

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV
Filière Sciences Biologiques

Option :

Parasitologie

Thème

Essai de lutte contre les tiques dures (Acarida, Ixodidae) à base
d'extraits méthanoliques de la menthe citronnée (*Mentha citrata*)

Présenté par :

Date de soutenance : le 06 juillet 2022

***Cherrouf imene**

***Zemih nesrine**

Devant le jury :

Dr. TAIL G

Professeur /USDB1

Présidente

Dr. Abdelhussein A.S

MCA/USDB1

Examinatrice

Dr. Bendjoudi D

professeur/USDB1

Promoteur

Dr. Bentoura S.

Dr/USDB1

Co-promotrice

Promotion : 2021-2022

Remerciement

*N*ous voudrions en premier lieu, remercier le bon Dieu de nous avoir aidé à arriver là où nous sommes.

Nous tenons à adresser toute notre gratitude à notre promoteur *Monsieur Dr. Bendjoudi Djamel, Professeur* au département de Biologie de l'université de Blida 1 pour sa confiance, sa disponibilité, surtout ses judicieux conseils et la qualité de son encadrement.

*N*ous remercions également notre co-promotrice Madame *Dr. Bentoura*, Docteur en Biologie A à l'université de Blida1 pour son amabilité de nous accepter comme stagiaires et de partager ses connaissances de manières très pédagogiques, pour le temps passé ensemble et surtout sa bonne humeur.

Mes remerciements s'adressent à Madame *Pr. Tail Professeur* au département de Biologie de faire partie en qualité de président de jury et pour tout l'effort qu'elle a fourni durant notre cursus.

Nous remercions Madame *Dr Abdelhussein* Maîtres de Conférences A, à l'université de Blida1 d'avoir accepté d'examiner notre mémoire de fin d'étude.

Nous tenons à remercier tout le corps d'enseignements qui ont participé à notre formation au cours de la post graduation.

Nous adressons nos plus sincères remerciements pour toutes les personnes qui ont contribué au succès de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes parents, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai jamais vous remercier comme il se doit, que ce travail traduit ma gratitude, mon affection mon respect, et mon amour, à toi :

Ma très chère maman, qui m'a soutenu, épaulé et encouragé durant toutes mes années d'études pour que je puisse atteindre mes objectifs, ta présence à mes côtés été toujours ma source de force pour affronter les différents obstacles.

Mon cher papa, qui n'a jamais cessé de formuler des prières à mon égard, qui m'a toujours guidé, et qui été toujours présent pour moi, j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitte jamais assez.

A ma grande sœur Meriem, merci d'être là dans les bons et mauvais moments, a toi qui na jamais cessé de croire en moi, je te souhaite pleins de succès dans ta vie

A mes frères, Mes supers héros : mon grand frère Ahmed, je te remercie pour tes précieux conseils, et Sofiane le petit dernier, en témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur.

A mes neveux Wassim et Samy que dieu vous garde je vous souhaite un avenir plein de réussite.

A Ma chère binôme Zemih nessrine.

À tous ce qui m'ont enseigné tout au long de ma vie scolaire

À Mes amies, en Souvenir des plus beaux instants qu'on a passé ensemble

Et À tous ceux qui me sont chers, à tous ceux qui m'aiment.

Imene

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma famille, qui ma doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Spécialement à ma mère et mon père ma force, ils ont toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, ils sont des parents exceptionnels mais aussi de grands amis puisque je suis leur seul enfant ; puisse Allah leur donne une santé et longue vie pleine de bonheur

A mes grands-pères et mes grandes mères, mes oncles et mes tantes

A tous mes cousins et cousines spécialement Imene et Sara, les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant spécialement mes amis de ma promotion et aussi ma meilleure amie et ma sœur non biologique Nada pour son soutien moral.

Sans oublier ma binôme Imene et son travail acharné durant la réalisation de ce mémoire .

Nesrine

Résumé :

Les tiques sont des ectoparasites des animaux et de l'homme et vecteur de plusieurs maladies qui causent également des pertes considérables à l'industrie bovine dans le monde entier. Ces tiques ont développé une résistance aux acaricides chimiques.

Cette étude a été réalisée pour tester l'effet bioacaricide de l'huile essentielle de *Mentha citrata* celui-ci a eu un rendement nul. Par conséquent son effet acaricide n'a pas été étudié.

A cette fin nous avons testé l'effet acaricide de l'extrait méthanolique (E.M) de *M. citrata* in vitro par contact direct sur l'espèce de tique de la famille des Ixodidae (*Rhipicephalus sanguineus*) avec deux concentrations croissantes 2,5 et de 5 %. Les résultats ont montré que le pourcentage de mortalité était plus élevé lorsque la concentration augmentait et que l'intervalle de temps progressait la mortalité était de 40 et de 76,66% respectivement à 24h. La DL50 et la DL90 de l'extrait méthanolique de *M. citrata* ont été évalués à 20,71 (mg/ml) et 86,39 (mg/ml) respectivement, et la TL50 et TL90 ont été déterminés à 1 jour et 6h et 48min ; 23 jours et 17h et 42 min respectivement (pour la 1^{ère} concentration) et de 6h et 28min et 48seconde ; 3 jours et 39min respectivement (pour la 2^{ème} concentration).

Cette plante a montré un potentiel pour le contrôle des populations de l'espèce de tique *Rhipicephalus sanguineus*.

Mots clés : *Rhipicephalus sanguineus*, huile essentielle, extrait méthanolique, *Mentha citrata*, acaricide, bioacaricide.

ملخص :

القراد عبارة عن طفيليات خارجية للحيوانات والبشر وناقل للعديد من الأمراض التي تسبب أيضاً خسائر كبيرة لصناعة الماشية في جميع أنحاء العالم. طورت هذه القراد مقاومة لمبيدات القراد الكيميائية.

أجريت هذه الدراسة لدراسة تأثير المبيدات الحيوية للزيت الأساسي لـ *Mentha citrata* كان لهذا الزيت عائد منعدم لذلك لم يتم دراسة تأثير مبيدات الحشرات.

لهذا الغرض، قمنا باختبار تأثير مبيدات الحشرات لمستخلص الميثانوليك (EM) من *M. citrata* في المختبر عن طريق الاتصال المباشر على قراد ixodidae (*Rhipicephalus sanguineus*) بتركيزين متزايدة بنسبة 2.5% و 5%. أظهرت النتائج أن النسبة المئوية للوفيات كانت أعلى عندما زاد التركيز وتقدمت الفترة الزمنية للوفيات كانت 40% و 76.66% على التوالي في 24 ساعة. تم تقييم الجرعة DL50 و LD90 من *M. citrata* : 20,71 (ملغ مل) و 86,39 (ملغ مل) على التوالي، وتم تحديد TL50 TL90 في 1 يوم و 6 ساعة و 48 دقيقة ؛ 23 يوماً و 17 ساعة و 42 دقيقة على التوالي (للتكرز الأول) و 6 ساعات و 28 دقيقة و 48 ثانية ؛ 3 أيام و 39 دقيقة على التوالي (للتكرز الثاني).

أظهرت هذه النتيجة إمكانية التحكم في *Rhipicephalus sanguineus*

الكلمات المفتاحية : القراد، *Rhipicephalus sanguineus*، الزيت العطري، مستخلص الميثانول، *Mentha citrata*، bioacaricilide، acaricide.

Abstract :

Ticks are ectoparasites of animals and humans and vector of several diseases that also cause considerable losses to the cattle industry worldwide. These ticks have evolved a resistance to chemical acaricides.

This study was carried out to study the bioacaricide effect of the essential oil of *Mentha citrata* this one had a zero yield therefore its acaricide effect was not studied.

For this purpose we tested the acaricide effect of the methanolic extract (E.M) of *M.citrata* in vitro by direct contact on ixodidae ticks (*Rhipicephalus sanguineus*) with two increasing concentrations of 2.5% and 5%. The results showed that the percentage of mortality was higher when the concentration increased and the time interval progressed mortality was 40% and 76.66% respectively at 24 hours. The LD50 and LD90 of *M.citrata* were assessed at 20.71 (mg/mL) and 86.39(mg/mL) respectively, and the TL50 and TL90 were determined at 1 day and 6 hours and 48 minutes; 23 days and 17 hours and 42 minutes respectively (for the first concentration) and 6 hours and 28 minutes and 48 seconds; 3 days and 39min respectively (for the second concentration).

This plant has shown potential to control *Rhipicephalus sanguineus*.

Keywords: ticks, *Rhipicephalus sanguineus*, essential oil, methanol extract, *Mentha citrata*, acaricide, bioacaricide.

Liste des figures

Figure	Titre	Page N
Figure 1	Principales différences morphologiques entre les trois grands groupes de tiques	5
Figure 2	Cycle de vie des Ixodidae : les cycles à trois (A), à deux (B), à un hôte (C)	7
Figure 3	Cycle de vie des tiques. Les flèches rouges correspondent aux étapes de métamorphose. La flèche en pointillée noire fait référence aux Argasidae, et à la présence de plusieurs stades de développement au cours du stade nymphale.	9
Figure 4	<i>Mentha citrata</i>	17
Figure 5	Séchage du matériel végétal (originale)	20
Figure 6	Matériel végétale de la deuxième récolte (originale)	21
Figure 7	Hydrodistillation à vapeur dans l'alambic (originale)	22
Figure 8	Extraction des feuilles sèches de la menthe citronnée (originale)	22
Figure 9	Extraction du matériel végétal (partie aériennes fraîche de la plante) (original)	23
Figure 10	Les différentes étapes de préparation de l'extrait méthanolique (original)	24
Figure 11	Collecte des tiques sur les bovins et les boîtes qui conservent les tiques vivantes (original)	25
Figure 12	Conservation des tiques dans du formol et leurs identifications (original)	25
Figure 13	Test de l'activité acaricide de l'extrait méthanoliques de <i>Mentha citrata</i> (original)	26
Figure 14	Les différentes étapes du bioessaie (original)	27
Figure 15	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> mâle face dorsale	30
Figure 16	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> mâle face ventrale	31
Figure 17	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> femelle face dorsale	32
Figure 18	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> femelle face ventrale	32
Figure 19	La population de tiques " <i>Rhipicephalus sanguineus</i> " utilisée pour l'évaluation de l'activité acaricide de l'extrait méthanolique de <i>M. citrata</i>	33
Figure 20	Taux de mortalité observée chez les tiques <i>Rhipicephalus sanguineus</i>	34
Figure 21	Droite de régression exprimant les probits des pourcentages de mortalité des tiques <i>R. sanguineus</i> en fonction des doses de l'extrait méthanolique de <i>Mentha citrata</i>	36
Figure 22	Droite de régression exprimant les probits des taux de mortalités en fonction des logarithmes des temps des tiques a l'extrait méthanolique de <i>M. citrata</i>	37

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page N
Tableau 1	Position systématique des Ixodidae	5
Tableau 2	Infection a protozoaire transmise par les tiques d'importance médicale	10
Tableau 3	Infection a protozoaire d'importance vétérinaire	10
Tableau 4	Bactérioses transmises par les tiques d'importance médicale	10
Tableau 5	Bactérioses transmises par les tiques d'importances vétérinaires	11
Tableau 6	Viroses transmises par les tiques d'importances médicale	11
Tableau 7	Viroses transmises par les tiques d'importances vétérinaires	12
Tableau 8	Valeurs du nombre de mortalités des tiques traitées par deux doses plus témoins à trois répétitions	33
Tableau 9	Efficacité de l'extrait méthanolique de <i>Mentha citrata</i> contre les tiques adultes	35
Tableau 10	Logarithme décimal des doses de l'extrait méthanolique de M.o et les probits des pourcentages de mortalité d'Ixodidae	35
Tableau 11	Doses létales 50 et 90 de l'extrait méthanolique de M. citrata	36
Tableau 12	Les logarithmes des temps et les probits des taux de mortalités	37
Tableau 13	Temps létaux 50 et 90 des extraits méthanolique de <i>Mentha citrata</i>	38

TABLE DES MATIERES

Remerciements		
Dédicaces		
Résumé		
Abstract		
Listes des figures		
Liste des tableaux		
Introduction		1
Chapitre I : Données bibliographiques		
I.1.	Les tiques.....	4
I.1.1.	Généralités sur les tiques.....	4
I.1.2.	Les tiques dures (Ixodidae).....	4
I.2.	Position systématique des Ixodidae.....	5
I.3.	Cycle évolutif des tiques dure.....	6
I.4.	Rôle pathogène des tiques.....	9
I.4.1.	Rôle pathogène indirecte.....	9
I.4.2.	Rôles pathogènes direct.....	12
a.	Le rôle anémiant.....	12
b.	Paralysie par les tiques.....	13
c.	Allergies aux piqûres de tiques.....	13
I.5.	Méthodes de lutte contre les tiques.....	13
I.5.1.	Méthodes de lutte chimique.....	14
I.5.2.	Méthodes biologiques de lutte contre les tiques.....	14
I.5.3.	Vaccins contre les tiques.....	14
I.5.4.	Activité acaricide des huiles essentielles contre les tiques.....	15
I.6.	La menthe citronnée.....	16
I.6.1	Généralités sur le genre <i>Mentha</i>	16
I.6.2.	Classification et position systématique de la Menthe citronnée.....	16
I.6.3.	L'espèce <i>Mentha citrata</i>	16
I.6.4.	Repartions dans le monde de <i>Mentha citrata</i>	17
I.6.5.	Utilisation et intérêt de la <i>Mentha citrata</i>	17
I.6.6.	Définition de l'huile essentielle.....	18

I.6.7.	Chémotype de l'huile essentiel de <i>Mentha citrata</i>	18
Chapitre II : Matériel et méthodes		
II.1.	Objectifs.....	20
II.2.	Le matériel non biologique et biologique.....	20
II.3	Méthodes.....	21
II.3.1.	La menthe <i>Mentha citrata</i>	21
II.3.1.1.	Récolte et séchage de la plante.....	21
II.3.1.2.	II.3.1.2. Extraction et conservation de l'huile essentielle.....	21
II.3.1.3.	Préparations de l'extrait méthanolique de <i>Mentha citrata</i>	23
II.3.1.4.	Calcul du taux d'extraction.....	24
II.3.2.	Les tiques.....	25
II.3.2.1	Récolte des tiques.....	25
II.3.2.2.	Conservation et identifications des tiques.....	25
II.3.2.3.	Application des traitements.....	26
II.3.2.4.	Calcul du pourcentage de mortalité.....	27
II.3.2.5.	Calcul des doses létales DL50 et DL90 et des temps TL50 et TL 90.....	28
a.	Calcul des doses létales DL50 et DL90.....	28
b.	Calcul des temps létaux TL50 et TL 90.....	28
Chapitre III : Résultats et discussion		
III.1.	Résultats.....	30
III.1.1.	Le rendement de l'extraction de la menthe citronnée.....	30
III.1.2.	Identification de l'espèce de Tique.....	30
a.	Caractéristiques de l'adulte mâle.....	30
a.1	Caractéristiques dorsales de l'adulte mâle.....	30
a.2	Caractéristiques ventrales du mâle adulte.....	31
b.	Caractéristique de l'adulte femelle.....	31
b.1	Caractéristiques dorsales de l'adulte femelle.....	31
b.2	Caractéristiques ventrales de la femelle adulte.....	32
III.1.3	Évaluation de l'activité acaricide de l'extrait méthanolique testé.....	32
III.1.3.1.	Estimation des taux de mortalités des tiques adultes " <i>Rhipicephalus sanguineus</i> " traitées avec l'extrait méthanoliques de <i>M. citrata</i>	34
III.1.3.2.	Déterminations des doses létales DL50 et DL90.....	35
III.3.1.3.	Déterminations des temps létaux TL50 et TL90.....	36

III.2.	Discussion.....	39
	Conclusion	41
	Références bibliographiques	
	Les annexes	

Introduction

Les tiques sont des arthropodes hématophages obligatoires connus pour être des ectoparasites (Taniguchi *et al.*, 2022) vecteurs d'une grande diversité d'agents pathogènes (virus, bactéries, rickettsies, protozoaires) humains et animaux. Cependant, ils sont considérés, après les moustiques, comme les plus importants vecteurs des deux importance médicale et vétérinaire qui transmettent une grande variété de maladies parasitaires (Rahal *et al.*, 2020). Outre leur rôle vecteur, les tiques peuvent provoquer des états toxiques graves comme la paralysie et la toxicose, l'irritation et l'allergie (Jongejan et Uilenberg, 2004).

Les animaux d'élevage tel que les bovins, les moutons et les chèvres sont des hôtes et des réservoirs potentiels pour une variété d'agents pathogènes vectoriser par les tiques (Wardeh *et coll.*, 2015). Les tiques affectent 80 % du cheptel bovin mondial et sont associées à de nombreux effets sanitaires et économiques et cause des pertes financières brutes d'environ 13,9 à 18,7 milliards de dollars par an dans le monde (Hurtado et Giraldo-Ríos, 2019). En Afrique, les maladies transmises par les tiques (MTT) sont considérées comme le défi le plus important en matière de maladies animales (Young *et al.*, 2006). En Algérie plusieurs maladies a tique touche le cheptel bovin tel que les babésioses et la theileriose et l'anaplasmoses (Abdelkadir *et al.*, 2019 ; Kaaboub *et al.*, 2021).

Depuis longtemps, la lutte contre ces ectoparasites s'est basée sur l'utilisation des pesticides de synthèse. Malheureusement, la mauvaise utilisation, la surutilisation et l'application inappropriée d'acaricides chimiques ont conduit au développement et à la sélection d'une résistance dans la population de tiques. Cependant, outre leurs coûts élevés, ces acaricides pourraient être toxique pour la santé humaine et animale. En plus de leur toxicité ces acaricides et insecticides sont souvent non biodégradables, et ils s'accumulent dans l'environnement et chez l'homme à travers la chaîne alimentaire, provoquant des pathologies souvent très sévères.

En raison de cela, le développement de nouvelles stratégies alternatives efficaces pour leur contrôle est nécessaire. Par conséquent, de nombreuses autres stratégies actuelles sont utilisées pour contrôler les populations de tiques résistantes.

Parmi ces stratégies alternatives, les produits d'origine végétale peuvent être des sources prometteuses de produits acaricides, de nombreux travaux à travers le monde ont montré que les extraits de plantes avaient une activité acaricide prometteuse.(Selles *et al.*, 2021)

Dans ce contexte, nous voulons à travers cette étude tester l'activité acaricide de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique de *Mentha citrata* sur les tiques Ixodidae parasites des

mammifères domestiques par l'évaluation de la mortalité et le calcul des DL50 et DL90, TL50 et TL90. Ce manuscrit est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre consiste à la partie bibliographique dans lequel nous avons abordées quelques généralités sur les tiques parasites, ainsi sur la Menthe citronnée. Le deuxième chapitre comporte la présentation de matériel utilisé dans les différentes étapes de notre travail expérimental. Quant au troisième chapitre est consacré aux résultats et discussion. Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion assortie des perspectives.

Chapitre I : Données bibliographiques

I.1.- Les Tiques

I.1.1.- Généralités sur les tiques

Les tiques sont des arthropodes hématophages ectoparasites (Taniguchi et *al.*, 2022), membres de la famille des arachnides (Haddad et *al.*, 2018 ; Taylor et *al.*, 2019) appartenant aux sous ordres des Ixodida qui comprend trois familles : les Ixodidae (tiques dures), les Argasidae (tiques molles) et les Nutalliellidae (1 espèce) (Selles et *al.*, 2021). Ils sont omniprésents des vertébrés terrestres, y compris les amphibiens, les oiseaux, les mammifères et les reptiles (Jongejan et Uilenberg, 2004 ; Shwabede et *al.*, 2022). Les tiques sont également des vecteurs d'une diversité d'agents pathogènes de (protozoaires, bactérie et virus) chez les humains et les animaux (Sirigireddy, 2008 ; Chitimia et *al.*, 2010 Papa et *al.*, 2017), ce qui les place au deuxième rang des moustiques comme vecteurs sanguins des deux importance médicale et vétérinaire qui transmettent une grande variété de maladies parasitaires (Nyangiwe et *al.*, 2013 ; Mahlobo-Shwabede et *al.*, 2022). Les tiques peuvent également provoquer des états toxiques graves comme la paralysie et la toxicose, l'irritation et l'allergie. (Jongejan & Uilenberg, 2004).

I.1.2.- Les tiques dures (Ixodidae)

Les tiques dures sont cosmopolites, mais ils sont plus communs dans les régions tempérées que les tiques molles (Argasidae). Il existe environ 700 espèces de tiques dures appartenant à 14 genres. Généralement ils sont divisés en deux groupes selon les critères biologiques et morphologiques : Prostriata contenant toutes les espèces d'*Ixodes* et Metastriata formé par les autres genres (fig.1). Sur le plan médical, les genres les plus importants sont *Ixodes*, *Dermacentor*, *Amblyomma*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus* et *Hyalomma*. (Service, 2012 ; Nava et *al.*, 2017).

Les tiques dures ressemblent à d'énormes acariens. Ils ont un tégument dur et une structure chitineuse appelée scutum ou bouclier. Les mâles ont un scutum qui s'étend sur toute la surface dorsale ; les femelles n'ont qu'une petite partie derrière la tête. Les pièces buccales sont fixées antérieurement et bien visible sur le dos (Basu & Charles, 2017). Elles présentent souvent des marques blanches ou brillantes (Goddard, 2011).

Les tiques dures prennent un repas sanguin de plusieurs jours et sont plutôt diurnes et exophiles (Boulanger & Lipsker, 2015).

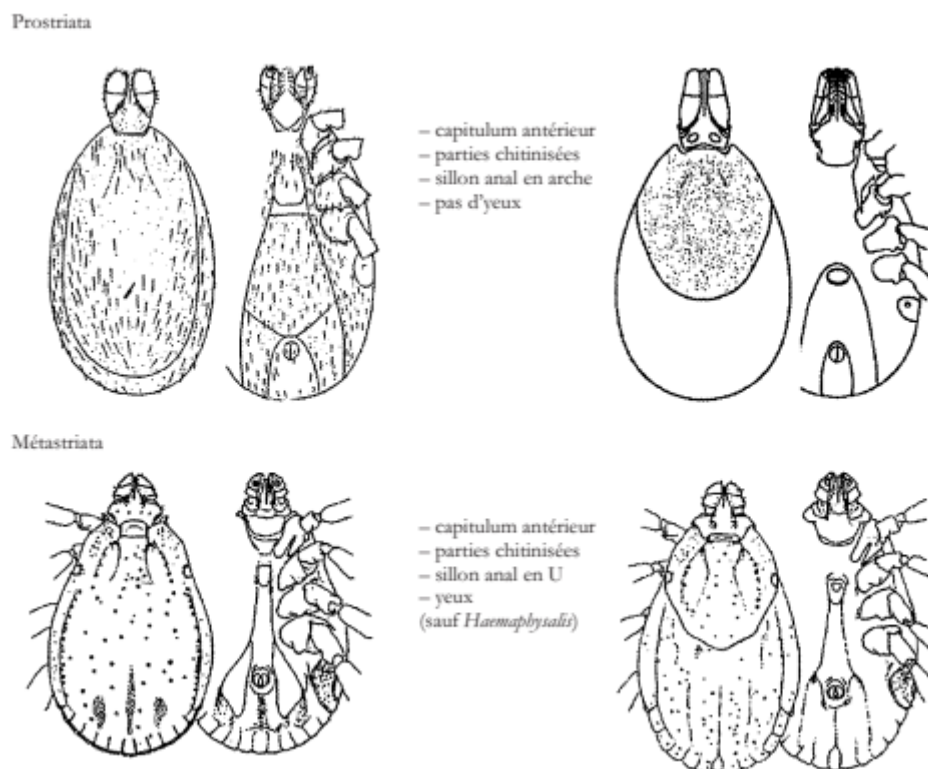


Figure 1 - Principales différences morphologiques entre les deux grands groupes de tiques dures D’après Pérez-Eid, (2007) et McCoy et Boulanger (2015).

I.2.- Position systématique des Ixodidae

Les tiques dure sont des arthropodes appartenant au sous-embranchement des Chélicérates à la classe des Arachnides, sous classes des Acariens, ordres des Parasitiformes et au sous ordre des Ixodida, appartenant a la famille des Ixodidae.

La systématique des tiques selon McCoy et Boulanger (2015) et Guiguen *et al.* (2019) est donnée comme suit (Tab. 1) :

Tableau 1 : position systématique des Ixodidae

Embranchement	Arthropodes
Sous embranchement	Chélicérates
Classe	Arachnides
Sous-classe	Acariens
Ordre	Parasitiformes
Sous-ordre	Ixodida
Familles	Ixodidae

	Prostriata	Metastriata
Genre	<i>Ixodes</i> (243)	<i>Amblyomma</i> (130), <i>Haemaphysalis</i> (166), <i>Botriocroton</i> (7) <i>Rhipicephalus</i> (82) <i>Dermacentor</i> (34) <i>Hyalomma</i> (27) <i>Margaropus</i> (3) <i>Anomalohimalava</i> (3) <i>Rhipicentor</i> (2) <i>Nosomma</i> (2) <i>Cosmmioma</i> (1)

I.3.- Cycle évolutif des tiques dure

Au cours de leur vie, les tiques alternent entre deux phases, la phase parasitaire et la phase libre (McMoy et Boulanger, 2015). On distingue trois types de cycles parasitaires chez les tiques dure selon le nombre d'hôtes qu'elles vont parasiter durant leur vie (McMoy et Boulanger, 2015).

-. Cycle de vie des tiques à un hôte, monophasique : La larve, la nymphe et l'adulte se nourrissent d'un seul hôte. La larve reste attachée, se nourrit sur le même animal, mue en nymphe puis en adulte. L'adulte continue à se nourrir et tombe lorsqu'il est complètement engorgé (Fig. 3) (Service, 2012 ; Sonenshine & Roe, 2014 ; Basu & Charles, 2017).

-. Cycle de vie des tiques à deux hôtes, diphasique : La larve devient une nymphe et les deux stades se nourrissent du même hôte. Après s'être nourrie, la nymphe se détache de l'hôte et mue en adulte sur le sol. L'adulte qui vient d'émerger trouve un deuxième hôte sur lequel se nourrir (Fig. 3), par exemple, un petit groupe de tiques telles que *Hyalomma* (Service, 2012 ; Sonenshine & Roe, 2014 ; Basu & Charles, 2017).

-. Cycle de vie des tiques à trois hôtes, triphasique : Ces tiques ont besoin de trois animaux pour compléter leur cycle de vie (Fig. 3). Pour chaque stade, la larve, la nymphe et l'adulte se détachent de l'hôte après s'être nourris pour muer ou pondre sur le sol (Service, 2012 ; Sonenshine & Roe, 2014 ; Basu & Charles, 2017)

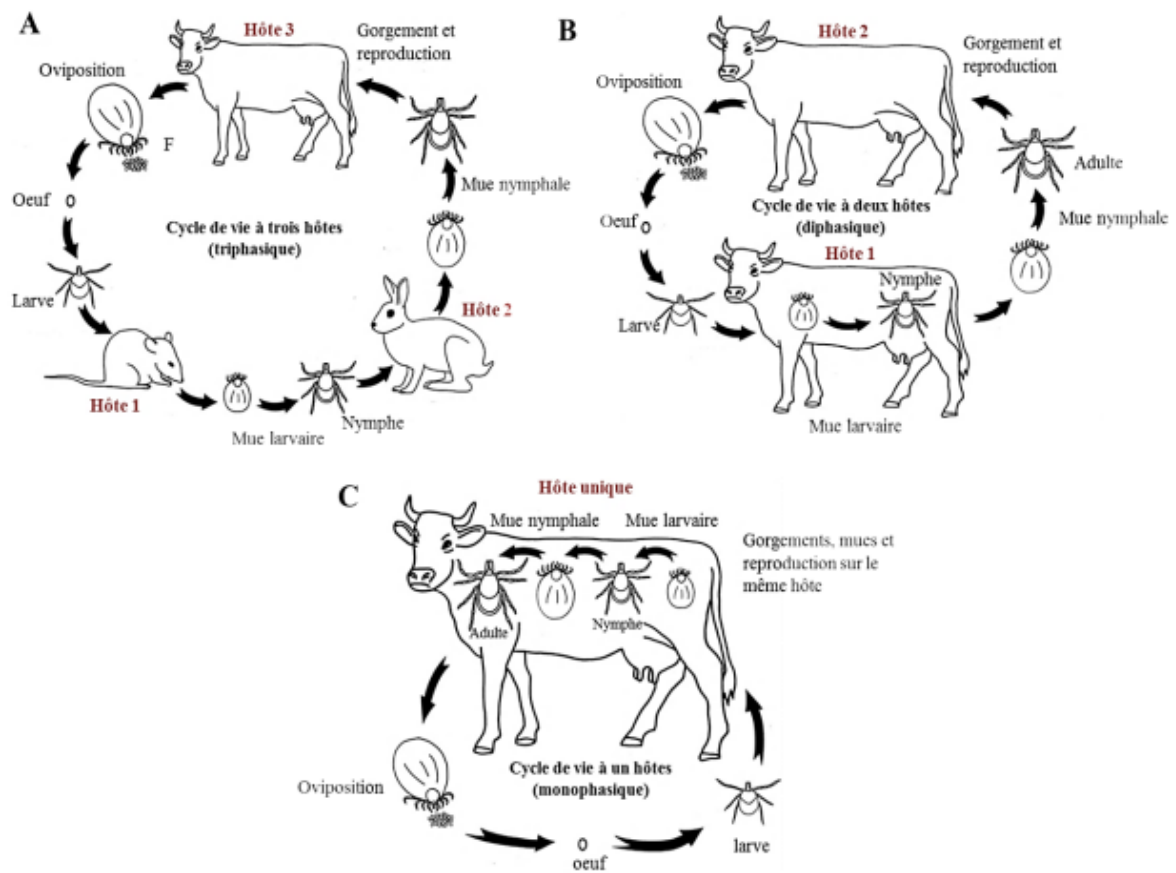


Figure 2 - Cycle de vie des Ixodidae : les cycles à trois (A), à deux (B), à un hôte (C) (Sonenshine et Roe, 2014).

Le cycle de vie des tiques dures se compose de quatre stades (œuf, larve, nymphe, et adulte), alors qu'il y a plus de stades chez les tiques molles (Fig. 4).

Les œufs des tiques dures sont pondus en grand nombre, Le nombre d'œufs varie en fonction de l'espèce de tique et du degré d'engorgement (Sonenshine & Roe, 2014), une seule tique ixodide femelle peut pondre jusqu'à 15 000 œufs en un seul acte de ponte sur plusieurs jours ou semaines, dans micro-environnements (les fissures, les crevasses ou dans les tapis de feuilles sous les buissons ou l'herbe, à proximité de l'endroit où la femelle dépose son hôte). Les œufs sont proportionnellement grands, ronds et bruns à maturité. (Basu & Charles, 2017)

Larve

Les larves hexapodes émergent des œufs. Après l'éclosion elle est molle et reste immobile. En quelques jours, ses téguments se chitinisent et commencent à rechercher des hôtes. Les larves

peuvent se transférer sur n'importe quel animal/homme de passage mais ne se fixent que pour se nourrir sur l'hôte préféré.

Sur l'hôte approprié, la larve se fixe immédiatement et prend un repas de sang pendant plusieurs jours (généralement 2 à 4 jours). Pendant cette période, la digestion du sang engorgé se produit et la larve mue afin de devenir une nymphe. (Basu & Charles, 2017)

Nymphe

La nymphe a 4 paires de patte légèrement plus grandes que la larve, elle s'attache individuellement à un nouvel hôte, se nourrit et tombe sur le sol où elle se transforme en adulte. (Basu & Charles, 2017)

Adulte

Après la mue ces tiques enfoncent leurs pièces buccales dans la peau de l'hôte et sécrètent du ciment à partir de leurs glandes salivaires dans et autour du site de la plaie pour s'y ancrer. Le ciment fixe les tiques en place et les rend très difficiles à enlever. Pendant la prise du repas sanguin les tiques sécrètent de puissants agents anticoagulants et anti-inflammatoires, qui suppriment la cicatrisation des plaies de l'hôte et facilitent l'écoulement du sang. Au fur et à mesure que les tiques se nourrissent, une nouvelle cuticule est synthétisée pour s'adapter aux énormes repas de sang que les animaux consomment, souvent 10 à 100 fois leur poids initial (Sonenshine,2009). Les femelles ne se nourrissent qu'une seule fois. L'accouplement a lieu pendant l'alimentation, généralement sur l'hôte

Après avoir atteint l'engorgement complet, les femelles se détachent de leur hôte et pondent leurs œufs dans des micro-environnements appropriés La femelle meurt à la fin de la ponte et les mâles ne gonflent que légèrement pendant l'alimentation, ils restent généralement sur leurs hôtes, se nourrissent à plusieurs reprises et inséminent plusieurs femelles. (Sonenshine,2002).

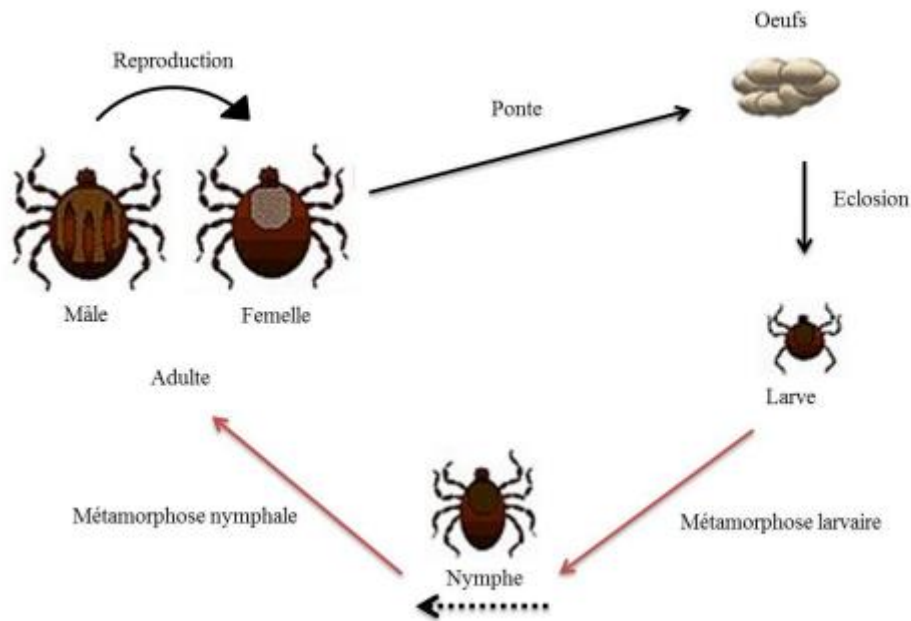


Figure 3 - Cycle de vie des tiques. Les flèches rouges correspondent aux étapes de métamorphose. La flèche en pointillée noire fait référence aux Argasidae, et à la présence de plusieurs stades de développement au cours du stade nymphale (GONDARD, 2017).

I.4.- Rôle pathogène des tiques

Les tiques sont des parasites qui vont possiblement impacter la santé de leur hôte à la fois de façon directe par leur piqûre ou indirecte par le fait de transmettre des agents pathogènes.

I.4.1.- Rôle pathogène indirecte

C'est la transmission d'agents pathogènes (virus, bactérie, protozoaire) par les tiques. Du fait de leur mode de vie sanguinaire, les tiques vont pouvoir ingérer des agents pathogènes circulant chez l'hôte ou directement transmis par les tiques partageant la même poche de sang lors du repas sanguin (Randolph, 2011 ; States et *al.*, 2017). Certains agents pathogènes peuvent également être transmis verticalement, des femelles infectées aux larves. Lors de leur repas de sang, les tiques infectées peuvent transmettre ces agents pathogènes à leurs nouveaux hôtes. L'injection simultanée d'agents pathogènes et de substances immunosuppressives contenues dans la salive facilitera leur transmission de la tique à l'hôte et leur transmission chez les hôtes vertébrés. C'est ainsi que les tiques agissent comme des vecteurs actifs, permettant la circulation et la retransmission de nombreux pathogènes (Randolph, 2009).

- Infection a protozoaire (Tab. 2, et 3) :

Tableau 2 - Infection a protozoaire transmise par les tiques d'importance médicale

Maladie	Agent causale	Espèces de tiques vectrices	Réservoir
Babésiose humaine	<i>Babesia microti</i>	<i>Ixodes scapularis</i>	Bétail, rongeur
	<i>B. divergens</i>	<i>Ixodes ricinus</i>	
	<i>B. ventorum</i>		

(McCoy et Boulanger, 2015 ; Nicholson et *al.*, 2019)

Tableau 3 - Infection a protozoaire d'importance vétérinaire

Maladie	Agent causale	Espèces de tiques vectrices	Hôte atteint
Babésiose bovine	<i>Babesia bigemina</i>	<i>R. (Boophilus) annulatus</i>	Bovins
	<i>B. bovis</i>	<i>R. (B.) microplus, other</i>	
Babésiose canine	<i>B. canis, B. rossi, B. vogeli, B. gibsoni</i>	<i>R. sanguineus</i>	Chiens domestiques
Theilériose	<i>Theileria annulata</i>	<i>Hyalomma ssp</i>	Bovins
Cytauxzoonose feline	<i>Cytauxzoon felis</i>	<i>Amblyomma americanum, Dermacentor variabilis</i>	Chats domestiques et sauvages

(McCoy et Boulanger, 2015 ; Nicholson et *al.*, 2019)

- Bactérioses vectorisées par les tiques (Tab. 4 et 5) :

Tableau 4 - Bactérioses transmises par les tiques d'importance médicale

Maladie	Agent causale	Espèces de tiques vectrices	Réservoir
Fièvre pourprée des montagnes Rocheuses	<i>Rickettsia rickettsii</i>	<i>Dermacentor variabilis, Rhipicephalus sanguineus D. andersoni, et autres</i>	Petits mammifères, carnivores, chiens, lapins, autres.
Fièvre Boutonneuse.	<i>Rickettsia conorii</i>	<i>R. sanguineus, D. marginatus, D. reticulatu</i>	Petits mammifères, hérissons, chiens

La fièvre a tique africaine	<i>Rickettsia africae</i>	<i>Amblyomma spp.</i>	Mammifères (y compris l'homme)
Anaplasmose humaine	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	<i>Ixodes scapularis, I. pacificus</i> <i>I. ricinus, I. persulcatus</i>	Rongeurs, cerfs, chiens
	<i>Anaplasma platys</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Chiens
	<i>Anaplasma ovis</i>	<i>Rhipicephalus spp.</i> , <i>Dermacentor spp.</i>	Moutons
Fièvre Q	<i>Coxiella burnetii</i>	La plus part des espèces de tiques	Bétail
Maladie de Lyme	<i>Borrelia burgdorferi</i> <i>B. afzelii, B. garinii</i> <i>B. bissettii</i>	<i>Ixodes scapularis,</i> <i>I. ricinus,</i> <i>I. pacificus I. persulcatus</i>	Mammifères, oiseaux

(McCoy et Boulanger, 2015 ; Nicholson et *al.*, 2019)**Tableau 5** - Bactérioses transmises par les tiques d'importances vétérinaires

Maladie	Agent causale	Espèces de tiques vectrices	Hôtes atteint
Ehrlichiose canine	<i>Ehrlichia canis E.</i> <i>ewingii E. chaffeensis</i>	<i>R. sanguineus, I. ricinus A.</i> <i>americanum, others</i>	Chien
Fièvre Q	<i>Coxiella burnetii</i>	Plusieurs espèces de tiques	La plupart des animaux
Anaplasmose	<i>Anaplasma marginale,</i> <i>A. centrale, A. ovis</i>	<i>Dermacentor spp.</i> , <i>R. (Boophilus) spp.</i> , <i>Hyalomma spp.</i> , <i>Rhipicephalus spp</i>	Bovins moutons et autres ruminants
Borréliose	<i>Borrelia burgdorferi</i>	<i>Ixodes scapularis,</i> <i>I. ricinus</i> <i>I. pacificus,</i> <i>I. persulcatus</i>	Chats, chiens, bovins et autres

(McCoy et Boulanger, 2015 ; Nicholson et *al.*, 2019)

- Viroses vectorisées par les tiques (Tab. 6 et 7) :

Tableau 6 - Viroses transmises par les tiques d'importances médicale

Maladie	Agent causal	Espèces de tiques vectrices	Réservoirs
Encéphalite a tique	<i>Flavivirus</i>	<i>I. ricinus, I. persulcatus</i>	Rongeurs, carnivores
Fièvre hémorragique de Crimée-Congo	<i>Nairovirus</i>	<i>Hyalomma marginatum</i> <i>Dermacentor</i> <i>Rhiphicephalus</i>	Lièvres, hérissons, petits mammifères.

(McCoy et Boulanger, 2015 ; Nicholson et *al.*, 2019)

Tableau 7 - Viroses transmises par les tiques d'importances vétérinaires

Maladie	Agent causal	Principales espèces de tiques vectrices	Hôtes atteint
Le louping ill	<i>Flavivirus</i>	<i>Ixodes ricinus</i>	Moutons et autres

(McCoy et Boulanger, 2015 ; Nicholson et *al.*, 2019)

I.4.2.- Rôles pathogènes direct

a.- Le rôle anémiant

Elle n'affecte que les animaux si une ou plusieurs tiques infestent massivement un animal, la première conséquence sera une anémie sévère. Lorsque les tiques prélèvent du sang, elles concentrent leur sang, ce qui augmente la quantité de protéines qu'elles absorbent. On considère que la quantité de sang prélevée peut être trois fois plus importante que celle reflétée par le volume de tiques à la fin du repas. Les grandes espèces, en particulier les espèces tropicales équatoriales, peuvent absorber jusqu'à 2 ou 3 millilitres de sang ce qui provoque l'anémie (Perez-Eid & Gilot, 1998), qui affectera le rendement économique de l'animal, surtout chez les bovins, la production de lait diminue, une perte de poids et diminution de la fertilité. Cet affaiblissement rendra l'animal plus sensible aux infections. (Peter & Brossard, 1998 ; Sonenshine & Roe, 2014).

b.- Paralysie par les tiques

En plus de la transmission d'agents pathogènes infectieux, les tiques peuvent causer des paralysies par des toxines présentes dans la salive de la tique femelle qui est continuellement pompée dans l'hôte pendant la longue période d'alimentation de la tique. Différentes espèces de tiques et également différentes populations d'une même espèce peuvent varier de façon marquée dans leur capacité à paralyser des tiques chez les humains et les animaux (Service, 2012). Chez l'homme, cette affection se manifeste par une paralysie graduellement ascendante, commençant par la perte de sensation et de coordination motrice dans les jambes, les muscles abdominaux, les muscles du dos et, finalement, le diaphragme et les muscles intercostaux. La plupart des patients se rétablissent rapidement après le retrait de la tique, mais ceux qui présentent des symptômes avancés peuvent avoir besoin de plusieurs semaines pour se rétablir complètement.

En Australie, une seule femelle *Ixodes holocyclus* peut suffire à causer la mort d'une vache ou d'un taureau adulte (Sonenshine, 2009). Dans le bassin méditerranéen *Haemaphysalis inermis*, *Haemaphysalis punctata*, *Haemaphysalis sulcata* sont responsables de cette paralysie (Perez-Eid & Gilot, 1998).

c.- Allergies aux piqûres de tiques

Chez certaines personnes, les morsures de tiques peuvent également provoquer des allergies, telles que des éruptions cutanées, des démangeaisons de la peau, des nausées et des vomissements, et rarement des conséquences plus graves y compris la mort (Service, 2012).

I.5.- Méthodes de lutte contre les tiques

Il s'agit du traitement hors hôte et du traitement sur hôte. Les méthodes de lutte hors hôte comprennent le brûlage des pâturages, la culture des terres, la famine comme répulsifs, l'utilisation d'ennemis naturels et les techniques d'hybridation stérile.

Les mesures de contrôle sur l'hôte comprennent l'utilisation d'acaricides et de produits phytochimiques ainsi que des méthodes de contrôle immunologique. Les produits chimiques sont appliqués par trempage, par pulvérisation, par écouvillonnage, par collier de cou, par collier d'oreille, par versement et par bain. La méthode de ramassage des tiques à la main convient lorsque les animaux et les tiques sont peu nombreux (Basu & Charles, 2017).

I.5.1.- Méthodes de lutte chimique

Les acaricides sont des produits chimiques utilisés pour tuer les tiques et les acariens (Le terme d'ixodocides est parfois appliqué aux acaricides utilisés contre les tiques). Les acaricides comprennent par exemples : les préparations arsenicales, les hydrocarbures chlorés (le DDT et le lindane), les composés organophosphorés, les carbamates (le carbaryl), les pyréthroïdes (perméthrine, fluméthrine), les formamidines (par exemple, amitraz), les lactones macrocycliques (par exemple, l'ivermectine), les phénylpyrazoles (par exemple, le fipronil), les régulateurs de croissance des insectes (le fluazuron), et les isoxazolines.

La lutte contre les tiques avec des acaricides chimiques était très populaire et partiellement efficace à une époque, mais les inconvénients de l'utilisation d'acaricides synthétiques, c'est les effets résiduels nocifs sur la viande et le lait destinés à la consommation humaine et animale et également le développement de souches de tiques résistantes (Basu & Charles, 2017 ; Nicholson et *al.*, 2019).

I.5.2.- Méthodes biologiques de lutte contre les tiques

Elles comprennent l'introduction de prédateurs naturels (par exemple, les fourmis, les coléoptères et les araignées), des parasitoïdes par exemple les hyménoptères du genre *Ixodiphagus* sont connus depuis très longtemps pour être des destructeurs naturels de tiques (les femelles pondent dans les tiques gorgées) et d'insectes (par exemple, des acariens, des insectes et des nématodes) et d'agents pathogènes bactériens (*Bacillus thuringiensis*) fongiques (*Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana*). Il faut rajouter les nématodes entomopathogènes de la famille des Steinernematidae et les Heterorhabditidae (ils ciblent principalement les adultes) (Basu & Charles, 2017 ; Nicholson et *al.*, 2019).

D'autres méthodes comprennent le lâcher de tiques mâles stérilisées par irradiation ou hybridation et l'immunisation des hôtes contre les tiques.

La lutte intégrée contre les parasites peut être utilisée pour contrôler les tiques. Dans ce système, différentes méthodes de lutte sont adaptées à une espèce de tique spécifique ou à un lieu ou un endroit infesté, tout en tenant compte des effets sur l'environnement (Basu & Charles, 2017).

I.5.3.- Vaccins contre les tiques

Depuis le dernier quart du 20^{ème} siècle, l'identification des antigènes protecteurs contre les tiques et la recherche sur les approches immunologiques pour le contrôle des tiques via l'utilisation de vaccins ont été employées dans le monde entier.

Les vaccins contre les tiques tels que TickGARD et Gavac, contenant la protéine recombinante BM86 de *R. (B.) microplus* liée à la membrane de l'intestin moyen ont été utilisés en Australie et dans les pays d'Amérique latine pour la lutte contre les tiques.

On a constaté que la vaccination du bétail avec la BM86 réduisait le nombre, le poids et la fécondité des tiques femelles engorgées. En conséquence, l'incidence de la babésiose et les infestations de tiques dans les troupeaux de bovins vaccinés a diminué. Malgré les résultats positifs de ce vaccin BM86, l'efficacité varie d'une souche à l'autre et les espèces de *Rhipicephalus* semblent être les plus touchées. Le mécanisme par lequel la BM86 fonctionne n'est pas complètement compris (Basu & Charles, 2017 ; Nicholson et *al.*, 2019).

Selon (McCoy et Boulanger, 2015), le vaccin n'empêche pas la fixation des tiques, mais entraîne une réduction du nombre et du poids des femelles gorgées, ainsi qu'une diminution importante du poids d'œufs viables pondus. Il ne protège donc pas les animaux vaccinés, mais diminue l'infestation des pâturages en réduisant les capacités reproductives des femelles. C'est une lutte à moyen terme, dont les effets se font sentir non pas sur la première génération de tiques infestant les animaux après la pause hivernale, mais sur les générations ultérieures, dérivant de cette première cohorte. De plus, l'action du vaccin est de courte durée et des rappels doivent être régulièrement faits. Il a été conclu que la vaccination est la meilleure méthode de lutte contre les tiques respectueuse de l'environnement et moins coûteuse que les autres méthodes de lutte (Basu & Charles, 2017).

I.5.4.- Activité acaricide des huiles essentielles contre les tiques

Les produits végétaux contenant des métabolites biologiquement actifs représentent une alternative prometteuse pour lutter contre les tiques sensibles et/ou résistantes aux acaricides conventionnels. Des études sur les huiles essentielles et les extraits de plantes de différentes espèces de tiques ont montré une efficacité allant de 5 à 100 % (Rosado-Aguilar et *al.*, 2017). Dans le cadre de la recherche d'alternatives écologiques pour lutter contre les tiques, des produits dérivés de micro-organismes ou des produits naturels ont été définis comme biopesticides. Les produits d'origine végétale sont particulièrement attractifs en raison de leur faible toxicité sur la santé humaine et animale, de leur faible persistance dans l'environnement et de leur complexité chimique qui entrave le développement de la résistance

aux tiques. Les huiles essentielles ont montré une activité contre plusieurs stades de tiques, et de nombreuses études ont rapporté des effets ovicides sur tous les stades de tiques. Deux effets des huiles essentielles contre les tiques ont été observés : des effets acaricides ou répulsifs. Ils ont de multiples effets sur les tiques : inhibition de l'alimentation, l'inhibition de la synthèse de la chitine, la diminution de la croissance, du développement ou de la reproduction et affectent le comportement des tiques (Selles et *al.*, 2021).

I.6.- La menthe citronnée

I.6.1.- Généralités sur le genre *Mentha*

Les menthes (famille : Lamiaceae) sont des plantes rhizomateuses ou stolonifères, annuelles ou vivaces, aromatiques (verma et *al.* 2016) qui sont cultivées pour leurs huiles essentielles utilisées à la fois à des fins médicinales et aromatiques (Šarić-Kundalić et *al.*, 2009). Le genre menthe comprend plus de 30 espèces, principalement distribuées dans les régions tempérées et tropicales/subtropicale (Taneja & Chandra, 2012 ; Zhao et *al.*, 2013 ; Zhang et *al.*, 2022).

I.6.2.- Classification et position systématique de la Menthe citronnée

La classification systématique de *Mentha* est particulièrement difficile en raison de l'hybridation fréquente qui se produit à la fois dans les populations sauvages et en culture (Harley & Brighton, 1977 ; Šarić-Kundalić et *al.*, 2009). Le genre *Mentha* fait partie de la famille des Lamiaceae (Labiatae), à l'ordre des Lamiales. Selon Taneja & Chandra, (2012) et Schoch et *al.* (2020), 24 espèces de Menthes sont mentionnés dont la classification de la menthe citronnée est donnée comme suite :

- . Règne : Plantae
- . Embranchement : Streptophyta
- . Classe : Magnoliopsida
- . Ordre : Lamiales
- . Famille : Lamiaceae
- . Genre : *Mentha*
- . Espèces : *Mentha citrata* (Ehrh.)

I.6.3.- L'espèce *Mentha citrata*

Mentha citrata Ehrh. Est une plante herbacée, hybride entre *M. aquatica* L. et *M. spicata* L. (Ghosh & Chatterjee, 1978), pérenne et hautement aromatique, qui est

communément appelée la Menthe Eau de Cologne (Hendawy et *al.*, 2015), la Menthe bergamote, et la Menthe citron (Verma et *al.*, 2016). C'est une plante vivace, à stolons feuillés, tiges retombantes de 30 à 60 cm, ramifiées, feuilles ovales ou elliptiques, obtuses ou aiguës lancéolées supérieures, finement dentées et teintées de pourpre sur les bords (Taneja & Chandra, 2012), atteignant 5 cm, fleurs à épis courts axillaires terminaux Inflorescence (Fig. 1); calice à dents subulées, corolle lavande, 6 mm. (Weniger et *al.*, 1999).



Figure 4 - *Mentha citrata* (Oukouak.,2019)

I.6.4.- Repartitions dans le monde de *Mentha citrata*

La Menthe citronnée est une plante cosmopolite, originaire d'Europe, mais est également cultivé aux Etats-Unis (Ghosh & Chatterjee, 1978). En Algérie, elle pousse dans le Sud dans la région d'El-Oued (Oukouak et *al.*, 2019).

I.6.5.- Utilisation et intérêt de la *Mentha citrata*

Largement utilisée dans l'alimentation, l'industrie pharmaceutique, en cosmétique et en médecine (Feng & Cai, 2020). La Menthe Eau de Cologne est souvent utilisée comme remède maison à base de plantes, appréciée surtout pour ses bienfaits antiseptiques et digestifs (Hendawy et *al.*, 2015). L'huile essentielle de *M. citrata* est utilisée pour les maux d'estomac, les nausées, les parasites et autres troubles digestifs. En plus de leurs propriétés médicinales, les huiles de *M. citrata* et ses composants sont également signalés pour leurs propriétés antibactériennes, antifongiques et insecticides (contre les moustiques, les ravageurs des entrepôts des céréales et contre la mouche domestique *Musca domestica*) (Kumar et *al.*, 2011 ; kumar et *al.*, 2012).

I.6.6.- Définition de l'huile essentielle

Les huiles essentielles (HE), aussi appelées huiles volatiles ou huiles éthérées, sont des liquides huileux aromatiques, complexes, obtenus à partir de matériel végétal (fleurs, bourgeons, graines, feuilles, brindilles, écorces, herbes, bois, fruits et racines) (Tongnuanchan & Benjakul, 2014 ; De Groot & Schmidt, 2016).

I.6.7.- Chémotype de l'huile essentiel de *Mentha citrata*

Le linalol et l'acétate de linalyle 8-Cineole sont les principaux constituants de cette huile (Verma et al., 2016 ; Ouakouak et al., 2019). Le linalol et l'acétate de linalyle sont utilisés comme sédatifs (calmants) et anti-inflammatoires et sont bénéfiques pour la santé mentale et physique. Ils sont également largement utilisés dans les industries cosmétiques et de stérilisation (Ouakouak et al., 2019).

chapitre II:
Matériel et
méthodes

II.1.- Objectifs

Dans ce chapitre seront présentés le matériel et les méthodes nécessaires pour l'extraction des huiles essentielles et de l'extrait méthanolique de *Mentha citrata*, et essai de lutte contre les tiques (Acari, Ixodida).

La première partie s'est focalisé sur la récolte de la Menthe citronner (*M. citrata*) en Avril et en Mai 2022 de la région d'Alger (36° 41' N., 3° 08' E.). Suivie d'une extraction de l'huile essentielle pour chaque récolte.

La deuxième partie est consacrée à la récolte des tiques durant le mois de juin 2022 sur des bovins. Ces Acariens provenant de Blida et de Tipaza.

La troisième partie est consacrée sur l'étude de l'effet toxique de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique de la menthe citronnée sur les tiques.

II.2.- Le matériel non biologique et biologique

Le matériel non biologique représenté par les outils, les appareillages et les réactifs sont mise en annexe n1

Pour ce qui du matériel biologique, il s'agit de la plante *Mentha citrata* (huile essentielle et l'extrait méthanolique), et les tiques (Acari, Ixodida).

II.3.- Méthodes

II.3.1.- La menthe *Mentha citrata*

II.3.1.1.- Récolte et séchage de la plante

La récolte da la plante a été réalisée durant le mois d'Avril et mai dans l'Algérois. Les feuilles de la plante récoltée ont été séchées à l'abri de la lumière et de l'humidité à température ambiante dans un endroit aéré durant 20 jours puis stockés dans des sacs en papier Craft (Fig. 6)

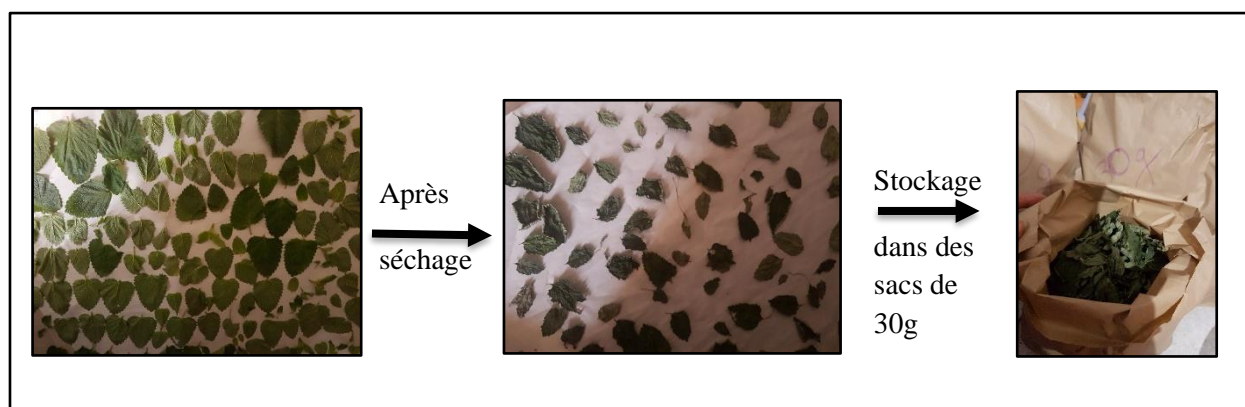


Figure 5 : Séchage du matériel végétal (originale)

Une deuxième récolte a été effectuée durant le mois de Mai, les parties aériennes de la plante on était pesse puis transmis dans du papier Craft (Fig. 7).



Figure 6 : Matériel végétale de la deuxième récolte (originale)

II.3.1.2.- Extraction et conservation de l'huile essentielle

L'hydrodistillation à la vapeur est une méthode largement utilisée pour obtenir des huiles essentielles. L'extraction se fait dans l'alambic (Fig. 8) elle consiste à récupérer l'HE contenue dans les cellules végétales au moyen de la vapeur d'eau. Une grille maintient la plante en suspension au-dessus de la base de l'alambic dans lequel est injecté de la vapeur d'eau provenant de la chaudière. La vapeur d'eau détruit la structure des cellules végétales et libérer des molécules volatiles. La vapeur contenant de l'HE est condensée par refroidissement dans un condenseur puis elle est récupérée dans un essencier. L'hydrolat et l'HE, de densités différentes, se séparent naturellement dans l'essencier.

Pour la première extraction on a utilisé une pesée de 128g des parties aériennes (feuilles) séchées de la plante qu'on a introduit dans l'alambic cette extraction a durée 1 heure (Fig.9).

Pour la deuxième extraction on a utilisé une pesée de 2k et 200g des parties aériennes (feuilles) fraîche de la plante qu'on a également mit dans l'alambic et qui a durée 1 heure (Fig.10).



Figure 7 : Hydrodistillation à vapeur dans l'alambic (originale)

- 1 : chaudière
- 2 : cuve alambic distillateur
- 3 : condenseur
- 4 : essencier



Figure 8 : Extraction des feuilles sèches de la menthe citronnée (originale)



Figure 9 : Extraction du matériel végétal (partie aériennes fraîche de la plante) (original)

II.3.1.3.- Préparations de l'extrait méthanolique de *Mentha citrata*

Les parties aériennes (les feuilles) de la plante séchée sont broyées mécaniquement et réduites en poudre à l'aide d'un broyeur électrique. L'échantillon réduit en poudre a ensuite été soumis à une extraction à l'aide de méthanol par une technique de macération à froid.

Un total de 10 g des matériaux broyés a été trempé dans 200 ml de solvant d'extraction puis agité périodiquement pendant trois jours puis filtré à travers du papier filtre stérile (Whatman n° 1).

Après filtration du mélange, l'extrait a été évaporé grâce à un évaporateur rotatif pour obtenir un extrait sec.

L'extrait méthanolique est conservé dans un flacon en verre brun fermé hermétiquement pour le préserver de l'air et de la lumière jusqu'à utilisation (Fig. 11).

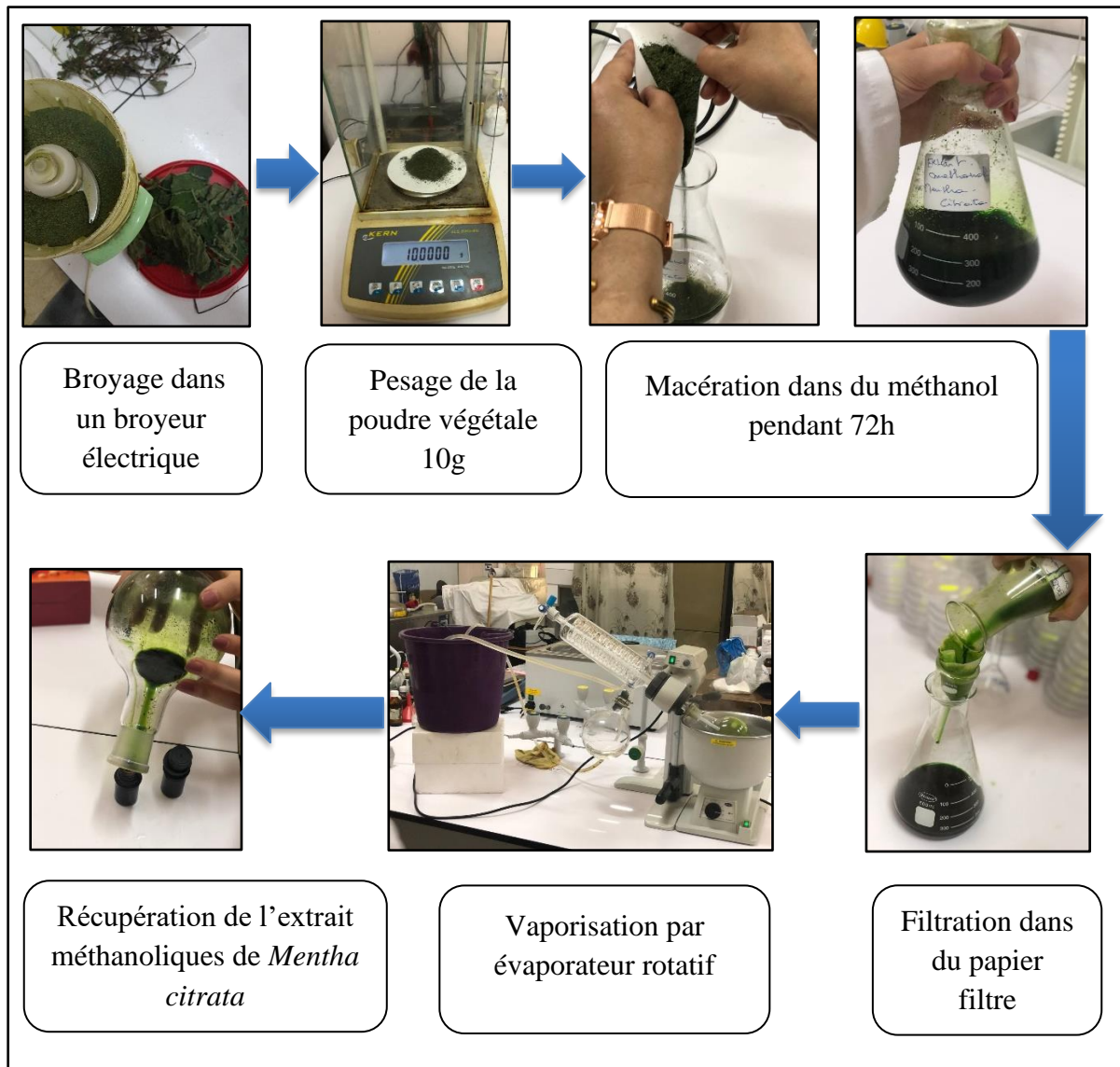


Figure 10 : Les différentes étapes de préparation de l'extrait méthanolique (original)

II.3.1.4.- Calcul du taux d'extraction

Le taux d'extraction (%) le l'extrait méthanolique a été calculé comme suite :

$$\text{Taux d'extraction \%} = \frac{\text{poids de l'extrait (g)}}{\text{poids de la matière végétale (g) avant extraction}} \times 100$$

II.3.2.- Les tiques

II.3.2.1.- Récolte des tiques

Les tiques ont été récoltées dans des fermes privées dans la wilaya de Blida commune Soumaa et Tipaza commune Merad sur les bovins durant le mois de juin 2022.

Les tiques sont stockées dans des boîtes en plastique perforées par des petits trous fermées qui contiennent du coton imbibé d'eau pour fournir de l'humidité (Fig. 12).



Figure 11 : Collecte des tiques sur les bovins et les boîtes qui conservent les tiques vivantes (original)

II.3.2.2.- Conservation et identifications des tiques

Les tiques ont été conservé dans du formol puis identifier sous loupe binoculaire selon les clés dichotomiques de walker *et al*, (2004) et Bouderdia & Meddour, (2006) (Fig.13).



Figure 12 : Conservation des tiques dans du formol et leurs identifications (original)

II.3.2.3.- Application des traitements

Le protocole utiliser est une combinaison entre celui de Rosado-Aguilar *et al.*, (2017) et Kemal *et al.*, (2020) avec apport de quelques modifications en fonction de notre travail expérimental.

Pour évaluer l'effet acaricide de l'extrait méthanoliques de *Mentha citrata*, nous avons opté pour la mise en contact direct des tiques et de l'extrait testées (Fig. 14). Ce test consiste à placer 10 tiques sélectionnées au hasard, dans des boîtes de Pétri et 2 ml de chaque concentration ont été directement ajoutés aux trois boîtes de Pétri immergées pendant 2 min d'exposition, pour chaque concentration trois répétitions ont été effectuer.

Après immersion, les tiques ont été filtrées avec du papier filtre et placées dans des boîtes de Pétri séparées trouée permettant la respiration aux tiques testées. Ces extraits ont été préparés dans une solution contenant 2% de tween 20 aux concentrations de 2,5 % (17,3mg/ml) et 5% (34,5mg/ml) (Fig. 15).

La solution de tween 20 à 2% (v/v) a été utilisée comme contrôle négatif.

L'incubation de l'ensemble des trois boites a été assurée à la température ambiante.

La mortalité des tiques dans tous les groupes a été enregistrée après 30 min, 1 h, 2 h, 3h et 5 h et puis 24h.

La viabilité des tiques a été vérifiée régulièrement par stimulation avec une aiguille, et les tiques ont été enregistrées comme mortes si aucune réaction n'a été montrée.

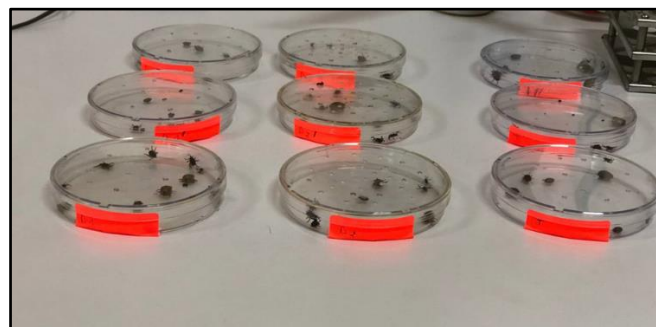


Figure 13 : Test de l'activité acaricide de l'extrait méthanoliques de *Mentha citrata* (original)

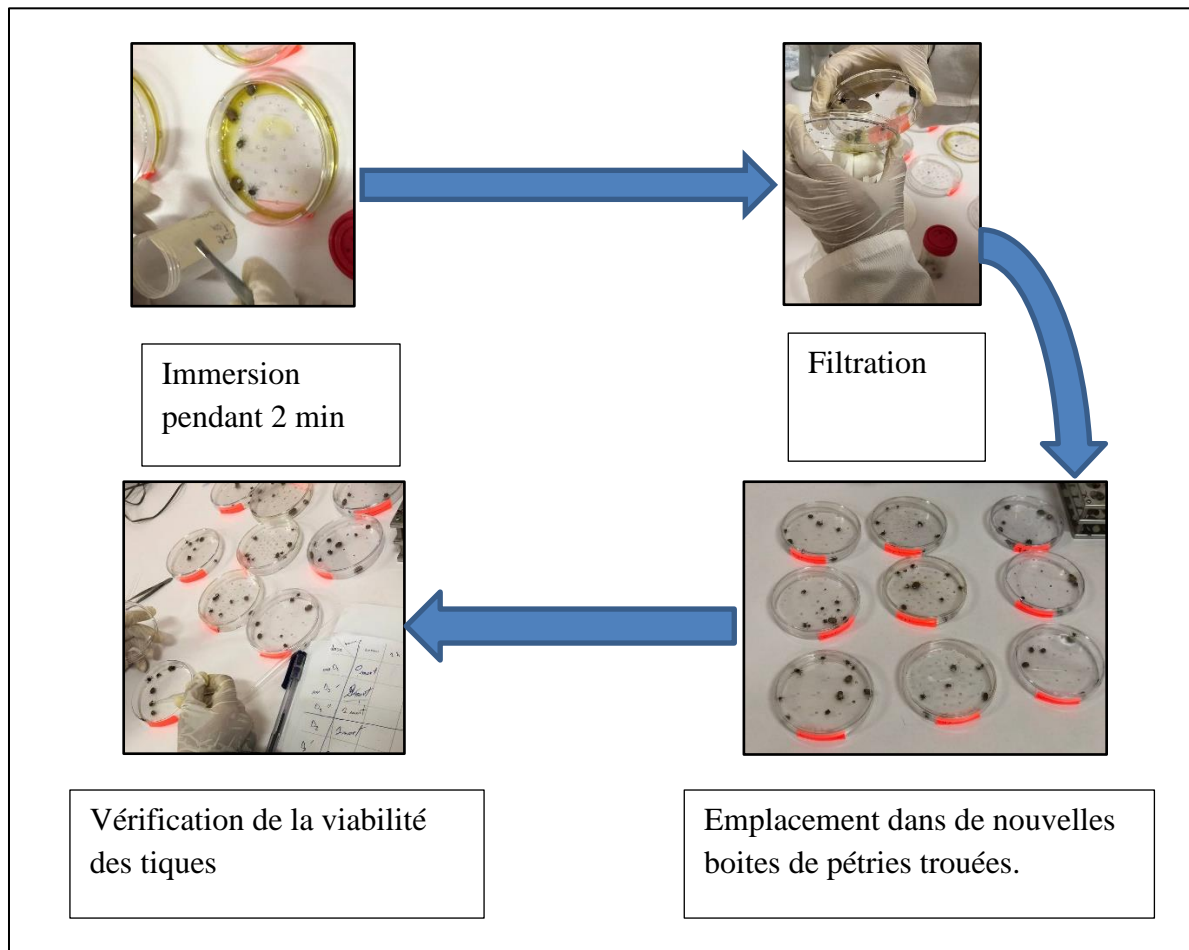


Figure 14 : Les différentes étapes du bioessaie (original)

II.3.2.4.- Calcul du pourcentage de mortalité, et la mortalité corrigée

Le pourcentage de mortalité a été calculé sur le logiciel d'Excel à l'aide de la formule donnée par Krishnaveni et Venkatalakshmi, elle est présentée comme suite :

$$\text{Mortalité}\% = \frac{\text{Nombre de tiques mortes}}{\text{Nombre total de tiques}} \times 100$$

II.3.2.5.- Calcul des doses létales DL50 et DL90 et des temps TL50 et TL 90**a.- Calcul des doses létales DL50 et DL90**

Pour estimer l'efficacité de l'extrait méthanolique obtenue, nous avons procédé au calcul des DL50 et des DL90 qui représentent les concentrations entraînant la mortalité respectivement de 50 % et 90 % d'individus de la même espèce.

Les valeurs des doses létales sont déduites à partir des tracés des droites de régression dans les courbes de l'évolution proportionnelle des probits en fonction du log des doses.

b.- Calcul des temps létaux TL50 et TL 90

Afin d'estimer le temps nécessaire pour que 50% et 90% de la population meurt, nous avons procédé au calcul des TL50 et TL90. Ces temps ont été calculés à partir de la droite de régression des probits correspondante au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes du temps de traitement.

chapitre III: Résultats et discussion

III.1.- Résultats

III.1.1.- Le rendement de l'extraction de la menthe citronnée

- Pour la première extraction de l'huile essentielle de la menthe citronnée réalisée en avril, et la deuxième (en mai), le rendement de cette huile a été nul. Dans cette situation, nous étions obligés de procéder à l'extraction de l'extrait méthanolique.
- Le rendement de notre extrait méthanolique la menthe citronnée est de 6,9 %.

III.1.2.- Identification de l'espèce de Tique

Les spécimens de Tiques récoltées en juin 2022 sur les bovins dans des fermes privées à Soumaa (Blida) et à Merad (Tipaza) ont été identifiés.

Il s'agit de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* (Fig. 16 et 17) dont les caractéristiques sont comme suite :

a.- caractéristiques de l'adulte mâle

a.1- Caractéristiques dorsales de l'adulte mâle

- Le scutum de couleur pâle
- Les ponctuations sont petites-moyennes et clairsemées
- Les rainures latérales sont distinctes
- Les sillons postérieurs sont distincts
- Les mâles mesurent entre 3,0 mm et 3,8 mm

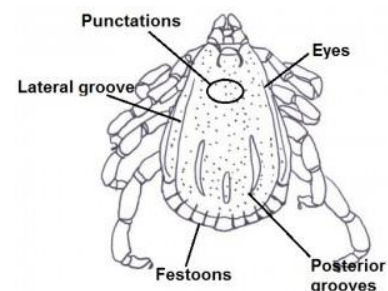


Figure 15 : *Rhipicephalus sanguineus* mâle face dorsale

a.2- Caractéristiques ventrales du mâle adulte

- Coxae I : grands éperons internes et externes distincts, également appariés
- Coxae II-IV : petits éperons externes
- Le processus caudal dépasse chez les mâles nourris (comme on le voit sur la photo ci-dessus)
- Boucliers adanaux accessoires présents et grands
- Les boucliers Adanal présentent une forme allant d'étroit/trapézoïdal à large/courbé

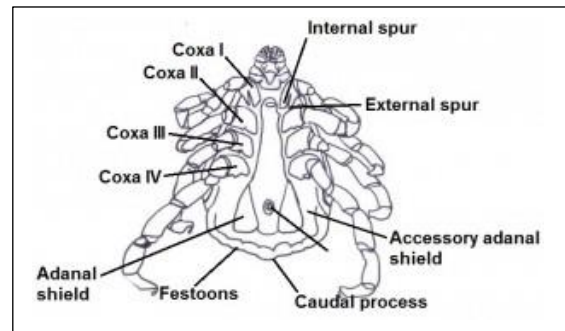


Figure 16 : *Rhipicephalus sanguineus* mâle face ventrale

b.- caractéristique de l'adulte femelle

b.1- Caractéristiques dorsales de l'adulte femelle

Les zones poreuses sont circulaires et largement séparées

- Les dépressions du champ cervical sont grandes et droites,
- Les rainures scapulaires sont raides,
- Le scutum est de couleur pâle,
- Les femelles non nourries peuvent mesurer entre 3,0 mm et 4,5 mm de longueur,
- Les femelles engorgées peuvent mesurer jusqu'à 12 mm de long.

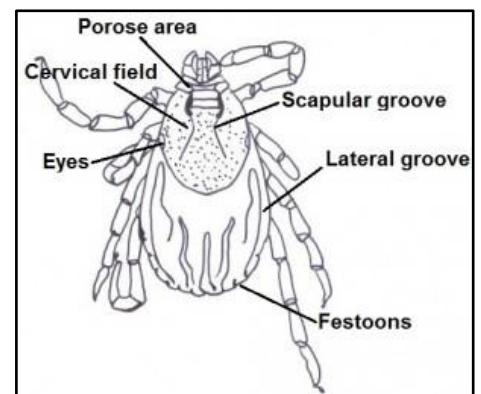




Figure 17 : *Rhipicephalus sanguineus* femelle face dorsale

b.2- Caractéristiques ventrales de la femelle adulte

- . Coxae I : grands éperons internes et externes distincts, également appariés.
- . Coxae II-IV : petits éperons externes.

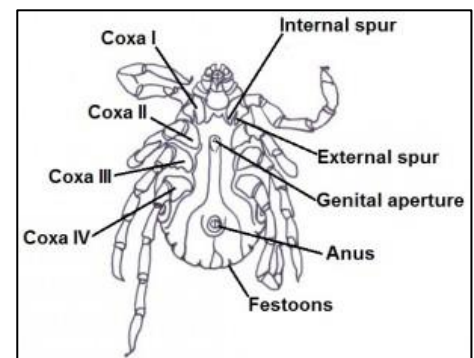


Figure 18 : *Rhipicephalus sanguineus* femelle face ventrale

III.1.3.- Évaluation de l'activité acaricide de l'extrait méthanolique testé

Le traitement à l'aide d'extrait méthanolique de *Mentha citrata* appliqué sur les tiques adultes (Fig. 18) durant les différents temps d'observation 30 min, 1h,2h,3h,5h puis 24h ont donné des mortalités qui varient selon les temps.



Figure 19 : La population de tiques “*Rhipicephalus sanguineus*” utilisée pour l’évaluation de l’activité acaricide de l’extrait méthalonique de *M. citrata*

Les différentes valeurs de mortalités obtenues à partir des différentes lectures pour chacune des concentrations préparées sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Valeurs du nombre de mortalités des tiques traitées par deux doses plus témoins à trois répétitions

Doses	Dose 1			Dose2			Témoin		
Temps	D1.a	D1.b	D1.c	D2.a	D2.b	D2.c	Ta	Tb	Tc
30minutes	1	0	0	0	2	1	0	0	0
1h	1	1	0	2	3	1	0	0	0
2h	1	1	1	3	4	2	0	0	0
3h	2	2	2	3	4	3	0	0	0
5h	3	3	2	4	5	3	0	0	0
24h	5	4	3	8	8	7	0	0	0

Dose1 : (17,3mg/ml) **Dose2** : (34,5mg/ml) **a** : première répétition **b** : seconde répétition **c** : troisième répétition

Selon le tableau 8, nous remarquons qu'un début d'activité dans les premières 30 minutes et une augmentation de mortalité dans le temps et selon les doses. Cependant pour le témoin aucune mortalité n'a été observée.

III.1.3.1.- Estimation des taux de mortalités des tiques adultes '*Rhipicephalus sanguineus*' traitées avec l'extrait méthanolique de *M. citrata*

Nous avons testé in vitro le pouvoir acaricide de la plante aromatique '*Mentha citrata*' par la méthode de contact directe.

Les résultats obtenus à partir des différentes lectures au cours de 24h pour chacune des concentrations préparées sont récapitulés dans la figure 19.

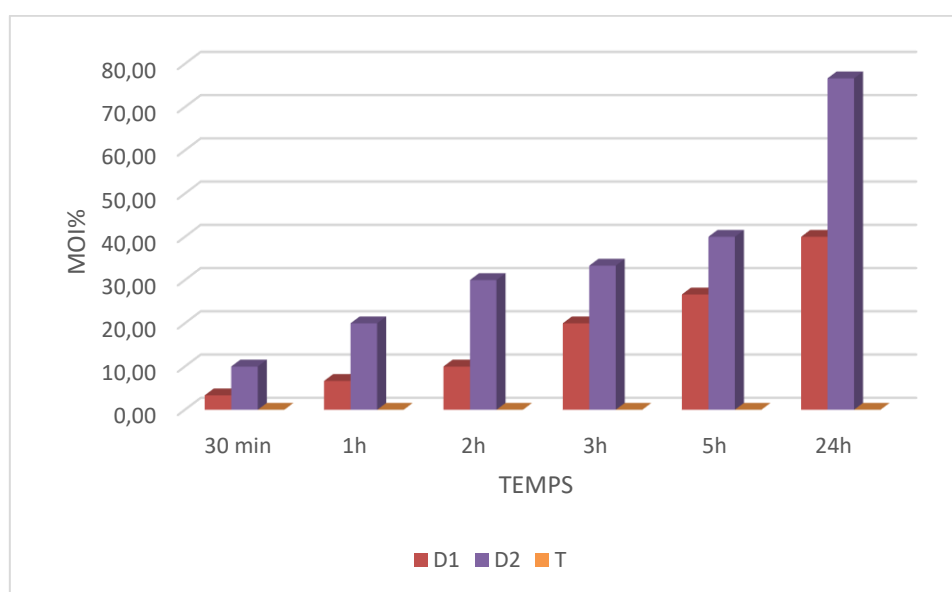


Figure 20 : Taux de mortalité observées chez les tiques *Rhipicephalus sanguineus*

A la lumière de ces résultats, nous pouvons remarquer que chaque augmentation dans le taux de mortalité est proportionnelle avec l'augmentation dans la concentration de l'extrait méthanolique. De plus, l'augmentation de la concentration de l'EM raccourcit le temps nécessaire pour détecter une mortalité dans la population des tiques traitées.

Les résultats des mortalités corrigées varient de 3,33 à 40 % pour la 1^{ère} dose et de 10 à 76,66% pour la 2^{ème} dose (Fig. 19). Elles ont commencé à apparaître dès le premier temps soit 30min après traitement d'extrait méthanolique avec une mortalité observée de 3,33 % en 30min, 6,67% en 1h, 10% en 2h et de 20% en 3h puis elle augmente à 26,67% en 5h. Enfin, les taux de mortalités évoluent à 40% en 24h.

Pour la dose 2, une mortalité observée de 10% en 30 min, 20% en 1h, 30% en 2h, 33,33% en 3h et de 40% en 5h puis évolue jusqu'à 76,66% en 24h (Fig. 19).

Au bout de 24h la mortalité observée est de 40% pour la dose 1 et de 76,66% pour la dose 2 (Tab. 9).

Concernant le témoin, la mortalité observée est de 0 %, or aucune mortalité n'a été observée.

Tableau 9 : Efficacité de l'extrait méthanolique de *Mentha citrata* contre les tiques adultes

	Dose 1	Dose 2
<i>Mortalité corrigée au bout de 24h</i>	40% ± 10	76,66% ± 5,77

III.1.3.2.- Déterminations des doses létales DL50 et DL90

Dans le but d'estimer la dose qui causera 50% et 90% de mortalité, on a procédé à la transformation des pourcentages des mortalités observées en probits, et à la transformation en logarithme népérien des doses d'exposition (Tab. 10). Ces transformations nous permettent d'établir l'équation de la droite de régression de log de dose en fonction des probits (Fig. 20).

Les DL50 et DL90 sont calculées à partir des droites de régressions.

Tableau 10 : Logarithme décimal des doses de l'extrait méthanolique de M.o et les probits des pourcentages de mortalité d'Ixodidae

	D1	D2
Log des doses	2,85 ± 10	3,54 ± 5,77
Probits des MO%	4,75 ± 10	5,71 ± 5,77

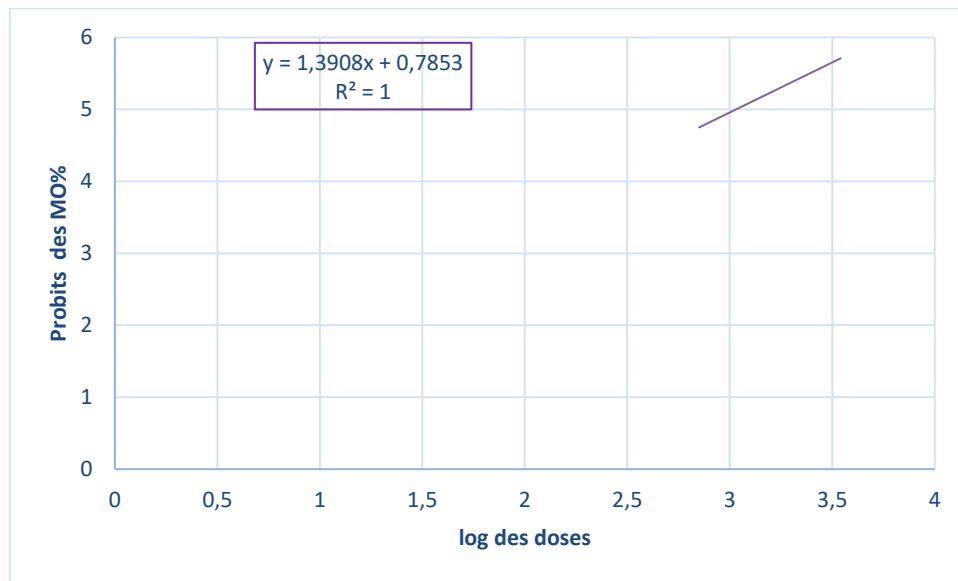


Figure 21 : Droite de régression exprimant les probits des pourcentages de mortalité des tiques *R. sanguineus* en fonction des doses de l'extrait méthanolique de *Mentha citrata*

Tableau 11 : Doses létales 50 et 90 de l'extrait méthanolique de *M. citrata*

Équation de régression	DL50 (mg/ml)	DL90 (mg/ml)	R ²
$Y = 1,3908x + 0,7853$	20,71	51,97	1

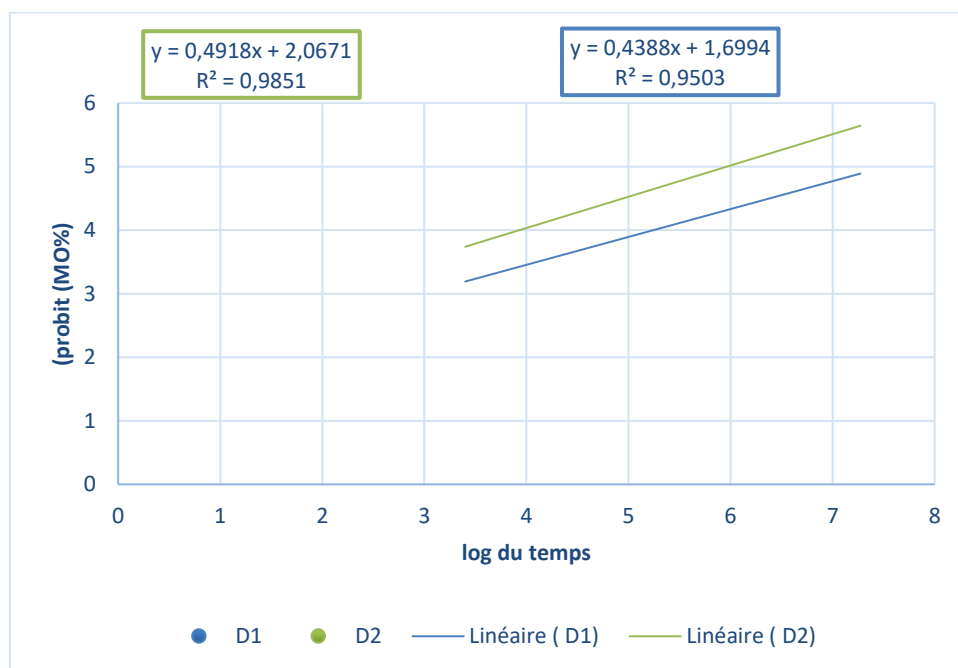
Selon la droite de régression des deux doses la DL50 du traitement des tiques ixodidae est de 20,71 mg/ml cependant la DL90 est de 51,97mg/ml (Tab. 11).

III.3.1.3.- Déterminations des temps létaux TL50 et TL90

Afin de déterminer la TL50 et la TL90, les taux de mortalité observés ont été convertis en probits et les temps d'exposition ont été convertis en logarithmes (Tab. 12). Par la suite, nous avons tracé les droites de régressions (Fig. 21) qui nous a permis d'estimer la TL50 relative au temps nécessaire pour que 50% des tiques mortes et la TL90 relative au temps nécessaire pour que 90% des individus traités mortes.

Tableau 12 : Les logarithmes des temps et les probits des taux de mortalités

	30min	60min (1h)	120min (2h)	180min (3h)	300min (5h)	1440min (24h)
Log du temps	3,40	4,09	4,79	5,19	5,70	7,27
Probits MO% ‘dose 1’	3,12	3,45	3,72	4,16	4,36	4,75
Probits MO% ‘dose 2’	3,72	4,16	4,48	4,56	4,75	5,71

**Figure 22** : Droite de régression exprimant les probits des taux de mortalités en fonction des logarithmes des temps des tiques à l'extrait méthanolique de *M. citrata*

A vue des résultats regroupés dans le tableau 13 et à partir des droites de régressions, on déduit :

Pour la D1 (2,5%), le TL50 est de 1 jours et 6h et 48min (1848,03min) et le TL90 est de 23jours et 17h et 24min (34163,88 min).

Pour la D2 (5%), le TL50 est de 6h et 28min et 48s (389,01 min) et le TL90 est de 3 jours et 39 min (5251,59 min) (Tab. 13).

Tableau 13 : Temps létaux 50 et 90 des extraits méthanolique de *Mentha citrata*

Dose	Équation de régressions	TL50 (min)	TL90 (min)	Coefficient de régression
Dose 1	$y = 0,4388x + 1,6994$	1848,03	34163,88	0,9503
Dose 2	$y = 0,4918x + 2,0671$	389,01	5251,59	0,9851

III.2.- Discussion

Les résultats de l'extraction des huiles essentielles de *Mentha citrata* par l'hydrodistillation à la vapeur nous a permis d'obtenir un rendement nul qui est dû à la période de récolte effectuée en mois d'Avril et Mai. En comparant le résultat de l'extraction de l'huile de cette plante avec les travaux menés en Algérie et dans le monde, à titre d'exemple l'étude de Ouakouak *et al.* (2019), sur *M. citrata* d'El Oued dont le rendement a été de 0,88%. Contrairement à ceux de Malizia *et al.* (1969) en Argentine et de Verma *et al.* (2016) en Inde qui ont obtenu des rendements plus importants avec respectivement 1,10 et 1,66 %. En Égypte Al-Okbi (2015) a trouvé un rendement de 0,17 % pour l'huile essentielle des feuilles fraîches (pour 100g) et un rendement de 1,17% pour l'huile essentielle des feuilles séchées.

Dans le cas de notre présente étude, le rendement nul est dû à la période de récolte (Avril-Mai). Il faut rappeler Verma *et al.* (2016) et Ouakouak *et al.* (2019), ont effectué la récolte de la Menthe citronner en mois de juin. Cette différence de rendement des huiles essentielles peut être attribuée à l'influence des facteurs biotiques et abiotiques à savoir : les facteurs saisonniers et environnementaux, la localisation géographique et les techniques d'extraction.

Le fait d'avoir eu un résultat négatif du rendement des HE de la Menthe citronner (*Mehta citrata*), nous a induit à l'utilisation des extraits méthanoliques de cette même plante pour un bio-essai, voir son effet acaricide vis-à-vis des tiques de la famille des Ixodidae particulièrement l'espèce *Rhipicephalus sanguineus*.

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que l'extrait méthanolique de *M. citrata* a une activité anti-parasitaire modérée vis-à-vis de *R. sanguineus* pour la 1^{ère} dose (2,5 %) et une très forte activité pour la 2^{ème} dose (5 %).

Dans la littérature aucune étude n'a apporté sur l'effet acaricide de l'extrait méthanolique de la Menthe citronner, par conséquent, nous nous sommes contentés de comparer la présente étude avec d'autres extraits méthanoliques d'autres espèces de plantes aromatiques.

Selon l'étude menée par Oyagbemi *et al.* (2019) sur l'application de l'extrait de méthanol de *Nicotiana tabacum* sur les tiques *Rhipicephalus sanguineus*, le pourcentage de mortalité a été de 8,87 % au bout de la 6^{ème} heure à des concentrations allant de 0,04 à 0,10 mg/ml

Certaines études telles que Kumar *et al.*, (2011) ont évalué l'effet de l'extrait méthanolique d'une plante (*Mentha piperita*) appartenant à la même famille (Lamiaceae). Ces mêmes auteurs ont mesuré la mortalité des tiques à des concentrations de 12,5, 25, 50 et 100 mg/ml, et ont obtenus des taux de mortalité de $00,00 \pm 0,00$, $90,00 \pm 0,74$, $90,00 \pm 0,70$ et $80,00 \pm 0,67$ respectivement au bout de 24 heures avec DL50 2.49.

Au Mexique, le travail réalisé par Rosado-Aguilar *et al.* (2017), sur les extraits de feuilles de *Havardia albicans* et *Caesalpinia.gaumeri* vis-à-vis des adultes de *R. microplusa* à une concentration de 20 %, ont montré une faible mortalité variante entre 23 et 30 % après 15 jours de traitement. D'après l'étude Rosado-Aguilar *et al.*, (2010), sur l'extrait de feuilles de *Petiveria alliacea* à 10 % (100 mg/ml) et 20 % (200 mg/ml) évaluée par rapport à *R. microplus* a montré un pourcentage cumulatif de mortalité de 23,3 % et 26,6 %, respectivement, après 15 jours.

L'activité acaricide des extraits méthanolique de feuilles des plantes réalisé par Kemal *et al.* (2020) en Ethiopie a révélé une mortalité des tiques exposées à plusieurs espèces végétales à savoir *Calpurnia aurea* (83%), *Schinus molle* (83%), *Nicotiana tabacum* (77%), *Vernonia amygdalina* (76%), *Ricinus communis* (73 %) et *Calpurnia macrostachyus* (73 %) après 24 heures d'exposition à une concentration de 100 mg/ml.

Enfin, l'extrait méthanolique de feuille de *Lantana camara* étudié par Kaur *et al.* (2017) pour une concentration de 5mg/ml a montré une mortalité de 90% après 24h avec DL50 1.314407mg/ml. Cette différence dans les pourcentages de mortalité de la présente étude par rapport à celle de la littérature pourrait être liée à la variabilité de la quantité de métabolite secondaire parmi les extraits de plantes d'après Kemal *et al.* (2020) ainsi qu'à la composition de ce métabolite secondaire des extraits de plantes.

Conclusion

L'utilisation des produits chimique présente un risque potentiel sur l'homme, sur les animaux et sur l'environnement par ailleurs l'application anarchique de ces acaricide chimique à entrainer l'accoutumance de la population des tiques. Cependant la recherche d'autres méthodes alternatives naturelles pour contrôler les tiques est nécessaire.

Cette présente étude est la première du genre à rapporter, l'effet acaricide de l'extrait méthanolique de la plante *Mentha citrata* sur les tiques en particulier l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* prélevée des bovins de la région de Blida et de Tipaza.

La détermination du rendement d'extraction des huiles essentielles par hydro-distillation à vapeur à montrer un rendement nul pour la plante *Mentha citrata* par rapport à la période de récolte (Avril-Mai) de cette plante.

Le rendement en extrait méthanolique des feuilles de *M. citrata* extrait par la méthode d'évaporation obtenu est de 6,9%.

Le test acaricide a été effectué vis-à-vis de l'espèce de tique (*Rhipicephalus sanguineus*) a révélé que l'extrait méthanolique s'est avéré très toxiques vis-à-vis des tiques avec un taux de mortalité très élevé à la dose de 5 % avec un taux de mortalité de 76,66%

Les temps létaux les plus courts pour tuer 50-90% de la population de *R. sanguineus* est de : TL50 = 6h et 28min et 48s obtenus par la dose D= 5% ; et TL90= 3 jours et 39min obtenus par la dose D= 5%. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'application des extraits méthanoliques comme des bioacaricides afin de minimiser l'utilisation des produits chimiques ou synthétiques.

Il est intéressant dans le futur de mener des essais de lutte vis-à-vis des larves d'Ixodidae à base de l'huile essentielle de cette plante aromatique par l'utilisation d'autres techniques d'extraction en tenant compte de la période de récolte de la plante notamment en juin et juillet.

Il est souhaitable de s'atteler sur d'autres variables, tel que le sexe et le stade larvaire. Et cela ne pourra avoir lieu qu'après l'installation des salles d'élevage spécifiques pour les tiques.

D'autres études seront nécessaires pour l'évaluation de la toxicité de cet EM pour les animaux et la fixation des doses létales pour les tiques qui seront tolérés par l'homme et l'animal ; puis la formulation de ces EM en vue de la synthèse des produits acaricides phytopharmaceutique à commercialiser.

Références bibliographiques

- Abbott M.S. (1925). A method of computing effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* 18 : 265–267.
- Abdelkadir, K., Palomar, A. M., Portillo, A., Oteo, J. A., Ait-Oudhia, K., Khelef, D. (2019). Presence of *Rickettsia aeschlimannii*, *Candidatus*, *Rickettsia barbariae* and *Coxiella burnetii* in ticks from livestock in Northwestern Algeria. *Ticks and Tick-Borne Diseases* (4), 924–928. <https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2019.04.018>
- Basu, A. K., Charles, R. A. (2017). A General Account of Ticks. Ticks of Trinidad and Tobago - an Overview, 1–33. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809744-1.00001>
- Betancur Hurtado, O., Giraldo-Ríos, C. (2019). Economic and Health Impact of the Ticks in Production Animals. *Ticks and Tick-Borne Pathogens*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.81167>
- Boulangier, N., Lipsker, D. (2015). Protection contre les piqûres de tiques. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 142(4), 245–251. <https://doi.org/10.1016/J.ANNDER.2014.11.018>
- Chitimia, L., Lin, R. Q., Cosoroaba, I., Wu, X. Y., Song, H. Q., Yuan, Z. G., Zhu, X. Q. (2010). Genetic characterization of ticks from southwestern Romania by sequences of mitochondrial *cox1* and *nad5* genes. *Experimental and Applied Acarology*, 52 (3), 305–311. <https://doi.org/10.1007/S10493-010-9365-9/FIGURES/2>
- Estrada-Pena, A., Mangold, A. J., Nava, S., Venzal, J. M., Labruna, M., Guglielmone, A. A. (2010). A review of the systematics of the tick family argasidae (ixodida). *Acarologia*, 50(3), 317–333. <https://doi.org/10.1051/ACAROLOGIA/20101975>
- Ghosh, M. L., Chatterjee, S. K. (1978). Cultivation of *Mentha citrata* Ehrh in Burdwan District, West Bengal. *Proc. Indian Acad. Sci*, 87(5), 157–160.
- Goddard, J. (2011). Arthropods, Tongue Worms, Leeches, and Arthropod-borne Diseases. *Tropical Infectious Diseases*, 868–878. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-3935-5.00124-5>.
- Gondard M.(2017). *A la découverte des agents pathogènes et microorganismes des tiques de la Caraïbe par séquençage de nouvelle génération et PCR microfluidique en temps réel*. Thèse de doctorat Université Paris-Est, France ;
- Guiguen, C., Belaz, S., Degeilh, B. (2019). Bio-écologie et rôle pathogène des tiques de

- France métropolitaine. *Revue Francophone Des Laboratoires*, (513), 24–33.
[https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(19\)30286-2](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(19)30286-2).
- Haddad, V., Santos, M., Haddad, M. R., Cardoso, J. L. C. (2018). Skin manifestations of tick bites in humans. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, (2), 251–255.
<https://doi.org/10.1590/ABD1806-4841.20186378> .
- Harley, R.M., Brighton, C.A. (1977). Chromosome numbers in the genus *Mentha* L. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 74(1), 71–96.
<https://doi.org/10.1111/J.1095-8339.1977.TB01168.X>.
- Hendawy, S. F., Hussein, M. S., El-Gohary, A. E., Ibrahim, M. E. (2015). Effect of foliar organic fertilization on the growth, yield and oil content of *Mentha piperita* var. *citrata*. *Asian Journal of Agricultural Research*, 9(5), 237–248.
<https://doi.org/10.3923/AJAR.2015.237.248>.
- Jongejan, F., Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129(S1), S3–S14. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>.
- Kaaboub, E., Khelifi-Ouchene , N., Dahmani, A. (2021). Study of the main abortive Vector-Borne Diseases, Theileriosis, Babesiosis and Anaplasmosis, in cattle in Algeria, 3(4), 119-120.
- Kaur, D., Jaiswal, K., Mishra, S., Suman Mishra, C. (2017). Evaluation of Anti-Tick Activity of *Lantana Camara*: A Preliminary Study. *International Journal of Herbal Medicine*, 5 (4) : 136–139.
- 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*,
<https://doi.org/10.1155/2020/7834026>
- Krishnaveni, S., Venkatalakshmi, P. (2014) .Antimicrobial, larvicidal and acaricidal activities of the ethanolic extract of *Andrographis paniculata* and *Carica papaya* leaves, *World Journal Pharmacology Research*, 3, 660–669.
- Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., Satya, S. (2011). Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. *Industrial Crops and Products*, 34 (1): 802–817.
<https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2011.02.019>
- Malizia, R. A., Molli, J. S., Cardell, D. A., & Retamar, J. A. (2011). Essential Oil of *Mentha citrata* Grown in Argentina. Variation in the Composition and Yield at Full- and Post-Flowering, 8 (4), 347–349 <https://doi.org/10.1080/10412905.1996.9700637>
- Mahlobo-Shwabede, S. I. C., Zishiri, O. T., Thekiso, O. M. M., Bakkes, D., Bohloa, L.,

- Molomo, M., Makalo, M. J. R., Mahloane, G. R., Mtshali, M. S. (2022). Ticks of domestic animals in Lesotho: Morphological and molecular characterization. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 29, 100691. <https://doi.org/10.1016/J.VPRSR.2022.100691>
- Meddour Bouderd, k., MEDDOUR, A. (2006). Clés d'identification des Ixodina (Acarina) d'Algérie. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, (24), 32–42. <http://193.194.84.141/index.php/c/article/view/417>
- McCoy, K.D., Boulanger, N. (2015). Tiques et maladies à tiques : Biologie, écologie évolutive, épidémiologie. 13- 274.
- McCoy, K. D., Dietrich, M., Jaeger, A., Wilkinson, D. A., Bastien, M., Lagadec, E., Boulinier, T., Pascalis, H., Tortosa, P., le Corre, M., Dellagi, K., Lebarbenchon, C. (2016). The role of seabirds of the Iles Eparses as reservoirs and disseminators of parasites and pathogens. *Acta Oecologica*, 72, 98–109. <https://doi.org/10.1016/J.ACTAO.2015.12.013>.
- Nava, S., Venzal, J. M., González-Acuña, D., Martins, T. F., Guglielmone, A. A. (2017). Tick Classification, External Tick Anatomy with a Glossary, and Biological Cycles. Ticks of the Southern Cone of America, 1–23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811075-1.00001-7>.
- Nava, S., Venzal, J. M., González-Acuña, D., Martins, T. F., Guglielmone, A. A. (2017). Genera and Species of Ixodidae. Ticks of the Southern Cone of America, 25–267. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811075-1.00002-9>.
- Nava, S., Venzal, J. M., González-Acuña, D., Martins, T. F., Guglielmone, A. A. (2017). Morphological Keys for Genera and Species of Ixodidae and Argasidae. Ticks of the Southern Cone of America, 323–336. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811075-1.00004-2>
- Nicholson, W. L., Sonenshine, D. E., Noden, B. H., ; Brown, R. N. (2019). Ticks (Ixodida). *Medical and Veterinary Entomology*, 603–672. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00027-3>.
- Ouakouak, H., Benchikha, N., Hassani, A., Ashour, M. L. (2019). Chemical composition and biological activity of *Mentha citrata* Ehrh., essential oils growing in southern Algeria. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (12), 5346–5353. <https://doi.org/10.1007/S13197-019-04005-Z>.
- Oyagbemi, T. O., Ashafa, A., Adejinmi, J. O., Oguntibeju, O. O. (2019). Preliminary






- investigation of acaricidal activity of leaf extract of *Nicotiana tabacum* on dog tick *Rhipicephalus sanguineus*. *Veterinary World*, 12(10), 1624.
<https://doi.org/10.14202/VETWORLD.2019.1624-1629>
- Papa, A., Tsioka, K., Kontana, A., Papadopoulos, C., Giadinis, N. (2017). Bacterial pathogens and endosymbionts in ticks. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 8 (1), 31–35.
<https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2016.09.011>.
- Perez-Eid, C., Gilot, B. (1998). Les tiques : cycles, habitats, hôtes, rôle pathogène, lutte. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 28(4), 335–343. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(98\)70218-5](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(98)70218-5).
- Peter, O., Brossard, M. (1998). Lutte contre les tiques. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 28 (4), 383–386. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(98\)70228-8](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(98)70228-8)
- Rahal, M., Medkour, H., Diarra, A. Z., Bitam, I., Parola, P., Mediannikov, O. (2020). Molecular identification and evaluation of *Coxiella-like* endosymbionts genetic diversity carried by cattle ticks in Algeria. *Ticks and Tick-Borne Diseases* (5), 101493.
<https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2020.101493>
- Randolph, S. E. (2011). Transmission of tick-borne pathogens between co-feeding ticks: Milan Labuda's enduring paradigm. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 2(4), 179–182.
<https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2011.07.004>.
- Randolph, S. E. (2009). Tick-borne disease systems emerge from the shadows: the beauty lies in molecular detail, the message in epidemiology. *Parasitology*, 136 (12), 1403–1413.
<https://doi.org/10.1017/S0031182009005782>.
- Rosado-Aguilar, J. A., Aguilar-Caballero, A., Rodriguez-Vivas, R.I., Borges-Argaez, R., Garcia-Vazquez, Z., Mendez-Gonzalez, M.(2010). Acaricidal activity of extracts from *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) against the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae) *Veterinary Parasitology*, 168, 299–303.
- Rosado-Aguilar, J. A., Arjona-Cambranes, K., Torres-Acosta, J. F. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Bolio-González, M. E., Ortega-Pacheco, A., Alzina-López, A., Gutiérrez-Ruiz, E. J., Gutiérrez-Blanco, E., Aguilar-Caballero, A. J. (2017). Plant products and secondary metabolites with acaricide activity against ticks. *Veterinary Parasitology*, 38, 66–76.
<https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2017.03.023>
- Rosado-Aguilar, J. A., Rodríguez-Vivas, R. I., Borges-Argaez, R., Arjona-Cambranes, K. A. (2017). Acaricidal activity of *Havardia albicans* and *Caesalpinia gaumeri* methanolic leaf extracts on *Rhipicephalus microplus* and its toxicity to laboratory animals. *Experimental and Applied Acarology*, 71(4), 345–354.

- <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0130-1>
- Šarić-Kundalić, B., Fialová, S., Dobeš, C., Ölzant, S., Tekel'ová, D., Grančai, D., Reznicek, G., Saukel, J. (2009). Multivariate Numerical Taxonomy of *Mentha* Species, Hybrids, Varieties and Cultivars. *Scientia Pharmaceutica* 2009, 77(4), 851–876.
- <https://doi.org/10.3797/SCIPHARM.0905-10>.
- Schoch CL, et al. NCBI Taxonomy : une mise à jour complète sur la conservation, les ressources et les outils. Base de données (Oxford). 2020 : baaa 062 . PubMed : 32761142 PMC : PMC740818 .
- Selles, S. M. A., Kouidri, M., González, M. G., González, J., Sánchez, M., González-Coloma, A., Sanchis, J., Elhachimi, L., Sonia Olmeda, A., Tercero, J. M., Valcárcel, F. (2021). Acaricidal and repellent effects of essential oils against ticks: A review. *Pathogens*,10. <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS10111379/S1>.
- Service, M. (2012). Hard ticks (Ixodidae). *Medical Entomology for Students*, 236–251. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139002967.022>
- Sirigireddy, K.R.(2008). Molecular Evaluation of Ehrlichia chaffeensis. Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Krishnaveni, S., Venkatalakshmi, P.(2014) .Antimicrobial, larvicidal and acaricidal activities of the ethanolic extract of andrographis paniculata and carica papaya leaves, *World Journal Pharmacology Research*, 3, 660–669.
- Sonenshine, D. E., Roe, R. M. (2014). *Biology of Ticks* Vol. 2. 491.
- Sonenshine, D.E. (2009). Ticks. *Encyclopedia of Insects*, 1003–1011. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00264-2>
- Sonenshine, D. E., Lane, R. S., NicholsonI, W. L. (2002). TICKS (Ixodida). *Medical and Veterinary Entomology*, 517–558. <https://doi.org/10.1016/B978-012510451-7/50026-8>
- States, S.L., Huang, C.I., Davis, S., Tufts, D.M., and Diuk-Wasser, M.A. (2017) Co-feeding transmission facilitates strain coexistence in *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent. *Epidemics* 19, 33–42. <https://doi.org/10.1016/J.EPIDEM.2016.12.002>
- Taneja, S. C., Chandra, S. (2012). *Mint. Handbook of Herbs and Spices: Second Edition*, 1, 366–387. <https://doi.org/10.1533/9780857095671.366>;
- Taniguchi, K., Mizuta, K., Uemichi, K. (2022). A contrivance of tick removal to prevent skin damage: Injection into the tick before removal. *Journal of Taibah University Medical Sciences*. <https://doi.org/10.1016/J.JTUMED.2022.01.002>;
- Verma, S. K., Goswami, P., Verma, R. S., Padalia, R. C., Chauhan, A., Singh, V. R., *

- Darokar, M. P. (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of bergamot-mint (*Mentha citrata* Ehrh.) essential oils isolated from the herbage and aqueous distillate using different methods. *Industrial Crops and Products*, 91, 152–160. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2016.07.005>
- Walker A.R., Bouattour A., Camicas J.L., Estrada-pena A., Horak L.G., Latif A., Pegram R.G., Preston P.M (2003), ticks of domestic animals in africa: a guide to identification of species Bioscience reports.
- Wardeh, M., Risley, C., McIntyre, M.K., Setzkorn, C., Baylis, M. (2015). Database of hostpathogen and related species interactions, and their global distribution. *Sci. Data* 15 (2), 150049. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.49>.
- Weniger, B., Moretti, C., Sauvain, M. (1999). Pharmacopée caribéenne. Pharmacopée végétale caribéenne. 278-280. <https://books.google.dz/books?id=hErqTE2-T2sC&lpg=PA278&dq=mentha%20citrate&hl=fr&pg=PA6#v=onepage&q=mentha%20citrate&f=false>.
- William Phillips Taylor, B., Ratchford, A., van Nunen, S., Burns, B., Taylor, P. (2019). Tick killing in situ before removal to prevent allergic and anaphylactic reactions in humans: a cross-sectional study. *Asia Pacific Allergy*, (2). <https://doi.org/10.5415/APALLERGY.2019.9.E15>
- Young, A.S., Grocock, C.M., Kariuki, D.P. (1988). Integrated control of ticks and tickborne diseases of cattle in Africa. *Parasitology* 96 (Pt 2), 403–432. <https://doi.org/10.1017/s0031182000058388>
- Zhang, J., Li, M., Zhang, H., Pang, X. (2022). Comparative investigation on aroma profiles of five different mint (*Mentha*) species using a combined sensory, spectroscopic and chemometric study. *Food Chemistry*, 371, 131104. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.131104>
- Zhao, D., Xu, Y. W., Yang, G. L., Husaini, A. M., Wu, W. (2013). Variation of essential oil of *Mentha haplocalyx* Briq. and *Mentha spicata* L. from China. *Industrial Crops and Products*, 42 (1), 251–260. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2012.06.010>

Annexe 01

Matérielle non biologique

Verreries et autres	Entenoire en verre		
	Erlenmeyer de de 500ml		
	Flacons		
	Boites de pétri		
	Pince		
	Épingle		

Flacon en verre brun



Papier filtre Whatman n° 1



Étiquettes


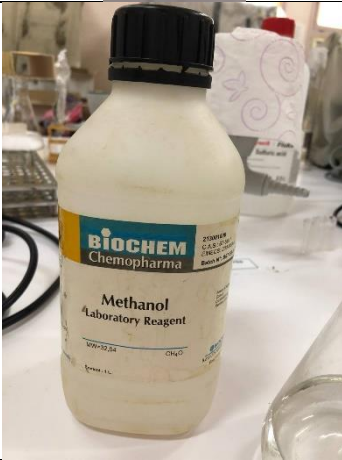



Bocaux en plastiques



Les gants



	Micropipette de 1000 ul		
Réactifs et solution	Méthanol		
	Eau distillée		

Tween 20%

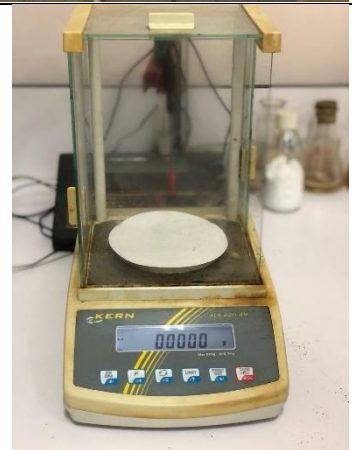


Appareillage

Alambic



Balance de précision pour la pesée des produits.



Broyeur



Loupe binoculaire



Rotavapeur



Annexe 02

Tableau de transformation du pourcentage en probit

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,5	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,8	4,82	4,85	4,87	4,9	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,05	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
	0,0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,75	7,75	7,88	8,09

(Cavelier, 1976).