensu stricto does occur in Australia. *Parasitology Research*, 93 (4): 296–299. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1141-5>
82. Pfäffle, M. P., & Petney, T. N., 2017. *Argas persicus* (Oken, 1818). In A. Estrada-Peña, A. Bouattour, J.-L. Camicas, & A. R. Walker (Eds.), *Ticks of Europe and North Africa* (pp. 15-22). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63760-0_4
83. Philogène B.J.R., Regnault-Roger C. & Vincent C., 2008. Biopesticides d'origine végétale : bilan et perspectives. *Biopesticides d'origine végétale, Lavoisier Tec & doc, Paris, France*, 1-24.
84. Premalatha, K., Nelson, S. J., Vishnupriya, R., Balakrishnan, S. & Santhana Krishnan, V. P., 2017. Acaricidal activity of aqueous plant extracts (10%) on *Tetranychus urticae*. *International Journal of Entomology Research*, 2 (6), 53-56.
85. Quézel, P. & Santa, S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 401 p.
86. Ranasinghe, S., Armson, A., Lymbery, A. J., Zahedi, A. & Ash, A., 2023. Medicinal plants as a source of antiparasitics: an overview of experimental studies. *Pathogens and global health*, 117 (6), 535-553. <https://doi.org/10.1080/20477724.2023.2179454>
87. Rehmania Y., Khlaifia K. & Messiou W., 2015. *Contribution à l'étude de l'activité acaricide des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis L. et Lavandula stoechas L. contre les tiques de genre Rhipicephalus sp.* Mémoire de Master en Sciences de la Nature et de la Vie, Université 8 mai 1945 de Guelma.
88. Saad, A., Cherif, A., Belmahdi, E., et al., 2022. Leaf-buds of *Pistacia atlantica*: A novel source of bioactive molecules with high anti-inflammatory, antioxidant, anti-tyrosinase and antimicrobial properties. *Plants*, 11 (2), 129. <https://doi.org/10.1007/s12298-023-01290-z>
89. Sanago R., 2006. Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. 10^{ème} école d'été de l'IEPF et du SIFEE du 06 AU 10 Juin 2006 Université Bamako Mali 53 p.
90. Sándor, A. D., Mihalca, A. D. & Hornok, S., 2021. Argasid ticks of Palearctic bats: Distribution, host selection, and zoonotic importance. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, Article 684737. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.684737>

91. Sessou, P., Yessinou, E., Yovo, M., Gnancadja, G., Michels, F. & , M.-L., 2024. Évaluation de l'activité acaricide de l'huile essentielle extraite de la plante entière d'*Aeollanthus pubescens* sur la tique brune du chien, *Rhipicephalus sanguineus*. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques Et Vétérinaires*, 12 (4), 227–232. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14426656>
92. Sonenshine D.E. & Roe R.M., 2013. *Biology of Ticks. European Journal of Entomology*, 112 (3): 564. <https://doi.org/10.14411/eje.2015.069>
93. Sonenshine, D. E. & Roe, R. M., 2014a. *Biology of Ticks, Volume 1* (2nd ed.). Oxford University Press.
94. Sonenshine, D. E., & Roe, R. M., 2014b. *Biology of Ticks, Volume 2* (2nd ed.). Oxford University Press.
95. Tabari, M. A., Youssefi, M. R., Maggi, F. & Benelli, G., 2017. Toxic and repellent activity of selected monoterpenoids (thymol, carvacrol and linalool) against the castor bean tick, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 245, 86-91. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.08.012>
96. Walker A.R., Bouatour A., Camicas J.L., Estrada-Pena A., Horak I.G., Latif A.A., Pegram R.G., Preston P.M., 2003. *Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species*. Edinburgh, UK, University of Edinburgh, 221 p.
97. Walker, A. R., Bouattour, A., Camicas, J.-L., Estrada-Peña, A., Horak, I. G., Latif, A. A., Pegram, R. G. & Preston, P. M., 2003. *Ticks of domestic animals in Africa: A guide to identification of species*. Bioscience Reports.
98. Weckesser W., 2013. First record of *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) in Val Verde County, Texas, and subsequent eradication treatment. *Phytoneuron*, 71, pp. 1-5.
99. Yang, S., Bai, M., Yang, J., Yuan, Y., Zhang, Y., Qin, J., Kuang, Y. & Sampietro, D. A., 2020. Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from *Peganum harmala*, *Nepeta cataria* and *Phellodendron amurense* against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Saudi pharmaceutical journal : SPJ : the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, 28 (5), 560-564. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.03.007>
100. Yim, W. T., Bhandari, B., Jackson, L. & Panozzo, J., 2016. Repellent effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against cattle tick larvae (*Rhipicephalus australis*) when formulated as emulsions and in β -cyclodextrin inclusion complexes. *Veterinary Parasitology*, 225, 99-103. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.06.007>
101. Zahed, N., Hosni, K., Brahim, N. B. & Sebei, H., 2011. Essential oil composition of *Schinus molle* L. fruits: an ornamental species used as condiment. *Journal Of Food Biochemistry*, 35 (2), 400-408. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00391.x>
102. Zahid, H., Muñoz-Leal, S., Khan, M. Q., Alouffi, A. S., Labruna, M. B. & Ali, A., 2021. Life cycle and genetic identification of *Argas persicus* infesting domestic fowl in Pakistan. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 664731. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.664731>
103. Zerrouk, M., 2019. *Mise en valeur des huiles essentielles des plantes aromatiques Algériennes (Schinus molle)* (Doctoral dissertation, Univ. KASDI MERBAH Ouargla).

104. Zhu, Y., Wu, T., Xie, Y., Wu, Y., Deng, J., Cao, L., Zhang, Z. & Rao, Q., 2023. Screening of the acaricidal activity of essential oils against *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). *Agronomy*, 13 (2), 397. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020397>
105. Zhu, Z., Zhao, S. & Wang, C., 2022. Antibacterial, antifungal, antiviral, and antiparasitic activities of *Peganum harmala* and its ingredients: A review. *Molecules*, 27 (13), 4161. <https://doi.org/10.3390/molecules27134161>

Résumés

Activité acaricide des huiles essentielles et des extraits de quelques plantes contre *Argas persicus* (Oken, 1818) (Acari, Argasidae) à Djelfa

Résumé

Cette étude a été réalisée afin d'évaluer l'activité acaricide des huiles essentielles et des extraits aqueux de trois plantes aromatiques : *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* et *Schinus molle*, sur l'acarien *Argas persicus* appartenant à la famille des Argasidae, prélevé sur des volailles dans la wilaya de Djelfa. Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation, tandis que les extraits aqueux ont été obtenus par décoction suivie de lyophilisation. Les feuilles de ces plantes ont été récoltées dans la région de Zaafrane et Djelfa. L'effet acaricide des huiles essentielles et des extraits aqueux a été testé par la méthode de contact direct.

Les résultats obtenus montrent que l'HE de *Pistacia atlantica* possède un pouvoir acaricide appréciable avec un taux de mortalité de 86,66 % en 24 h ; l'HE de *Peganum harmala* induit une mortalité de 66,66 % en 24 h, tandis que l'HE de *Schinus molle* atteint 73,33 % en 24 h. Pour les EA, celui de *Pistacia atlantica* présente une mortalité maximale de 30 %, celui de *Peganum harmala* atteint 30 % en 24 h, et l'EA de *Schinus molle* provoque une mortalité de 53,33 % en 24 h.

Les DL₅₀ et DL₉₀ confirment ces tendances. Pour les HE, elles sont de 212 et 1298,5 µl/ml pour *Pistacia atlantica*, 54,6 et 73,5 µl/ml pour *Peganum harmala*, et 16 et 10,9 µl/ml pour *Schinus molle*. Pour les EA, elles sont de 0,022 et 0,003 g/ml pour *Pistacia atlantica*, 0,29 et 0,99 g/ml pour *Peganum harmala*, et 5,66 et 319,3 g/ml pour *Schinus molle*.

Mots-clés : *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala*, *Schinus molle*, *Argas persicus*, huiles essentielles, extraits aqueux.

Acaricidal Activity of Essential Oils and Extracts of Some Plants Against *Argas persicus* (Oken, 1818) (Acari: Argasidae) in Djelfa

Abstract

This study was conducted to evaluate the acaricidal activity of essential oils (EOs) and aqueous extracts and aqueous extracts (AEs) of three aromatic plants, *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala* and *Schinus molle*, on the tick *Argas persicus* belonging to the family Argasidae, collected from poultry in the Djelfa region. The EOs were extracted by hydrodistillation, while the AEs were obtained by decoction followed by lyophilization. The leaves of these plants were

harvested from the Zaafrane and Djelfa regions. The acaricidal effect of both EOs and AEs was tested using the direct contact method.

The results showed that the EO of *Pistacia atlantica* exhibited appreciable acaricidal activity with a mortality rate of 86.66% after 24 h; the EO of *Peganum harmala* induced 66.66% mortality after 24 h, while the EO of *Schinus molle* reached 73.33% mortality after 24 h. Regarding the AEs, *Pistacia atlantica* recorded a maximum mortality of 30%, *Peganum harmala* reached 30% after 24 h, and *Schinus molle* induced 53.33% mortality after 24 h.

The DL₅₀ and DL₉₀ values confirmed these trends. For the EOs, they were 212 and 1298.5 µL/mL for *Pistacia atlantica*, 54.6 and 73.5 µL/mL for *Peganum harmala*, and 16 and 10.9 µL/mL for *Schinus molle*. For the AEs, they were 0.022 and 0.003 g/mL for *Pistacia atlantica*, 0.29 and 0.99 g/mL for *Peganum harmala*, and 5.66 and 319.3 g/mL for *Schinus molle*.

Keywords : *Pistacia atlantica*, *Peganum harmala*, *Schinus molle*, *Argas persicus*, essential oils, aqueous extracts.

Acari:) (Oken, 1818) *Argas persicus* والفعالية القتالة للقراد للزيوت العطرية والمستخلصات لبعض النباتات ضد (Argasidae) في الجلفة

الملخص

أجريت هذه الدراسة بهدف تقييم الفعالية القتالة للقراد للزيوت العطرية (HE) والمستخلصات المائية (EA) لثلاثة نباتات عطرية هي البطم الأطلسي (*Pistacia atlantica*) والحرمل (*Peganum harmala*) واللفل البرازيلي (*Schinus molle*) ضد القراد *Argas persicus* التابع لعائلة الـ Argasidae، والمجمع من الدواجن في ولاية الجلفة. استُخلصت الزيوت العطرية بطريقة التقطير البخار، بينما حُضرت المستخلصات المائية بواسطة الغليان متبوعًا بالتجفيف بالتجميد. جُمعت أوراق النباتات من منطقتي زعفران والجلفة، واختُبرت فعاليتها القتالة للقراد بطريقة التلامس المباشر.

أظهرت النتائج أن زيت البطم الأطلسي العطري يمتلك فعالية معتبرة حيث بلغ معدل الوفيات 86.66% بعد 24 ساعة، بينما أحدث زيت الحرمل 66.66% بعد 24 ساعة، وزيت اللفل البرازيلي بلغ 73.33% بعد 24 ساعة. أما بالنسبة للمستخلصات المائية، فقد سجل البطم الأطلسي معدل وفيات أقصى قدره 30%، والحرمل بلغ 30% بعد 24 ساعة، بينما أحدث اللفل البرازيلي معدل وفيات 53.33% بعد 24 ساعة.

أكدت قيم DL₅₀ و DL₉₀ هذه الاتجاهات. بالنسبة للزيوت العطرية كانت 212 و 1298.5 ميكرو لتر/مل للبطم الأطلسي، 54.6 و 73.5 ميكرو لتر/مل للحرمل، و 16 و 10.9 ميكرو لتر/مل لللفل البرازيلي. أما بالنسبة للمستخلصات المائية فكانت 0.022 و 0.003 غ/مل للبطم الأطلسي، و 0.29 و 0.99 غ/مل للحرمل، و 5.66 و 319.3 غ/مل لللفل البرازيلي.

الكلمات المفتاحية: البطم الأطلسي (*Pistacia atlantica*)، الحرمل (*Peganum harmala*)، اللفل البرازيلي (*Schinus molle*)، *Argas persicus*، الزيوت العطرية، المستخلصات المائية.