

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département de Biologie



# Mémoire de Fin D'étude

En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en sciences biologiques

Spécialité : Biologie des populations et des organismes

## Thème

Contribution à l'étude des Ixodidés dans la  
région de Tizi-Ouzou

Présenté par :

**Ben Ouali Lamia**

**Lardjane Sandra**

Soutenu le: 16 juillet 2023, devant le jury composé de:

**Présidente: M<sup>me</sup> Talmat-Chaouchi. N**

**M.C.A**

**UMMTO**

**Promotrice: M<sup>me</sup> Beneldjouzi. A**

**Attachée d'études niveau II**

**I.P.A**

**Co-promotrice: M<sup>me</sup> Brahmi. K**

**Professeur**

**UMMTO**

**Examinatrice: M<sup>me</sup> Lekmache-Arabdiou. Y**

**M.A.A**

**UMMTO**

Année universitaire : 2022 /2023

# Remerciements

En premier lieu on remercie Dieu de nous avoir donné la force, le courage et la patience afin de réaliser ce modeste travail.

On tient à adresser nos vifs remerciements à notre promotrice **M<sup>me</sup> Beneldjouzi A.** Attachée d'études à l'Institut Pasteur d'Algérie. Pour avoir acceptée d'encadrer ce travail, pour toutes ses orientations, conseils et corrections tout au long de la réalisation de ce mémoire. Qu'elle soit assurée de notre profonde reconnaissance.

On remercie profondément notre Co-promotrice **M<sup>me</sup> Brahmi K.** Professeur à l'U.M.M.T.O, pour son soutien, conseils et orientations tout au long de ce travail. Qu'elle soit assurée de notre profonde reconnaissance.

On remercie **M<sup>me</sup> Eddaikra N.** chef de laboratoire d'éco épidémiologie parasitaire et génétique des populations à l'Institut Pasteur d'Algérie, pour son accueil au sein de son laboratoire, et a tous les membres du service.

On remercie **M<sup>me</sup> Talmat-Chaouchi N.** Maître de conférence classe A à l'U.M.M.T.O. Pour avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury et à **M<sup>me</sup> Lekmache-Arabdiou Y.** Maître-assistante classe A, à l'U.M.M.T.O pour avoir apporté une lecture attentive et une évaluation à notre travail. Recevez nos chaleureux remerciements et soyez assuré de nos profonds respects.

A **M<sup>lle</sup> Djouaher T.** Doctorante à l'U.M.M.T.O, pour son aide dans la réalisation de ce travail. Soyez assurée de notre reconnaissance.

On tient à remercier également les éleveurs de Bouzeguène, Mekla, Ouacif et Draa Ben Khedda qui ont bien voulu nous accueillir et nous permettre d'effectuer notre échantillonnage.

Enfin on remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

# Dédicaces

Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux par la grâce duquel j'ai pu mener à son terme ce travail que je dédie:

A ma chère mère

La femme la plus courageuse au monde, la femme que je ne saurais récompenser pour toutes les sacrifices qu'elle a fait et ne cesse de faire, pour son grand amour et pour l'éducation qu'elle m'a donnée. Ce que je suis aujourd'hui est grâce à toi maman.

A mon cher père

Qui m'a guidé sur le bon chemin par ses sacrifices, son soutien, encouragement et surtout son amour. Aucun mot ne serait assez pour témoigner de l'étendue des sentiments que j'approuve à son égard.

A ma chère grand-mère

Ma source de force et de joie, la plus gentille et adorable, qui m'accompagne partout par ces prières tout au long de mon parcours. Que dieu vous garde auprès de nous et qu'il vous accorde une longue vie pleine de santé et de paix.

A ma chère tante et son mari

Pour leur aide, conseils, encouragements, au cours de mon parcours. Je voudrais vous adresser toute ma gratitude.

A mon cher frère

Que j'aime tellement, pour son soutien et sa présence. Il a su m'accompagner dans cette épreuve, comme il l'a fait à chaque étape de ma vie. Je lui souhaite beaucoup de succès et de réussite dans sa vie.

A ma chère binôme Lamia

Pour tous les bons moments passés et les souvenirs que j'en garderai.

A mes très chers amis

Je vous dédie ce travail avec mes sincères remerciements. Que dieu vous procure joie, bonheur et réussite et que notre amitié reste à jamais.

Et aussi à tous les autres que j'ai involontairement omis de citer mais qui se reconnaîtront à travers ces lignes, Merci d'être présents à mes côtés.

**Sandra**

Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux par la grâce duquel j'ai pu mener à son terme ce travail que je dédie:

A ma chère mère

La femme la plus courageuse au monde, la femme que je ne saurais récompenser pour toutes les sacrifices qu'elle a fait et ne cesse de faire, pour son grand amour et pour l'éducation qu'elle m'a donnée. Ce que je suis aujourd'hui est grâce à toi maman.

A mon cher père

Qui m'a guidé sur le bon chemin par ses sacrifices, son soutien, encouragement et surtout son amour. Aucun mot ne serait assez pour témoigner de l'étendue des sentiments que j'approuve à son égard.

A ma chère grand-mère

Ma source de force et de joie, la plus gentille et adorable, qui m'accompagne partout par ces prières tout au long de mon parcours. Que dieu vous garde auprès de nous et qu'il vous accorde une longue vie pleine de santé et de paix.

A mes chères tentes

Pour leur aide, conseils, encouragements, au cours de mon parcours. Je voudrais vous adresser toute ma gratitude.

A mes chers frères

Que j'aime tellement, pour leur soutien et leur présence. Ils ont su m'accompagner dans cette épreuve, comme ils l'ont fait à chaque étape de ma vie. Je leur souhaite beaucoup de succès et de réussite dans leur vie.

A ma chère cousine

A la mémoire de ma cousine, j'espère que de là-haut tu es fière de moi, partie trop tôt, partie trop jeune, je te porterai à jamais dans mon cœur.

A ma chère binôme Sandra

Pour tous les bons moments passés et les souvenirs que j'en garderai.

A mes très chers amis

Je vous dédie ce travail avec mes sincères remerciements. Que dieu vous procure joie, bonheur et réussite et que notre amitié reste à jamais.

Et aussi à tous les autres que j'ai involontairement omis de citer mais qui se reconnaîtront à travers ces lignes, Merci d'être présents à mes côtés.

**Lamia**

## Liste des figures

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1:</b> Classification systématique des tiques.....  | 04 |
| <b>Figure 2a:</b> Face dorsale et ventrale d'une tique dure mâle .....  | 05 |
| <b>Figure 2b:</b> Face dorsale et ventrale d'une tique dure femelle .....   | 05 |
| <b>Figure 3:</b> Cycle de vie d'une tique dure.....   | 07 |
| <b>Figure 4:</b> Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou.....   | 11 |
| <b>Figure 5a:</b> Etable bovine de Bouzeguène, vue de l'extérieur .....   | 13 |
| <b>Figure 5b:</b> Etable bovine de Bouzeguène, vue de l'intérieur.....  | 13 |
| <b>Figure 6a:</b> Hangar bovin de Ouacif , vue de l'extérieur .....   | 14 |
| <b>Figure 6b:</b> Hangar bovin de Ouacif , vue de l'intérieur.....  | 14 |
| <b>Figure 7:</b> Etable traditionnel de Draa Ben Khedda, vue de l'extérieur.....  | 14 |
| <b>Figure 8:</b> Etable traditionnel de Mekla, vue de l'extérieur.....  | 14 |
| <b>Figure 9:</b> Clé d'identification des genres.....   | 16 |
| <b>Figure 10:</b> Extraction de l'ADN avec le kit spécial QIA amp.....  | 18 |
| <b>Figure 11:</b> Extraction de l'ADN avec le kit Mag-Bind Viral Xpress .....   | 20 |
| <b>Figure 12:</b> les principales étapes de la RT-PCR.....  | 24 |
| <b>Figure 13:</b> Les différentes espèces de tiques récoltées dans la région de Tizi-Ouzou .....  | 29 |
| <b>Figure 14:</b> Nombre de tiques femelles récoltées chez les animaux échantillonnés.....  | 31 |
| <b>Figure 15:</b> Nombre de tiques mâles récoltées chez les animaux échantillonnés .....  | 32 |
| <b>Figure 16:</b> Richesse totale des tiques récoltées dans chaque région d'étude.....  | 33 |
| <b>Figure 17:</b> Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude en 2023.....                                       | 34 |
| <b>Figure 18:</b> Abondance relative (AR %) de chaque espèce de tiques collectées dans les<br>différentes stations.....                       | 36 |
| <b>Figure 19:</b> Graphe des résultats de la détection de <i>Rickettsia</i> sp. et <i>Coxiella burnetii</i> par RT-<br>PCR (Cas négatif)..... | 41 |

## Liste des tableaux

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 1:</b> Les produits qui compose le mix .....   | 21 |
| <b>Tableau 2:</b> Sonde et amorce utilisée en PCR en temps réel.....  | 22 |
| <b>Tableau 3:</b> Liste des espèces inventoriées dans les quatre stations de la wilaya de Tizi-Ouzou<br>durant la période d'étude ..... | 28 |
| <b>Tableau 4:</b> Richesse totale des espèces de tiques collectées dans les différentes stations.....                                   | 32 |
| <b>Tableau 5:</b> Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude. ....  | 34 |
| <b>Tableau 6:</b> Abondance relative (AR%) des espèces de tiques collectées en fonction des<br>stations d'étude.....                    | 35 |
| <b>Tableau 7:</b> Indice de diversité de Shannon Weaver; la diversité maximale et l'équitabilité<br>dans les régions d'étude.....       | 37 |
| <b>Tableau 8:</b> Indices parasitaires des tiques collectées dans les quatre stations d'études.....                                     | 38 |
| <b>Tableau 9:</b> Liste des échantillons pris en considération lors de la PCR en temps réel .....                                       | 39 |

## Sommaire

---

### Remerciement

### Dédicaces

### Liste des figures

### Liste des tableaux

### Introduction ..... 01

#### Chapitre I: Données bibliographiques sur les tiques

|   |    |
|---|----|
| I.1. - Généralités .....                        | 03 |
| I.2. - Systématique.....                        | 03 |
| I.3. - Morphologie générale .....               | 04 |
| I.4. - Cycles évolutifs .....                   | 05 |
| I.4.1. - Œuf .....                              | 06 |
| I.4.2. - Larve.....                             | 06 |
| I.4.3. - Nymphe .....                           | 06 |
| I.4.4. - Adulte .....                           | 06 |
| I.5. - Importance médicale et vétérinaire ..... | 07 |
| I.5.1. - Rôle pathogène direct.....             | 08 |
| I.5.2. - Rôle pathogène indirect .....          | 08 |
| I.6. - Moyens de lutte contre les tiques.....   | 08 |
| I.6.1. - Lutte biologique.....                  | 09 |
| I.6.2. - Lutte chimique .....                   | 09 |
| I.6.3. - Lutte génétique .....                  | 10 |
| I.7. - Prévention .....                         | 10 |
| I.7.1. - Prévention primaire.....               | 10 |
| I.7.2. - Prévention secondaire .....            | 10 |

#### Chapitre II: Matériels et Méthodes

|   |    |
|---|----|
| II.1. - Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou .....         | 11 |
| II.1.1. - Situation géographique de la station de Bouzeguène .....      | 11 |
| II.1.2. - Situation géographique de la station de Draa Ben Khedda ..... | 12 |
| II.1.3. - Situation géographique de la station de Ouacif.....           | 12 |
| II.1.4. - Situation géographique de la station de Mekla.....            | 12 |
| II.2. - Choix des stations d'étude.....                                 | 12 |
| II.3. - Types d'élevage .....   | 13 |
| II.3.1. - Etable bovine.....  | 13 |
| II.3.2. - Hangar .....  | 13 |

## Sommaire

---

|  |    |
|--|----|
| II.3.3. - Elevages traditionnels.....  | 14 |
| II.4. - Méthodes de travail .....  | 15 |
| II.4.1. - Méthode de récolte des Ixodidés .....  | 15 |
| II.4.2. - Méthodes utilisées au laboratoire .....  | 15 |
| II.4.2.1. - Identification des tiques.....   | 15 |
| II.4.2.2. - Détection de <i>Rickettsia</i> sp. et <i>Coxiella burnetii</i> par la PCR en temps réel..... | 17 |
| II.4.2.2.1. - Extraction d'ADN génomique.....  | 17 |
| II.4.2.2.1.1 - Extraction avec le kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany) .....               | 17 |
| II.4.2.2.1.2 - Extraction avec le kit Mag-Bind Viral Xpress .....  | 19 |
| II.4.2.2.2. - Amplification de l'ADN génomique.....  | 21 |
| II.4.2.2.2.1. - Préparation du mix .....   | 21 |
| II.4.2.2.2.2. - La RT-PCR.....   | 22 |
| II.5. - Méthodes d'exploitation des résultats .....  | 25 |
| II.5.1 - Indices écologiques de composition.....   | 25 |
| II.5.1.1. - Richesse totale (S).....   | 25 |
| II.5.1.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R%) .....                                     | 25 |
| II.5.2 - Indices écologiques de structure.....   | 25 |
| II.5.2.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver .....  | 25 |
| II.5.2.2. - Indice d'équitabilité ou d'équirépartition (E).....  | 26 |
| II.5.3 - Indices parasitaires .....  | 26 |
| II.5.3.1. - Prévalence (P).....  | 26 |
| II.5.3.2 - Abondance (A) .....   | 27 |
| II.5.3.3. - Intensité parasitaire (I).....   | 27 |

### Chapitre III: Résultats

|  |    |
|--|----|
| III. 1. - Résultats de la collecte des tiques dans la région de Tizi-Ouzou.....  | 28 |
| III .1.1. - Espèces identifiées .....  | 28 |
| III.1.2 - Le Sex-ratio des espèces récoltées .....   | 31 |
| III.2. - Exploitation des résultats obtenus dans les stations d'étude par les indices écologiques et parasitaires..... | 32 |
| III. 2.1. - Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques .....                                       | 32 |
| III.2.1.1 - Exploitation des résultats obtenus par l'indice écologiques de composition.....                            | 32 |
| III. 2.1.1.1- La richesse totale des espèces de tiques collectées dans les différentes stations .....                  | 32 |
| III. 2.1.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative .....  | 33 |
| III.2.1.2.1 - Abondance relative (AR%) ou fréquence centésimale des espèces de tiques récoltées                        |    |

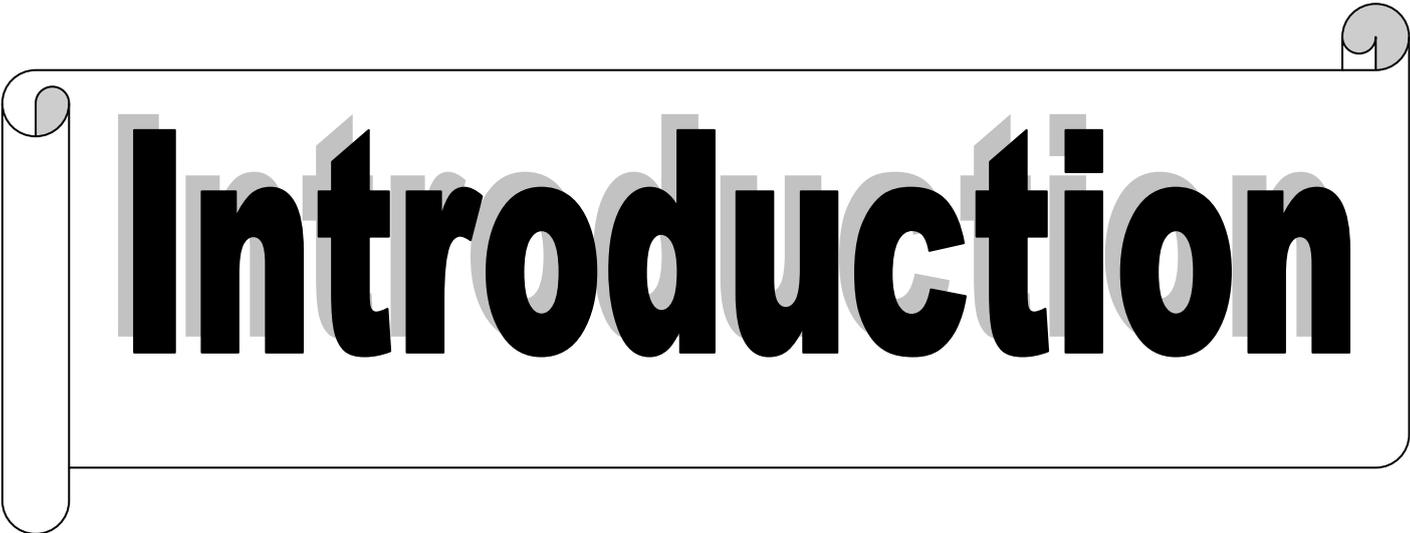
## Sommaire

---

|  |    |
|--|----|
| dans les différentes stations d'étude .....  | 33 |
| III.2.1.2.2- Abondance relative (AR%) ou Fréquence centésimale des différentes espèces de tiques collectées dans les différentes stations d'étude..... | 35 |
| III.2.1.2- Exploitation des résultats obtenus par l'indice écologique de structure .....   | 37 |
| III. 2.2.- Exploitation des résultats obtenus par les indices parasitaires .....   | 37 |
| III. 3. - Résultats de la PCR en temps réel.....   | 38 |

### Chapitre IV: Discussions

|   |    |
|---|----|
| IV.1.- Discussion des résultats de la collecte des tiques dans les stations d'étude de la région de Tizi-Ouzou.....   | 42 |
| IV.2. - Discussion sexe-ratio .....   | 43 |
| IV.3 - Discussion des résultats exploités par les indices écologiques .....   | 43 |
| IV.3 .1. - Discussion des résultats exploités par la richesse spécifique (S).....   | 43 |
| IV.3.2. - Discussion des résultats exploités par la fréquence centésimal ou abondance relative (AR%) des différentes espèces collectées dans les stations d'étude ..... | 44 |
| IV.4. - Discussion des résultats obtenus par l'indice écologique de structure .....   | 44 |
| IV.4 .1 - Discussion à propos de l'indice de diversité Shannon-Weaver et de l'équitabilité .....  | 44 |
| IV.5. - Discussion des résultats exploités par les indices parasitaires .....   | 45 |
| IV.6. - Discussion des résultats de la PCR en temps réel.....   | 45 |
| <b>Conclusion</b> .....   | 47 |
| <b>Références bibliographiques</b> .....  | 49 |
| <b>Résumé</b>   |    |



# Introduction

## Introduction

---

Les tiques sont des Arthropodes ectoparasites strictement hématophages parasites des vertébrés (**Guglielmone et Robbins, 2018**). Elles forment un groupe bien distinct d'acariens de grande taille (**Goodman et al., 2017**). En effet, leur étude a permis de recenser plus de 900 espèces à travers le monde (**Duvallet et al., 2017**). Cependant, leurs préférences écologiques varient, car chaque espèce a besoin de conditions environnementales spécifiques qui lui permettent de vivre dans un environnement biologique spécifique, ce qui affecte sa répartition géographique (**Laamri et al., 2012**).

Durant les 150 dernières années, les tiques sont devenues une préoccupation importante de la recherche médicale et vétérinaire (**Madder et al., 2014**). Ces dernières sont une source de crainte pour l'homme, car lors de leur repas sanguin, elles peuvent transmettre des microorganismes pouvant présenter un caractère pathogène pour l'homme et les animaux (**Dantas - Torres et al., 2012**).

De nombreux travaux dans le monde ont été réalisés sur les tiques et les maladies transmises par celles-ci, notamment le travail de **François (2008)** sur les tiques chez les bovins en France, également le travail de **Socolovschi et al., (2008)** sur les tiques et les maladies transmises à l'homme en Afrique, ou encore l'étude qui a été faite sur les tiques parasites de bovins à la Cote d'Ivoire par (**Achi, 2007**).

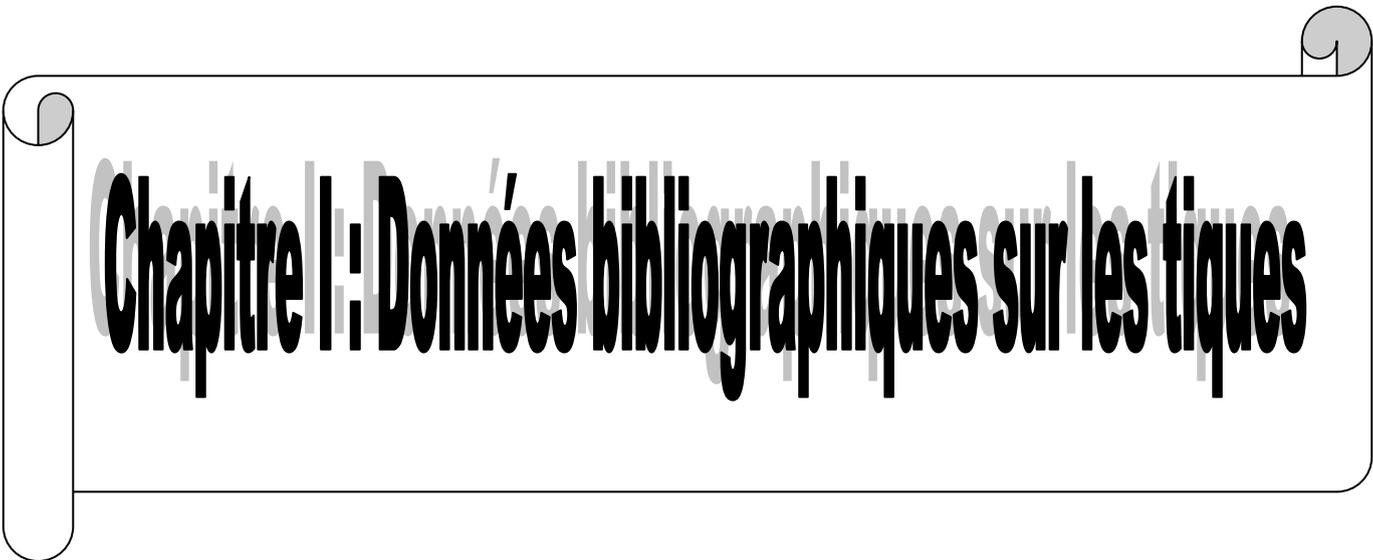
En Algérie il y a eu plusieurs travaux sur les tiques, à l'instar de celui de **Aissaoui (2002)** sur les principales espèces de tiques des bovins dans la région d'El-Taref et les travaux de **Benchikh-Elfegoun et al., (2019)** sur la cinétique d'infestation par les tiques des bovins de la région subhumide de Constantine, ou encore ceux de **Bedouhene et al., (2022)** sur la dynamique saisonnière et sites de prédilection des tiques (Acari : Ixodidae) se nourrissant de vaches dans les parties occidentales du Djurdjura. Ainsi que ceux de **Matallah et al., (2013)** sur l'infestation du chien par *Rhipicephalus sanguineus* dans deux régions de l'extrême nord-est de l'Algérie, et de **Kebbi et al., (2019)** sur l'activité saisonnière des tiques infestant les chiens domestiques dans la province de Béjaïa.

Dans la région de Tizi-Ouzou, seuls quelques travaux d'inventaires des tiques ont été réalisés dans le cadre de mémoire de fin d'étude. Nous citons notamment ceux de **Bouizgarene et Larbi (2014)** et de **Farhouh et Djennadi (2015)**. Dans le but d'élargir les données à d'autres stations et de compléter au mieux nos connaissances sur ce groupe parasite, la présente étude est accomplie. Elle a pour objectif d'identifier les espèces de tiques capturées sur différents hôtes et d'en définir la diversité dans quatre stations: Bouzeguène, Ouacif, Draa Ben Khedda et Mekla de la région de Tizi-Ouzou et aussi investiguer sur les agents pathogènes qu'elles véhiculent.

## **Introduction**

---

Le travail est subdivisé en quatre chapitres: le premier comprend des données bibliographiques sur les tiques, les maladies transmises par ces dernières, et sur les moyens de lutte. Le deuxième chapitre met en évidence la méthodologie de travail utilisée sur le terrain et au laboratoire, ainsi que les différentes méthodes nécessaires pour exploiter les résultats. Le troisième chapitre concerne les résultats obtenus. Le dernier chapitre traite la discussion des résultats. Enfin le travail est clôturé par une conclusion.



# Chapitre I : Données bibliographiques sur les tiques

Ce chapitre présente les généralités sur les tiques, une partie sur la systématique, morphologie générale, cycle évolutif ainsi que leurs différents stades et une partie sur l'importance médicale et vétérinaire, moyens de lutte et prévention.

### I.1. - Généralités

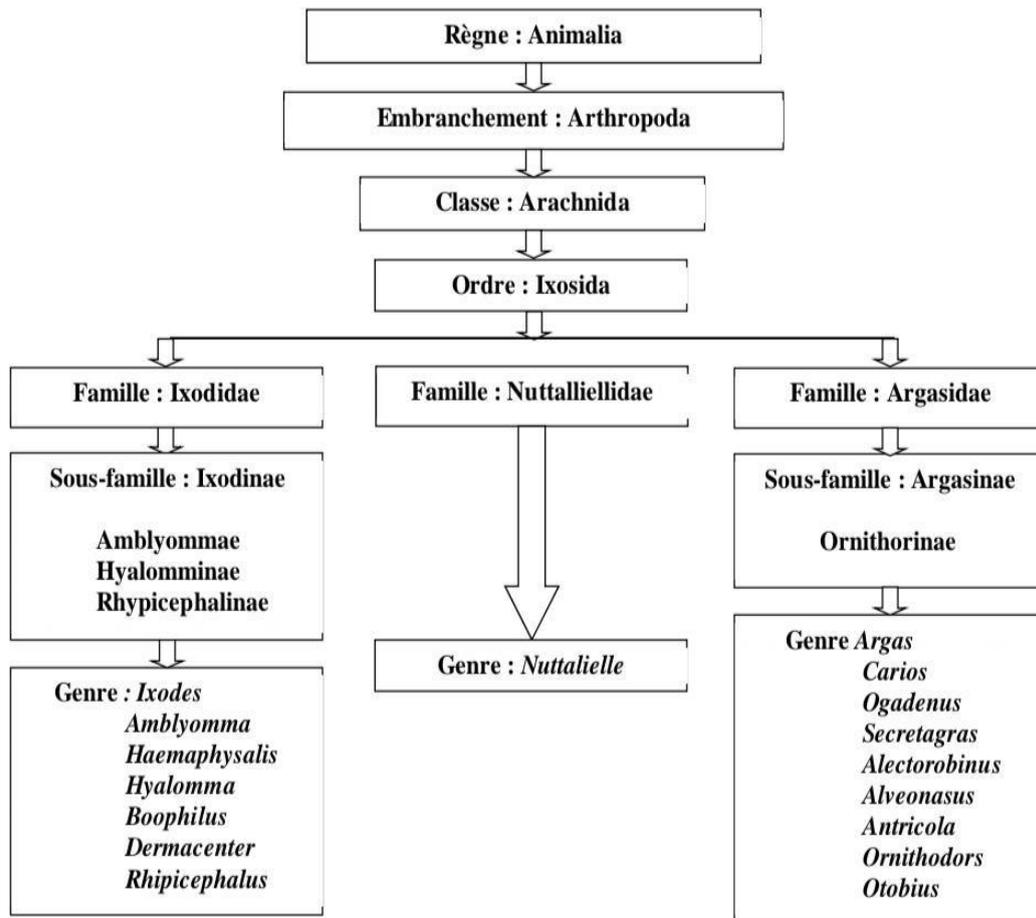
Les tiques font partie de l'embranchement des Arthropodes, classe des Arachnides, groupe des Acariens (du grec akari = mite) ordre des Méastigmates (**Tissot Dupond et Raoult, 1993; Euzebry, 2005**). Homère et Aristote ont déjà parlé d'eux comme étant des parasites hématophages des animaux et de l'homme (**François, 2008**). Ce sont des ectoparasites connus depuis longtemps, elles sont d'une importance primordiale en médecine humaine et vétérinaire; les secondes après les moustiques (**McCoy et Boulanger, 2015**). Elles véhiculent un grand nombre d'agents pathogènes qu'elles acquièrent et transmettent à des hôtes vertébrés au cours de leurs repas sanguins (**Vayssier-Taussat, 2016**). Dans plusieurs pays, elles constituent un facteur limitant le développement des élevages en diminuant particulièrement les performances de reproduction (**Bowman et Nuttall, 2008**). Les maladies associées aux tiques entraînent de graves préjudices économiques et le cheptel local peut subir de lourdes conséquences en raison des infections transmises par les tiques. Elles vivent dans un environnement où leur cycle de développement est influencé par la végétation, les conditions climatiques et les relations qu'elles entretiennent avec les autres êtres vivants, animaux, parasites et microorganismes (**Parola et al., 2001**).

### I.2. -Systématique

Selon **Duvallet et al., (2017)** il existe environ 900 espèces de tiques dans le monde, réparties en trois familles :

- **Les Ixodidae ou tiques dures:** regroupent 700 espèces, elles sont nommées ainsi à cause de la présence d'une plaque dure (scutum) sur leur face dorsale.
- **Les Argasidae ou tiques molles:** regroupent 200 espèces. Cette famille est dépourvue de scutum.
- **Les Nuttalliellidae:** est une famille intermédiaire entre les deux précédentes, n'inclut qu'une seule espèce qui est "*Nuttalliella namaqua*".

Ici, nous adhérons à la systématique détaillée des tiques selon **Moulinier, (2002)** (Figure 1).



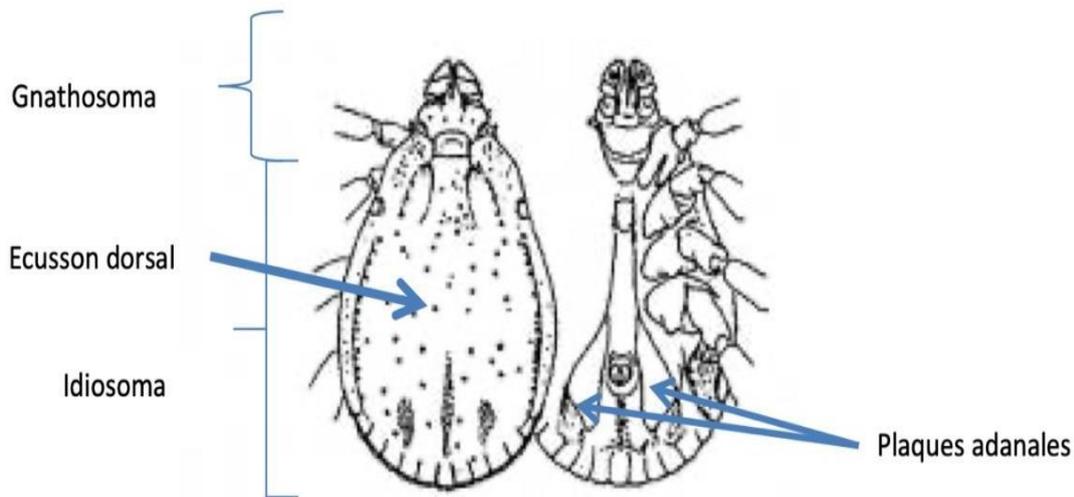
**Figure 1:** Classification systématique des tiques d'après **Moulinier, (2002)**.

### I.3. - Morphologie générale

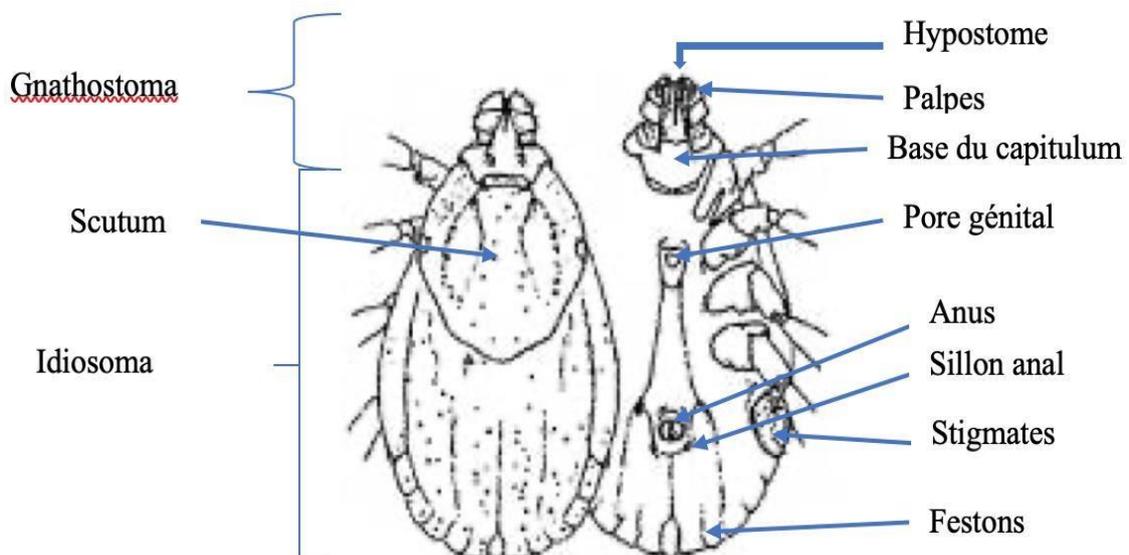
Les Ixodidae présentent un corps d'aspect globuleux, piriforme, aplati dorso-ventralement à jeun. Celui-ci devient ovoïde après un repas sanguin (**Morel, 2000**). Il est composé de deux parties, une partie antérieure nommée Gnathosome (Rostre) et une partie postérieure globuleuse, il s'agit de l'Idiosoma (**Rebaud, 2006**).

Le Gnathosome porte les pièces buccales qui regroupent: les organes sensoriels (pédipalpes), les organes coupants (chélicères) et d'un organe médian immobile (l'hypostome) contenant des dents permettant l'ancrage des tiques dans la peau de l'hôte (**Socolovschi et al., 2008; Duvallet et al., 2017**). Sur la face dorsale de l'Idiosoma, on retrouve un écusson chitinisé: le scutum qui est une plaque dure émaillée, recouvre la totalité du corps chez le mâle (Figure 2a), alors que chez la femelle et les stades immatures (larves et nymphes), elle est limitée sur la partie antérieure (Figure 2b) (**Guétard, 2001**). La face ventrale de l'Idiosoma porte 4 paires de pattes dont la première porte l'organe de Haller qui sert à détecter la chaleur de l'hôte

(Haller, 1992). Les larves n'en compte que 3 paires de pattes.



**Figure 2a:** Face dorsale et ventrale d'une tique dure mâle (McCoy et Boulanger, 2015).



**Figure 2b:** Face dorsale et ventrale d'une tique dure femelle (McCoy et Boulanger, 2015) (Modifié).

#### I.4. - Cycles évolutifs

En général, les tiques ont des cycles de vie relativement longs (Boulanger et McCoy, 2015). Elles ont une durée de vie qui peut atteindre jusqu'à deux ans (Courtioux et

**Hamidovic, 2020).** Le bon déroulement du cycle exige à la fois, une humidité suffisante, une végétation abondante et de nombreux hôtes potentiels (**Marchand, 2014**).

Leur cycle comporte une alternance de phases parasitaires (phase alimentaire) sur l'hôte, et des phases libres au sol. Comme pour tous les acariens, le cycle des tiques comporte quatre étapes évolutives: l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (mâle ou femelle) (**Boulouis et Maillard, 2003**).

#### **I.4.1. - Œuf**

Après l'accouplement qui a lieu sur l'hôte, la femelle fécondée et gorgée se détache et pond ses œufs au sol, généralement dans des endroits abrités (sous une pierre, dans la litière végétale, dans les crevasses du sol) (**Bitam et al., 2002**). Le nombre des œufs et leur taille varient selon l'espèce et l'importance du repas. Le temps d'incubation en général prend entre 20 à 50 jours, mais il varie selon les conditions climatiques. En effet, les œufs sont au repos en hiver, car les variations trop brusques du climat peuvent tuer les œufs (**Sacca, 1982**).

#### **I.4.2. -Larve**

A l'éclosion, la larve est gonflée et molle, elle durcit en quelques jours. Par la suite, elle se met activement à la recherche d'un hôte en pratiquant soit l'affût sur une herbe ou soit la recherche active par déplacement. Une fois que l'hôte est trouvé, son repas dure 3 à 12 jours suivant l'espèce et les conditions climatiques. Cependant, elle augmente considérablement de volume. Une fois le repas sanguin est terminé, elle tombe au sol et cherche un abri pour effectuer sa pupaison qui va durer 2 à 8 semaines, suivant les conditions atmosphériques (**Sacca, 1982; Keita, 2007**).

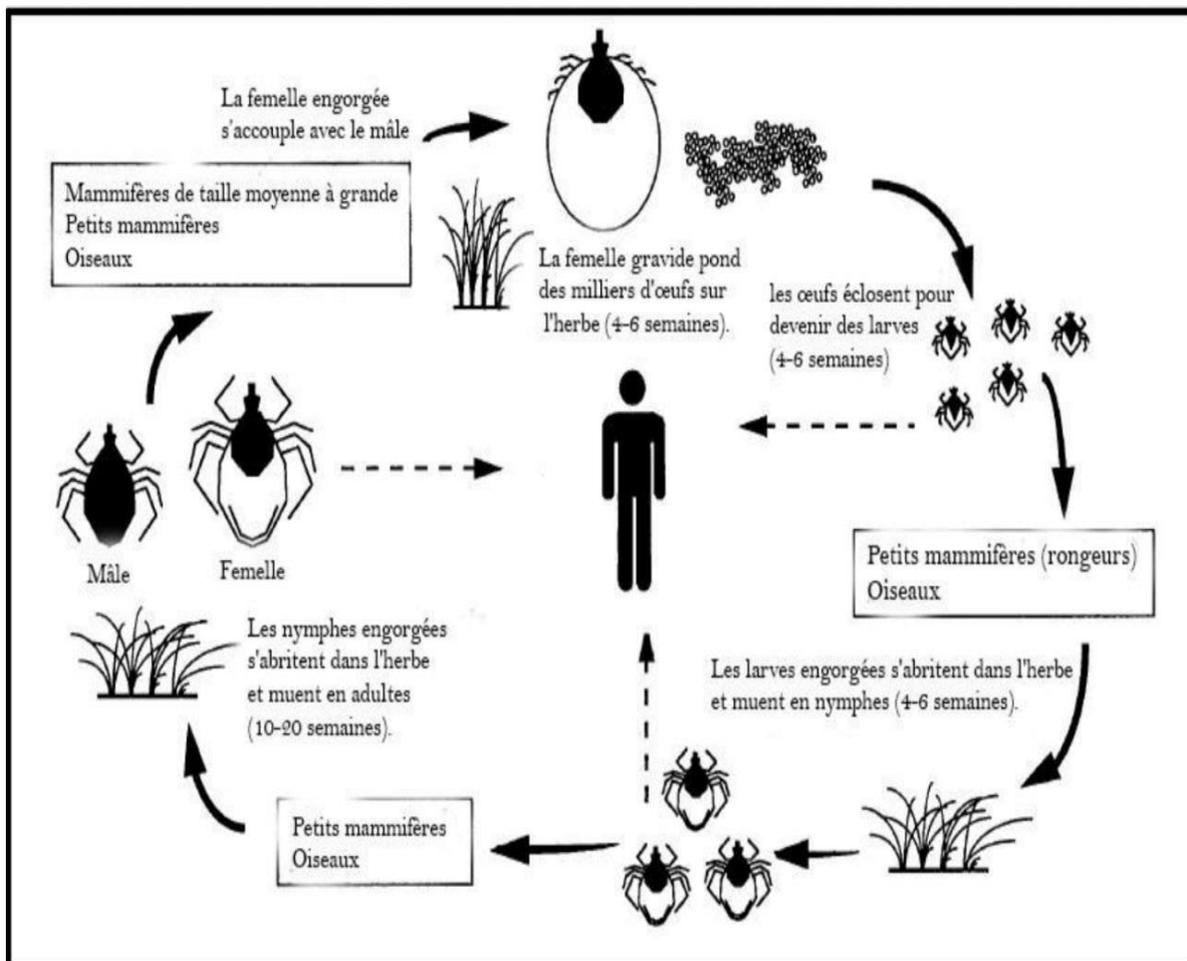
#### **I.4.3. - Nymphe**

A l'instar de la larve, la nymphe met quelques jours à durcir. Elle présente des activités semblables au stade précédent, pour ce qui est des déplacements, de l'hôte et de la durée du repas sanguin (**François, 2008; Sylla, 2012**). Par la suite, elle subit une deuxième métamorphose au sol pour donner la tique adulte (**Keita, 2007**).

#### **I.4.4. - Adulte**

Après un temps de durcissement, l'adulte se met à la recherche d'un hôte. Au stade adulte, seule la femelle prend un vrai repas sanguin nécessaire pour assurer la ponte, il est plus

important en volume et plus long en durée que les stades précédents. Les mâles, quant à eux, ne s'alimentent pas ou peu (Sacca, 1982; Perez-Eid et al., 1998; Socolovschi et al., 2008). Généralement, l'accouplement a lieu pendant le repas sur l'hôte et parfois au niveau du sol. Le mâle y reste fixé pour d'autres accouplements, alors que la femelle complète son repas sanguin avant de se détacher de l'hôte pour pondre dans l'environnement (Badolo, 2014). Après l'oviposition la femelle meurt par dessiccation, le mâle quant à lui meurt juste après la fécondation (Figure 3) (Vayssier-Taussat, 2016).



**Figure 3:** Cycle de vie d'une tique dure (Parola et Raoult, 2001).

### I.5. - Importance médicale et vétérinaire

Les tiques sont de grands nuisant pour la santé de leur hôte. En plus de leur action directe en tant qu'ectoparasites hématophages, elles ont une action indirecte en étant vecteurs d'une multitude d'agents pathogènes (Perez-Eid, 2007).

### **I.5.1. – Rôle pathogène direct**

Au moment d'une piqûre d'une tique, les pièces buccales vont pénétrer dans l'hôte suite à une action mécanique. Les chélicères vont dilacérer les tissus de l'épiderme, par la suite ces derniers vont être digérés par la salive anticoagulante. La présence de ces substances étrangères chez l'hôte, entraîne un œdème réactionnel favorisant la rupture vasculaire par vasodilatation et est responsable de réaction prurigineuse. Les perforations multiples de la peau entraînent des lésions plus ou moins importantes, possibles portes d'entrée à l'origine d'infections bactériennes secondaires (**Guiguen et Degeilh, 2001**).

En plus de son action anticoagulante et allergisante, la salive injectée par les tiques est hémolytique, parfois toxique, lorsqu'elle est élaborée par une femelle en période d'oviposition. En effet, chez celle-ci, l'inoculât peut contenir une toxine produite par les ovaires et peut avoir un effet neurotrope, voire paralysant (**Guiguen et Degeilh, 2001**).

L'action cytolytique des Ixodidae est lente et indolore. La réaction œdémateuse et ecchymotique reste souvent prurigineuse et indurée après la piqûre (**Guiguen et Degeilh, 2001**).

Quand les tiques sont en grand nombre sur l'hôte, elles entraînent une action spoliatrice importante provoquant un affaiblissement des animaux et donc des pertes pour les éleveurs (en viande, en lait...). Souvent, ces animaux sont exposés à de nombreuses maladies liées à une baisse d'immunité juste après l'action de spoliation (**Sylla, 2012; Perez-Eid, 2007**).

### **I.5.2. – Rôle pathogène indirect**

Le principal danger des tiques n'est pas la morsure en elle-même, mais les maladies vectorisées par celle-ci (**Berthomier, 2010**). Les tiques sont reconnues aujourd'hui comme les seconds vecteurs d'agents en santé humaine dans le monde (**Parola et al., 2001**). Elles transmettent à l'homme des maladies bactériennes (Anaplasmoses, Borréliose de Lyme, Rickettsiose, fièvre Q), virales (Encéphalite à tique) et parasitaires (Babésiose) (**Geffray et Paris, 2001; C.c.i.n., 2001**).

### **I.6. – Moyens de lutte contre les tiques**

La littérature traitant de la lutte contre les tiques est très abondante, du fait de leur impact sanitaire et médical (**Perez-Eid, 2007**). L'objectif d'une mesure de contrôle des populations de tiques peut être de réduire les densités de tiques pour diminuer le risque de rencontre avec une tique, et ou de réduire le taux de transmission des agents infectieux afin de diminuer la densité des tiques infectieuses (**Randolph et Steele 1985; Hartemink et**

*al.*,2008; Harrison et *al.*, 2011). Pour être efficace, la lutte doit être entreprise de manière rationnelle et se reposer sur une solide connaissance de la biologie, de l'écologie, des espèces visées, des hôtes, et l'épidémiologie des maladies provoquées ou transmises. Les procédés de lutte contre les tiques font appel à plusieurs méthodes différentes les unes des autres, qui seront entreprises soit durant leur vie libre sur le sol, soit durant leur vie parasitaire sur l'hôte (Ouedraogo, 1975).

### I.6.1. - Lutte biologique

Différentes approches peuvent être envisagées dans le cadre de lutte biologique contre les tiques, telle l'utilisation de prédateurs et de pathogènes. Les tiques sont les proies exclusives ou occasionnelles de divers prédateurs, tels que les fourmis et les oiseaux, dont l'impact ne peut être important que s'ils sont nombreux et spécialisés. Bien que ces prédateurs puissent être des auxiliaires efficaces, certains inconvénients semblent condamner leur utilisation. En effet, certaines fourmis provoquent chez l'homme des douleurs de par leur piquûre, et les oiseaux pique-bœufs entraînent des plaies cutanées, porte d'entrée d'agents de myiases (Cuisance et *al.*, 1994). Les pathogènes comprennent les champignons Deuteromycètes et plusieurs espèces bactériennes. Ces dernières, bien qu'elles soient pathogènes pour les tiques, leur utilité en tant qu'agents de lutte biologique est peu étudiée. La bactérie *Bacillus thuringiensis*, qui est utilisée comme agent de contrôle biologique pour de nombreux insectes, est pathogène pour les tiques, mais doit être ingérée pour être efficace (Ostfeld et *al.*, 2006).

### I.6.2. - Lutte chimique

Ce moyen de lutte consiste à des mesures qui éliminent le parasite sur l'animal et dans l'environnement. Les substances chimiques acaricides sont mises au contact de la peau de l'animal par application manuelle sous différentes formes (poudres, sprays, lotions...), bains de solution acaricide, utilisation de colliers imprégnés. Ces substances sont aussi utilisées par voie sanguine, ce sont les acarides systémiques.

Dans l'environnement, on distingue, les milieux fermés dans lesquels sont utilisés les fumigeant et des milieux ouverts dans lesquels on a plutôt recours aux poudres, aux suspensions liquides et aux granulés. Le frein majeur à l'emploi de ces pesticides est l'aspect écologique, d'une part ceux-ci sont à l'origine de résidus persistants dans l'environnement, et d'autre part ils entraînent la disparition d'autres espèces (Drevon-Gaillot, 2002).

### **I.6.3.- Lutte génétique**

Le principe de la lutte génétique, est basé sur la perturbation de la génétique d'une population au moyen de la concurrence entre les mâles normaux et ceux stérilisés par irradiation. L'irradiation des mâles doit être suffisante pour induire la stérilité sans porter atteinte à sa vitalité, sa longévité ni à ses aptitudes concurrentielles par rapport aux mâles normaux. En vue d'une application pratique, il sera nécessaire d'obtenir une production massive et économique de tiques, une compétitivité normale des mâles irradiés et de ne s'adresser qu'à de petites populations. Toutefois, la chimio stérilisation pourrait être applicable théoriquement (**Sylla, 2012**).

### **I.7. - Prévention**

Le meilleur moyen de prévenir les maladies transmissibles par les tiques est de prévenir les morsures de tique.

#### **I.7.1.- Prévention primaire**

La prévention primaire repose essentiellement sur des mesures simples telles que, porter des vêtements longs et clairs, glisser le bas du pantalon dans les chaussettes, voire mieux porter des guêtres. Le contrôle corporel au retour des zones infestées est également essentiel, puisque aucune mesure ne protège à 100% (**Duvallet et al., 2017**).

#### **I.7.2. - Prévention secondaire**

Malgré l'utilisation des mesures de prévention, les tiques peuvent déjouer la protection vestimentaire et chimique de l'homme (**Duvallet et al., 2017**). En cas, de piqûre de tique, l'extraction mécanique est la plus efficace; elle doit être pratiquée le plus rapidement possible afin d'éviter la transmission éventuelle de pathogènes (**Boulanger et lipsker, 2015**).

# Chapitre II: Matériels et Méthodes

Dans ce chapitre nous allons aborder la description et le choix des stations d'étude, ainsi que le travail effectué sur le terrain et les différentes manipulations effectuées au laboratoire.

## II.1. - Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou, est localisée au nord de l'Algérie, à 50 km à l'est d'Alger. Ses limites géographiques sont: au nord, la mer méditerranée, avec une façade maritime de 85 km, à l'est, la wilaya de Béjaïa, à l'ouest, la wilaya de Boumerdes et au sud, la wilaya de Bouira (Figure 4) (Sahar *et al.*, 2019).

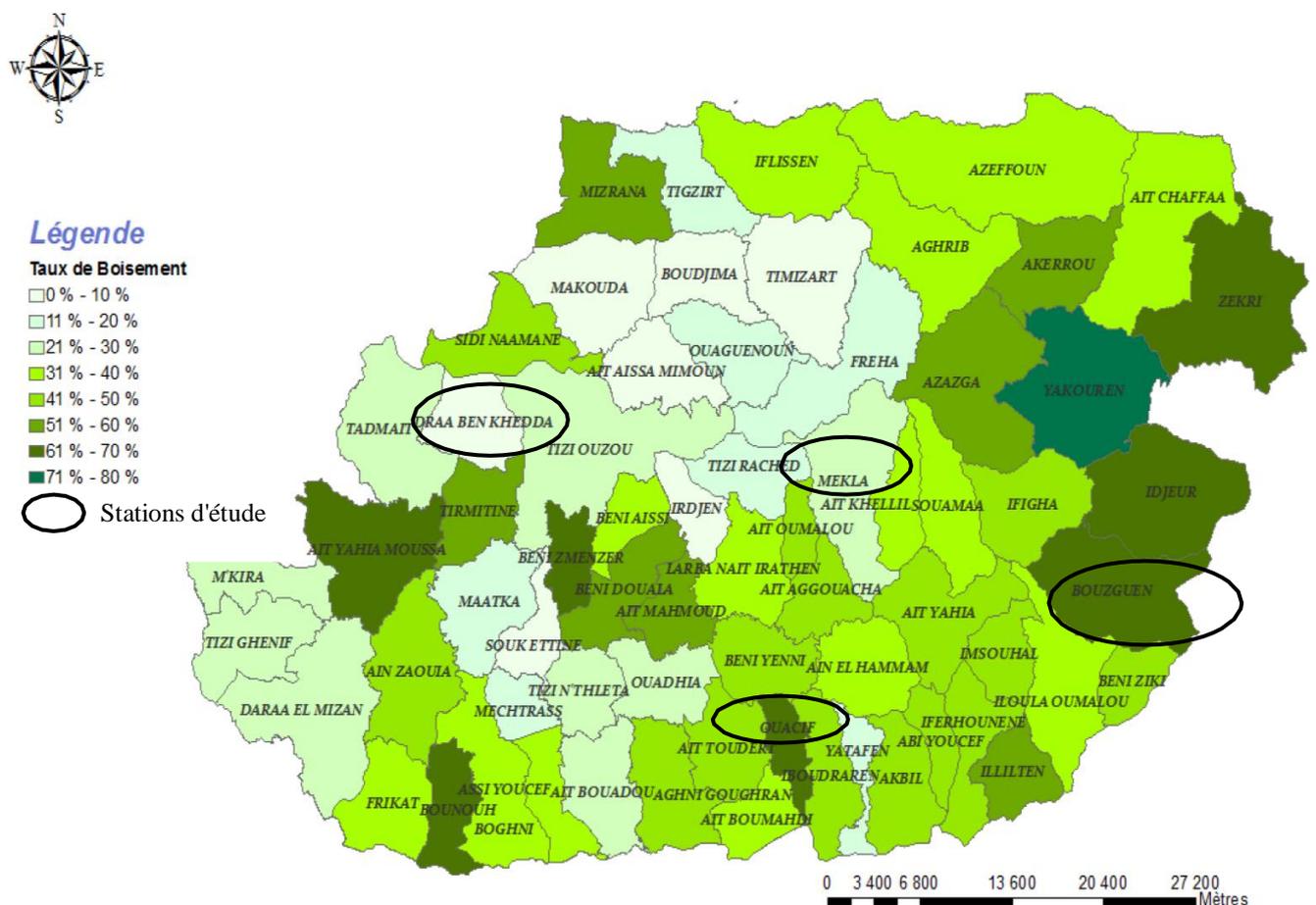


Figure 4: Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou (Sahar *et al.*, 2010).

### II.1.1. - Situation géographique de la station de Bouzeguène

La commune de Bouzeguène est une commune chef-lieu de la daïra, situé à l'est de la wilaya de Tizi-Ouzou, à une distance de 70 km et une superficie de 66,90 Km<sup>2</sup>, elle est

limitée à l'est par la commune de Beni-Zikki, au nord par les communes Idjeur et chemin dans la wilaya de Béjaia, à l'ouest par la commune d'Ifigha et au sud par la commune d'Illoula Oumalou.

Le relief de la commune est relativement plat, l'altitude monte graduellement de la vallée (400 m) pour atteindre les 1200 m dans les hauteurs (**Fiche technique, 2008**).

### **II.1.2. - Situation géographique de la station de Draa Ben Khedda**

Draa Ben Khedda est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, située à 11 km à l'ouest de la ville de Tizi-Ouzou et à environ 90 km à l'est d'Alger. Elle a une superficie de 33,41 km<sup>2</sup>, et une altitude de 56 m, elle est limitée à l'est par la commune de Tizi-Ouzou, au nord par l'Oued de Sebaou puis Sidi Naman, à l'ouest par la commune de Tademait et Oued Bougdoura et au sud par la commune de Tirmatine (**Abdellah et Rami, 2020**).

### **II.1.3. - Situation géographique de la station de Ouacif**

La commune d'Ouacif est située au nord du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou à une distance de 30 km et une altitude de 589 m. Elle couvre une superficie de 17,18 km<sup>2</sup>. Elle est limitée à l'est par la commune d'Iboudraren, au nord par la commune de Beni Yenni, à l'ouest par la commune d'Ait Toudert et au sud par la commune d'Ait Boumahdi et wilaya de Bouira (**Fiche technique, 2008**).

### **II.1.4. - Situation géographique de la station de Mekla**

Mekla est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, elle est située sur le flanc nord du Massif central de Kabylie et occupe une position centrale, légèrement à l'Est de la wilaya. Elle a une superficie de 64,71 km<sup>2</sup>, Elle est délimitée: au nord et est par daïra d'Azazga, au sud par daïra d'Ain El Hammam, et à l'ouest par daïra de Larbâa Nath Irathen et Tizi Rached (**Chergui, 2021**).

L'altitude varie entre une moyenne de 750 m en zone montagneuse (avec des points culminants de 1000 m) et une moyenne de 250 m en zone de plaine dans la partie nord de la commune diminuant progressivement jusqu'à atteindre une altitude de 105 m au niveau de la RN 12 et de l'oued Sébaou (**Ait Mouloud, 2021**).

## **II.2. - Choix des stations d'étude**

Les stations d'étude ont été choisies en fonction de l'accessibilité aux fermes d'élevage et de la disponibilité des animaux domestiques, sur lesquels les prélèvements de tiques ont été

effectués. Les élevages d'animaux visités au cours de cette étude sont : des élevages de bovins ainsi que des refuges de chiens.

L'échantillonnage a été réalisé dans 4 stations de la wilaya de Tizi-Ouzou (Draa Ben Khedda, Bouzeguène, Mekla et Ouacif) durant la période allant du mois de janvier au mois d'avril 2023, dans trois types d'élevage: étable bovin, hangar pour bovin et élevage traditionnel. L'objectif de ce travail est de recenser les Ixodidés qui parasitent les animaux domestiques et aussi investiguer sur les agents pathogènes qu'elles véhiculent.

### II.3. - Types d'élevage

#### II.3.1. - Etable bovine

L'échantillonnage des tiques sur les bovins a été effectué dans des garages transformés en étables dans la station de Bouzeguène (Figure 5a et 5b). Ces garages sont aménagés sous forme d'étable pour accueillir ces animaux. La surface interne ne respecte pas le nombre de sujets trouvés. Ils sont moins aérés et les éleveurs font recours au nettoyage et aux vétérinaires pour un traitement régulier des sujets contre les arthropodes, ainsi que leur vaccination contre diverses maladies.



**Figure 5a:** Etable bovine de Bouzeguène, vue de l'extérieur (**Originale, 2023**).

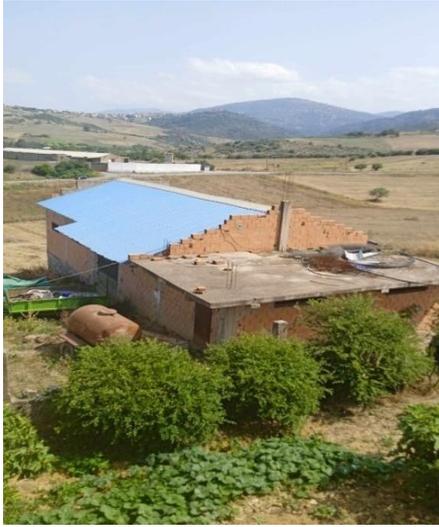


**Figure 5b:** Etable bovine de Bouzeguène, vue de l'intérieur (**Originale, 2023**).

#### II.3.2. - Hangar

L'échantillonnage des tiques sur des bovins a été aussi effectué dans des hangars situés dans la station de Ouacif (Figure 6a et 6b). Ces constructions sont de petites maisons conçues spécialement pour abriter ces animaux. Elles sont construites avec des matériaux

solides tels que le métal ou le béton, et dispose d'un toit pour protéger les animaux des intempéries.



**Figure 6a:** Hangar bovin de Ouacif, vue de l'extérieur (Originale, 2023).



**Figure 6b:** Hangar bovin de Ouacif, vue de l'intérieur (Originale, 2023).

### II.3.3. - Elevages traditionnels

L'échantillonnage des tiques sur les chiens a été effectué dans deux refuges qui se situent au niveau de la station de Draa Ben Khedda (Figure 7) et la station de Mekla (Figure 8). Ces refuges sont des élevages traditionnels, construits soit d'argile, de tôles, en terre ou en chaume. Le nombre de chiens présents à l'intérieur est très élevé et les moyens de nettoyage sont presque absents. Ces refuges sont très proches de la forêt, ce qui fait que les chiens sont souvent en contact avec l'extérieur, ce qui pourrait augmenter leur taux d'infestation par les tiques.



**Figure 7:** Etable traditionnelle de Draa Ben Khedda, vue de l'extérieur (Originale, 2023).



**Figure 8:** Etable traditionnelle de Mekla, vue de l'extérieur (Originale, 2023).

## II.4. - Méthodes de travail

Pour la réalisation de ce travail, différentes méthodes ont été utilisées: la méthode de collecte des tiques sur le terrain, la méthode employée pour les identifier ainsi que les méthodes d'extraction de l'ADN et la détection des agents pathogènes véhiculés par ces dernières avec la RT-PCR.

### II.4.1. - Méthode de récolte des Ixodidés

Cette méthode consiste à maîtriser l'animal, puis examiner les parties susceptibles d'être parasitées, telles que les mamelles, la région anale, les oreilles. Après examen minutieux et complet du corps de l'animal, les tiques rencontrées sont prélevées à l'aide d'une pince de façon mécanique en douceur pour ne pas abimer le rostre qui est très important dans la diagnose des tiques. Les tiques collectées sont placées dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70%, numérotés et étiquetés. Enfin les tubes sont acheminés au laboratoire.

### II.4.2. - Méthodes utilisées au laboratoire

#### II.4.2.1. - Identification des tiques

Les tiques de chaque tube ont fait l'objet d'un tri permettant de séparer les larves, les nymphes et les adultes. Ensuite un autre tri est fait chez les adultes pour séparer les mâles et les femelles. L'identification des stades adultes a été effectuée à l'aide d'une loupe binoculaire. La manipulation est faite dans des boîtes de pétri, en utilisant des pinces fines. On commence par identifier le genre puis l'espèce.

L'identification des genres a été basée sur une clé d'identification de (**Moulinier, 2003**) (Figure 9) et les caractères morphologiques de certaines parties du corps de la tique (rostre, yeux, festons, ...).

- Longueur et forme du rostre.
- La position du sillon anal par rapport à l'orifice anal.
- Présence ou absence des festons.
- Yeux: s'ils existent.
- Plaques ventrales mâles: présence, nombre et forme.
- La forme de la base du capitulum.

La diagnose des espèces a été faite à l'aide du guide d'identification des espèces **d'Estrada Penna et al., (2004)** et en se basant sur certains détails morphologiques :

- Le nombre et la forme des festons.
- La forme des plaques adanales.

- La forme des stigmates.
- La ponctuation de l'écusson.
- La coloration des pattes.
- Le nombre des aires poreuses (forme et dimension).

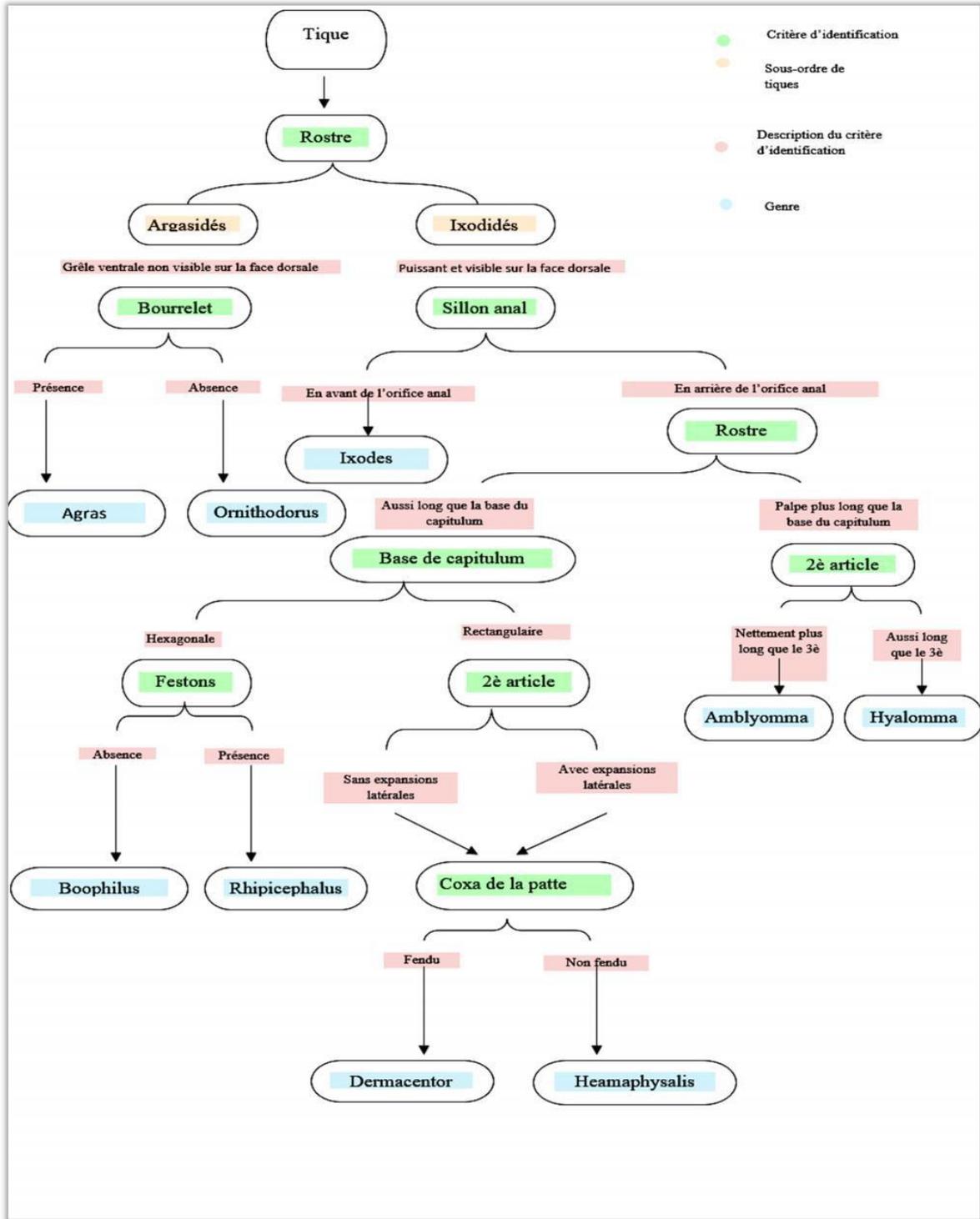


Figure 9: Clé d'identification des genres (Moulinier, 2003).

### II.4.2.2. - Détection de *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii* par la PCR en temps réel

Pour détecter la présence de *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii*, dans les tiques prélevées des hôtes parasités, nous procédons d'abord à l'extraction de l'ADN des tiques puis à l'amplification de l'ADN.

#### II.4.2.2.1. - Extraction d'ADN génomique

L'extraction de l'ADN passe par trois étapes: la lyse, la purification, l'élution. C'est une étape qui est réalisée sous une hotte à flux laminaire, et qui consiste en l'extraction des acides nucléiques (ADN). Pour ce faire, nous avons utilisé deux méthodes: l'extraction par un kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany) et le kit Mag-Bind Viral Xpress.

##### II.4.2.2.1.1 - Extraction avec le kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany)

Ce Kit est un système générique utilisant la technologie QIA amp pour extraire et purifier l'ADN (Figure 10), selon le protocole ci - dessous:

#### ➤ La lyse

- Rincer les tiques pour éliminer toute trace d'alcool.
- Découper les échantillons en petits morceaux et les mettre dans des tubes Eppendorf.
- Ajouter 180 µl d'ATL.
- Ajouter 20 µl de la protéinase k, puis agiter rapidement à l'aide du vortex.
- Incuber les échantillons dans un bain à sec à 56°C pendant 2h ou à 37°C pendant toute la nuit.
- Ajouter 180 µl de AL, puis agiter avec le vortex pendant 15 secondes.
- Incuber au bain à sec à 70°C pendant 10 minutes.
- Centrifuger rapidement.
- Ajouter 200 µl d'éthanol, puis agiter avec le vortex pendant 15 secondes.
- Verser le mix dans les tubes collecteurs à filtres.
- Centrifuger à 8000 tr/ min pendant 1 minute.

#### ➤ Purification

- Jeter l'éluat et mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Réaliser un premier lavage en ajoutant 500 µl d'AW1.
- Centrifuger pendant 1 minute à 8000 tour/min.

- Jeter l'éluât et mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Réaliser un deuxième lavage en ajoutant 500 µl d'AW2.
- Centrifuger pendant 3 min à 12000 tour/min.
- Jeter l'éluât et placer le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Centrifuger une nouvelle fois à 10000 tours/min pendant 1 min.

➤ **Elution**

- Placer le filtre dans un tube Eppendorf.
- Ensuite ajouter 25µl de tampon AE.
- Centrifuger pendant 1 min à 8000 tours/min.
- Ajouter une deuxième fois 25ul de tampon AE.
- Centrifuger une dernière fois pendant 1 min à 8000 tours/min.
- Récupérer l'éluât qui contient l'échantillon d'ADN.
- Conserver l'échantillon à +4°C.



1-Rinçage de tique



2-Découpage de tique



3- L'ajout des différents produits chimiques.



4 -Vortex



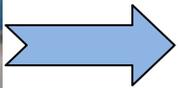
5 -Incubation des échantillons.



6 -Centrifugation des échantillons.



7 -Verser le mix dans un tube collecteur à filtre.



8 -Mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.

**Figure 10:** Extraction de l'ADN avec le kit spécial QIA amp (Originale, 2023).

#### II.4.2.2.1.2 - Extraction avec le kit Mag-Bind Viral Xpress

Le kit Mag-Bind Viral RNA Xpress, permet d'augmenter les débits de purification en réduisant le nombre de réactifs et d'étapes de protocole, tout en permettant une récupération efficace des acides nucléiques viraux avec un transfert d'inhibiteur minimal. Cette étape doit être effectuée dans une hotte bio cap afin d'éviter toute contamination (Figure11).

##### ➤ La lyse

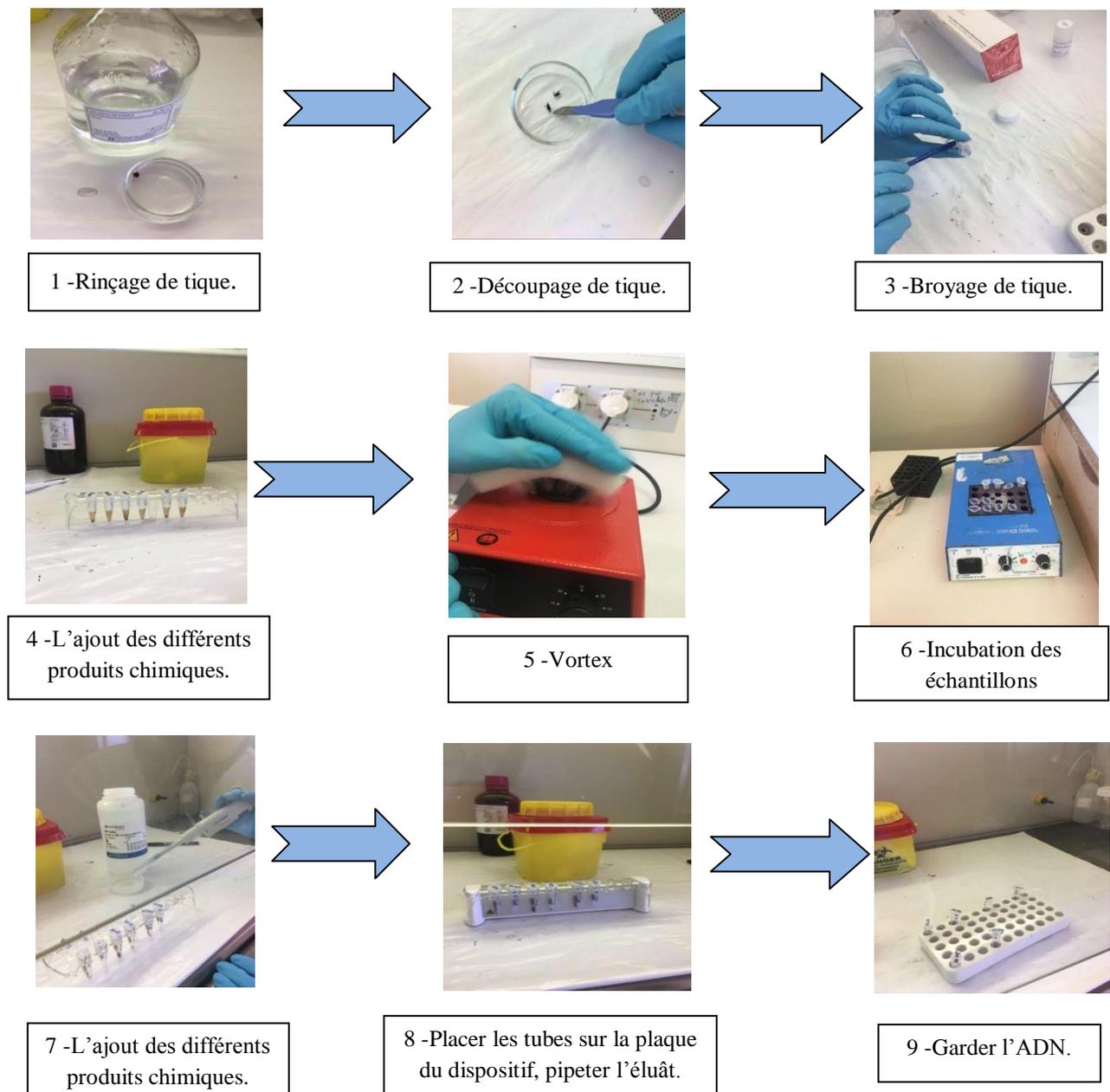
- Rincer les tiques pour éliminer toute trace d'alcool.
- Découper les échantillons en petits morceaux et les mettre dans des tubes Eppendorf.
- Ajouter 240 µl de TNA lysis buffer.
- Les broyer à l'aide de mortiers.
- Ajouter 20 µl de la protéinase k, puis agiter avec le vortex pendant 10 minutes.
- Incuber les échantillons dans un bain à sec à 55°C pendant 2 h.

##### ➤ Purification

- Ajouter 280 µl de Binding Master Mix et mélanger en pipetant de haut en bas.
- Placer les tubes sur la plaque du dispositif de séparation magnétique dynamag2, et laissez reposer une minute.
- Pipeter et jeter l'éluat.
- Retirer la plaque du dispositif de séparation magnétique.
- Ajouter 350 µl de buffer RMP et réaliser un premier lavage.
- Remettre la plaque sur le dispositif de séparation magnétique; et laissez reposer une minute.
- Pipeter et jeter l'éluat.
- Retirer la plaque, et Refaire un deuxième lavage au buffer RMP.
- Retirer la plaque, et ajouter 350 µl d'éthanol et mélanger en faisant des mouvements.
- Vortexer pendant 5 minutes.
- Remettre les tubes sur la plaque du dispositif de séparation magnétique, et laissez reposer une minute.
- Pipeter et jeter l'éluat.
- Retirer la plaque, et ajouter 350 µl d'éthanol et refaire les mêmes étapes que la première.
- Vortexer pendant 5 minutes.

**➤ Elution**

- Retirer la plaque, et ajouter 100  $\mu$ l d'Oméga nucléase free water.
- Vortexer pendant 10 minutes.
- Remettre les tubes sur la plaque du dispositif de séparation magnétique dynamag2, et laissez reposer une minute.
- Pipeter et mettre l'éluât dans un tube eppendorf.
- Garder l'ADN à 4°C.



**Figure 11:** Extraction de l'ADN avec le kit Mag-Bind Viral Xpress (Originale, 2023).

#### II.4.2.2.2. - Amplification de l'ADN génomique

Le principe de la PCR repose sur l'utilisation de l'ADN polymérase, afin d'obtenir par répllication in vitro plusieurs copies d'un fragment d'ADN, même si ce dernier est en quantité infime. Le mélange réactionnel formé d'ADN et de mix sera soumis à plusieurs cycles grâce à un appareil appelé thermocycleur.

##### II.4.2.2.2.1. - Préparation du mix

Le mix doit être réalisé dans des conditions aseptiques (sous une hotte-bio cape), tout en portant des gants au préalable afin d'éviter toute contamination.

Pour obtenir le volume du mix voulu pour une étude, chaque constituant du mix est multiplié par le nombre d'échantillons étudiés en addition de tubes pour les témoins positif et négatif (Tableau 1).

Le mix est ensuite transvasé dans les tubes à raison de 15 µl ensuite 5 µl d'ADN sont ajoutés.

**Tableau 1:** Les produits qui compose le mix.

| Produit               | Rôle                           | Volume pour un échantillon | Volume pour tous les échantillons |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Master mix            | Remplace le kit                | 10 µl                      | 360 µl                            |
| Primer 1              | Le Reverse et le Forward.      | 0.5 µl                     | 18 µl                             |
| Primer 2              |                                | 0.5 µl                     | 18 µl                             |
| Sonde                 | Pour la détection du pathogène | 2 µl                       | 72 µl                             |
| Eau distillée stérile | Pour l'équilibre               | 2 µl                       | 72 µl                             |
| Total mix             | -                              | 15 µl                      | 540 µl                            |

Le mix est distribué dans les tubes comme suit :

**Tous les échantillons:** 5 µl d'ADN extrait de nos échantillons + 15 µl de mix.

**Témoin positif:** 5 µl d'ADN positif + 15 µl de mix.

**Témoin négatif:** 5 µl d'eau distillé stérile + 15 µl de mix

Une centrifugation de quelques secondes, à l'aide de centrifugeuse adaptées au format des tubes de type «Smart Cycler professionnel» a été effectuée. Puis, les tubes ont été placés dans le Smart Cycler.

#### II.4.2.2.2. - La RT-PCR

La PCR est un bon outil moléculaire pour l'identification des genres de bactéries. Elle est basée sur la technologie Taq Man. Pour la réalisation de la PCR, nous avons examiné 9 espèces de tiques qui sont *Ixodes ricinus*, *Boophilus annulatus*, *Hyalomma impeltatum impeltatum*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma detritum detritum*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum marginatum* et *Rhipicephalus turanicus*. Nous avons codé les échantillons pris en considération en fonction de leur lieu de prélèvement, du sexe de l'individu et de la date d'échantillonnage. Nous avons cherché la présence de genre *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii*.

Lors de l'analyse par PCR sur des prélèvements biologiques, elle utilise les sondes et amorces décrites dans le tableau 2.

**Tableau 2:** Sonde et amorce utilisée en PCR en temps réel.

| Pathogènes ciblés        | Amorce et Sonde | Séquence (5'-3')                       |
|--------------------------|-----------------|--|
| <i>Rickettsia</i> sp.    | RKND03R         | 5'-GTA-TCT-TAC-GAA-TCA-TTC-TAA-TACG-3' |
|                          | RKND03F         | 5'-GTG-AAT-GAA-AGA-TTA-CAC-TAT-TTAT-3' |
|                          | RKND03S         | 5'-CTA-TTA-TGC-TTGC-GGC-TGT-CGG-TCC-5' |
| <i>Coxiella burnetii</i> | IS111R          | 5'-CAC-AGA-GCC-ACG-GTA-TGA-ATC-3'      |
|                          | IS111F          | 5'-CAA-GAA-ACG-TAT-CGC-TGT-GGC-3'      |
|                          | IS111S          | 5'-CCG-AGT-TCG-AAA-CAA-TGA-GGG-CTG-3'  |

L'amplification est réalisée par l'automate "Smart Cycler" piloté par un ordinateur, qui permet de suivre en temps réel les données et leurs traitements. Il présente deux blocs munis de 16 puits chacun, tous indépendants les uns des autres, ce qui donne la possibilité de réaliser plusieurs PCR en même temps. Les résultats sont exprimés en nombre de cycles requis pour que la quantité d'ADN amplifiée soit détectable. Ainsi, plus la quantité initial d'ADN est faible plus le nombre de cycles requis sera élevé, et le contraire est juste également (figure 12).

Avant de commencer les cycles de PCR une étape de chauffage de 15 minutes à 95°C dite dénaturation initiale, est réalisée. En effet, la température élevée à cette étape aide à inactiver les protéases ou nucléases thermolabiles qui peuvent être présentes dans l'échantillon, avec un impact minimal sur les ADN polymérases thermostables. Ensuite, elle est suivie de 40 cycles d'amplifications de 90 secondes chacun. Chaque cycle est donc constitué de 3 étapes différentes qui sont:

**II.4.2.2.2.1 - La dénaturation: 94° C pendant 30 secondes**

La première étape s'effectue à 94°C afin de dénaturer l'ADN en simple brin. En effet, l'ADN perd sa structure caractéristique en double hélice, les liaisons hydrogènes reliant les bases de chaque brin d'ADN étant instables à cette température. L'ADN double-brin est dénaturé en ADN simple brin.

**II.4.2.2.2.2 - L'hybridation: 53°C pendant 30 secondes**

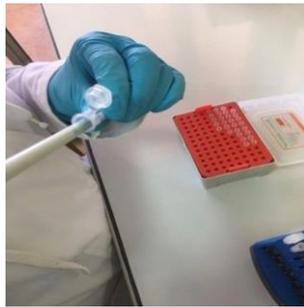
La baisse de T° lors de cette étape permet la reformation des liaisons hydrogènes. Les amorces reconnaissent et se fixent à leurs séquences complémentaires en reformant des liaisons hydrogène. On dit que les amorces s'hybrident au brin d'ADN.

**II.4.2.2.2.3 - Elongation: 72°C pendant 30 secondes**

La 3ème étape sert à activer la Taq polymérase qui catalyse la réplication à partir des ADN monocaténaux amorcés. A la fin de chaque cycle, il résulte 2 copies d'ADN. Il faut 40 tours pour synthétiser une quantité analysable d'ADN. Au-delà de ces 40 tours, il n'y a plus de matériel génétique pour permettre la poursuite du processus, l'ADN risque donc soit de s'enrouler sur soi ce qui peut en résulter de faux négatifs soit se retrouver à nouveau en un seul brin ce qui est sa forme la moins stable.



Préparation du mix : P1 (R), P2 (F), Sonde, Master mix, Eau distillée



Addition des ADN extraits dans les tubes PCR



Centrifugation dans des Mini centrifugeuses.



Lecture de Résultats.

**Figure 12:** les principales étapes de la RT-PCR (Originale, 2023).

## II.5. - Méthodes d'exploitation des résultats

Les résultats obtenus sont traités par les indices écologiques de composition et de structure, et les indices parasitaires.

### II.5.1 - Indices écologiques de composition

Ces indices comprennent les richesses totales (S) et les fréquences centésimales (AR.%).

#### II.5.1.1. - Richesse totale (S)

D'après **Blondel (1979)**, la richesse totale est le nombre total des espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné.

#### II.5.1.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R%)

La fréquence **F** est le pourcentage des individus d'une espèce **N<sub>i</sub>** par rapport au nombre total des individus **N** (**Dajoz, 1975**)

$$F (\%) = N_i/N * 100$$

**N<sub>i</sub>**: nombre des individus de l'espèce prise en considération.

**N**: nombre total des individus de toutes les espèces.

### II.5.2 - Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure sont présentés par la diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équitabilité (E).

#### II.5.2.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver

L'indice de Shannon-Weaver rend compte de la diversité des espèces que composent les peuplements dans un milieu. Il établit le lien entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus d'un même écosystème ou d'une même communauté.

$$H' = - \sum q_i * \log_2 q_i$$

**H'**: Indice de Shannon-Weaver exprimé en unités Bits (Unités d'information binaire).

**q<sub>i</sub>**: Fréquence relative de l'espèce **i** par rapport aux individus de l'ensemble du peuplement, qui peut s'écrire :

$$q_i = n_i / N$$

**ni**: Nombre des individus de l'espèce i.

**N**: Nombre totale des individus.

**Log<sub>2</sub>**: Logarithme népérien à base de 2.

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité de chaque milieu pris en considération. Si cette valeur est faible (proche de 0 ou de 1) le milieu est pauvre en espèces ou le milieu n'est pas favorable. Par contre si cet indice est plus élevé (supérieur à 2) cela implique que le milieu est très peuplé en espèces et qu'il est favorable. Cet indice de diversité varie à la fois en fonction du nombre des espèces présentes et en fonction de l'abondance de chacune d'elle (**Barbault, 1981**).

#### II.5.2.2. - Indice d'équitabilité ou d'équirépartition (E)

Cet indice correspond au rapport de la diversité observée  $H'$  et la diversité maximale  $H'_{\max}$  (**Blondel, 1979**),  $H'_{\max}$  est calculé grâce à la formule suivante:

$$H'_{\max} = \log_2 * S$$

**S** : richesse totale

**H'max** est exprimé en bits  $E = H'/H_{\max}$

Les valeurs de E varient entre 0 et 1. Quand cette valeur tend vers 0 cela signifie que les espèces de milieu ne sont pas en équilibre entre elles mais il existe une certaine dominance d'une espèce par rapport aux autres. Si par contre la valeur tend vers 1 cela veut dire que les individus des espèces sont en équilibre entre eux (**Barbault, 1981**)

#### II.5.3 - Indices parasitaires

La prévalence est calculée, ainsi que l'abondance et l'intensité moyenne des tiques trouvées chez les bovins. Les indices parasitaires proposés par **Margolis et al., (1982)** sont les suivants:

##### II.5.3.1. - Prévalence (P)

C'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) par une espèce parasite (n) au nombre de bovins examinés (H).

$$P (\%) = N/H * 100$$

**II.5.3.2 - Abondance (A)**

C'est le rapport de nombre total des individus d'une espèce parasite (n) au nombre total des individus examinés H.

$$A = n/H$$

**II.5.3.3. - Intensité parasitaire (I)**

Elle correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) dans un échantillon d'hôtes au nombre total d'hôtes infestés (N) dans l'échantillon.

$$I = n/N$$

# Chapitre III: Résultats

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats de la collecte des tiques trouvées dans les différentes stations d'étude dans la région de Tizi-Ouzou. La liste des espèces récoltées sera présentée et exploitée par les indices écologiques.

**III. 1. -Résultats de la collecte des tiques dans la région de Tizi-Ouzou**

**III.1.1 -Espèces identifiées**

Les espèces récoltées sont le résultat des sorties effectuées au cours de 04 mois (du Mois de janvier au mois d'avril 2023). Durant cette période nous avons capturé 267 individus dont 132 femelles, 116 mâles et 19 nymphes, réparties en ordre des Ixodida, famille des Ixodidae. Le tableau 3 regroupe les différentes espèces recensées lors de l'échantillonnage sur nos terrains d'étude.

**Tableau 3:** Liste des espèces récoltées dans les quatre stations de la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

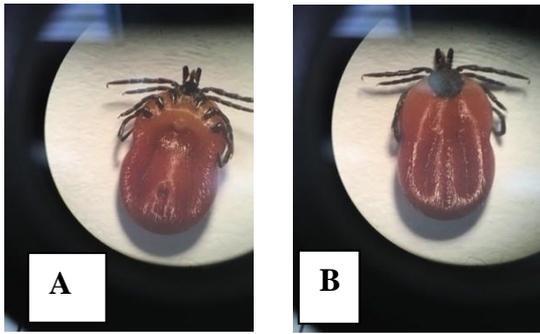
| Région          | Nbre Ind   | Nbre d'espèces | Espèces                               | Nbre Ind par espèce | ♀          | ♂          | N         |
|-----------------|------------|----------------|---------------------------------------|---------------------|------------|------------|-----------|
| Bouzeguène      | 188        | 9              | <i>Ixodes ricinus</i>                 | 19                  | 13         | 2          | 4         |
|                 |            |                | <i>Boophilus annulatus</i>            | 52                  | 41         | 0          | 11        |
|                 |            |                | <i>Hyalomma impeltatum impeltatum</i> | 5                   | 2          | 3          | 0         |
|                 |            |                | <i>Hyalomma lusitanicum</i>           | 16                  | 3          | 9          | 4         |
|                 |            |                | <i>Hyalomma detritum detritum</i>     | 82                  | 34         | 48         | 0         |
|                 |            |                | <i>Rhipicephalus bursa</i>            | 3                   | 0          | 3          | 0         |
|                 |            |                | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>       | 1                   | 0          | 1          | 0         |
|                 |            |                | <i>Hyalomma marginatum marginatum</i> | 9                   | 3          | 6          | 0         |
|                 |            |                | <i>Rhipicephalus turanicus</i>        | 1                   | 0          | 1          | 0         |
| Ouacif          | 53         | 3              | <i>Ixodes ricinus</i>                 | 3                   | 2          | 1          | 0         |
|                 |            |                | <i>Hyalomma detritum detritum</i>     | 49                  | 19         | 30         | 0         |
|                 |            |                | <i>Hyalomma sp.</i>                   | 1                   | 1          | 0          | 0         |
| Mekla           | 15         | 1              | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>       | 15                  | 8          | 7          | 0         |
| Draa Ben Khedda | 11         | 4              | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>       | 3                   | 1          | 2          | 0         |
|                 |            |                | <i>Rhipicephalus turanicus</i>        | 3                   | 1          | 2          | 0         |
|                 |            |                | <i>Hyalomma lusitanicum</i>           | 3                   | 2          | 1          | 0         |
|                 |            |                | <i>Boophilus annulatus</i>            | 2                   | 2          | 0          | 0         |
| <b>Total</b>    | <b>267</b> | <b>10</b>      |                                       | <b>267</b>          | <b>132</b> | <b>116</b> | <b>19</b> |

♂: Mâle.

♀: Femelle

N: Nymphe.

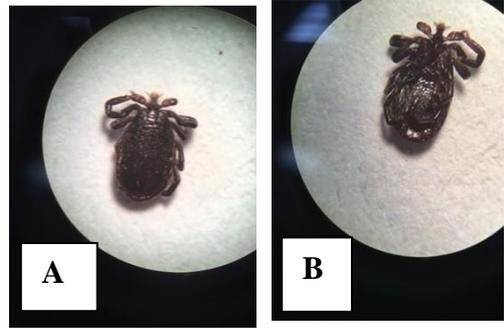
L'identification morphologique des échantillons collectés dans les quatre stations étudiées a révélée la présence de 10 espèces. Les tiques recensées sont: *Ixodes ricinus*, *Boophilus annulatus*, *Hyalomma impeltatum impeltatum*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma detritum detritum*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum marginatum*, *Rhipicephalus turanicus* et *Hyalomma sp.* (Figure 13).



**A**

**B**

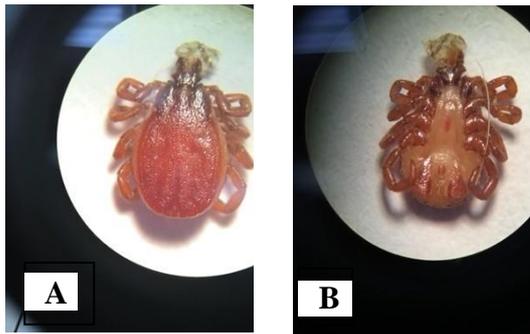
**A:** vue ventrale; **B:** vue dorsale, *Ixodes ricinus* (femelle).



**A**

**B**

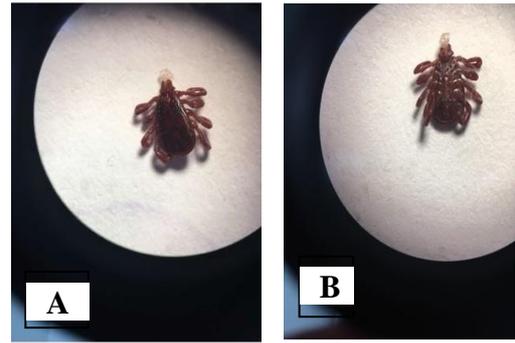
**A:** vue dorsale; **B:** vue ventrale, *Ixodes ricinus* (mâle).



**A**

**B**

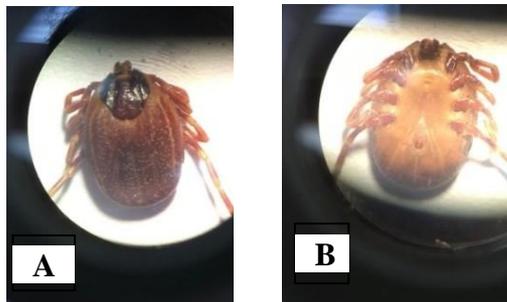
**A:** vue dorsale; **B:** vue ventrale, *Rhipicephalus sanguineus* (femelle).



**A**

**B**

**A:** vue dorsale; **B:** vue ventrale, *Rhipicephalus sanguineus* (mâle).



**A**

**B**

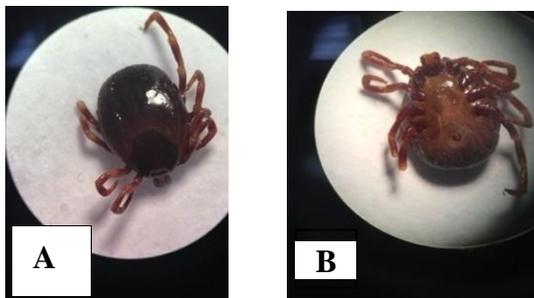
**A:** vue dorsale; **B:** vue ventrale, *Hyalomma detritum detritum* (femelle).



**A**

**B**

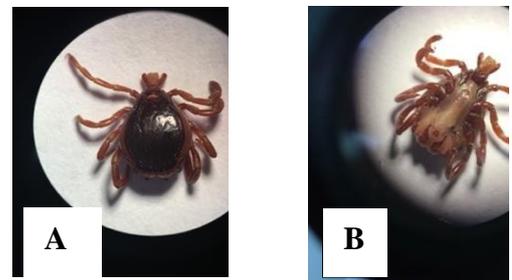
**A:** vue dorsale; **B:** vue ventrale, *Hyalomma detritum detritum* (mâle).



**A**

**B**

**A:** vue dorsale; **B:** vue ventrale, *Hyalomma marginatum marginatum* (femelle).



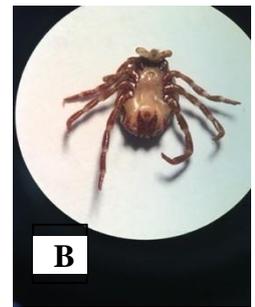
**A**

**B**

**A:** vue dorsale; **B:** Vue ventrale, *Hyalomma marginatum marginatum* (mâle).



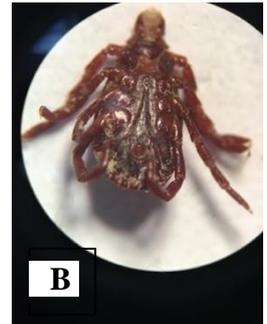
A: vue dorsale; B: vue ventrale, *Hyalomma impeltatum impeltatum* (femelle).



A: Vue dorsale; B: Vue ventrale, *Hyalomma impeltatum impeltatum* (mâle).



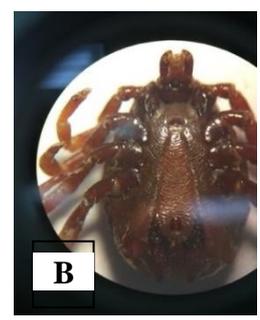
A: vue dorsale; B: Vue ventrale, *Rhipicephalus turanicus* (mâle).



A: vue dorsale; B: vue ventrale, *Rhipicephalus turanicus* (femelle).



A: vue dorsale ; B: vue ventrale, *Hyalomma lusitanicum* (femelle).



A: vue dorsale; B: vue ventrale, *Hyalomma lusitanicum* (mâle).



A: vue dorsale; B: Vue ventrale, *Boophilus annulatus* (femelle).

Figure 13: Les différentes espèces de tiques récoltées dans la région de Tizi-Ouzou

(Originale, 2023).

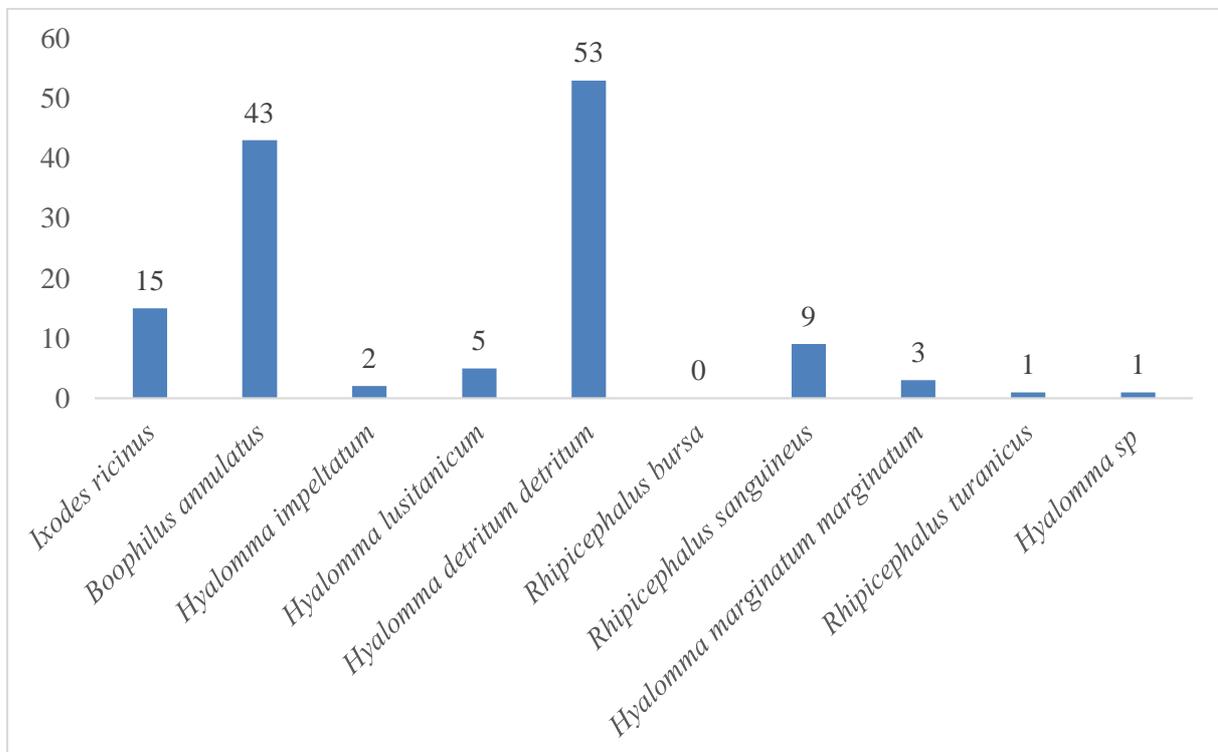
### III.1.2 - Le Sex-ratio des espèces récoltées

La détermination du sexe a pu montrer une forte dominance des femelles avec 132 individus par rapport aux mâles avec 116 tiques (Tableau 3).

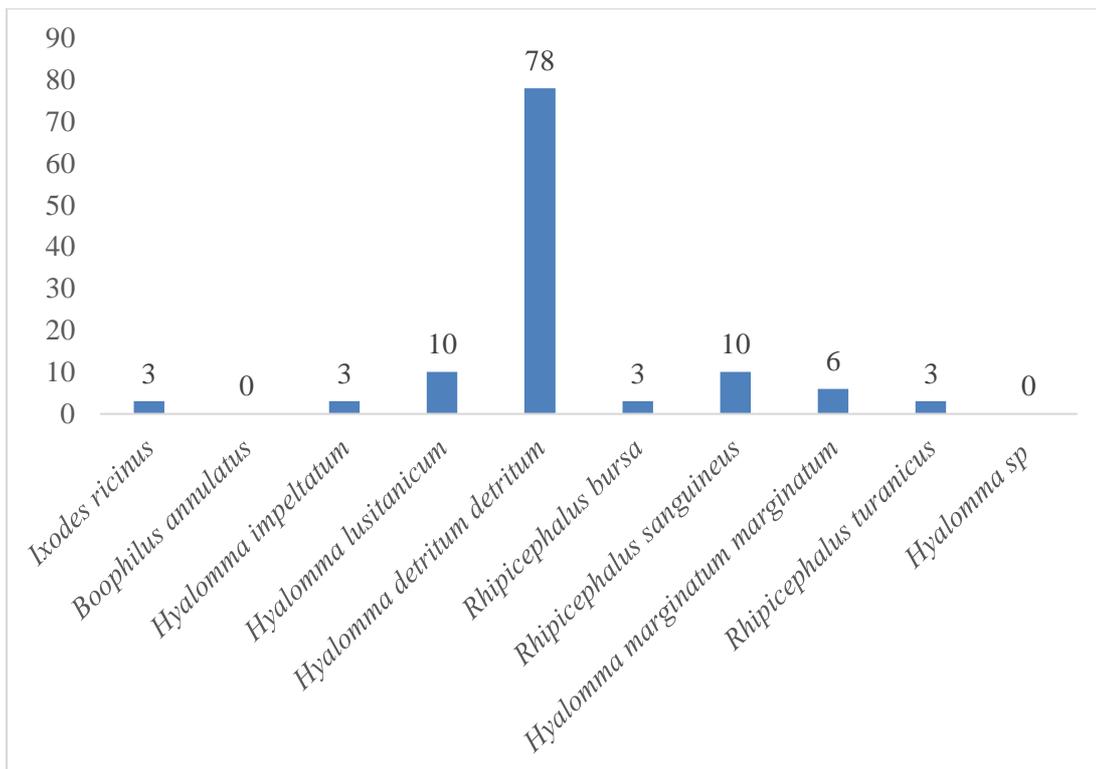
Les données illustrées dans les histogrammes des figures 14 et 15, montrent clairement la dominance du sexe mâle, chez la plupart des espèces, à l'exception de: *Ixodes ricinus* et *Boophilus annulatus* où le nombre de femelles est relativement plus élevé.

D'après le calcul de sex-ratio de nos échantillons qui est de valeur 1,13, nous avons noté que pour 100 éclosions de mâles, nous avons eu 113 éclosions de femelles.

$$\text{Sex-ratio} = \text{Nombre de femelles} / \text{nombre de mâles}$$



**Figure 14:** Nombre de tiques femelles récoltées chez les animaux échantillonnés.



**Figure 15:** Nombre de tiques mâles récoltées chez les animaux échantillonnés.

**III.2. - Exploitation des résultats obtenus dans les stations d'étude par les indices écologiques et parasitaires**

**III. 2.1. - Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques**

**III.2.1.1 - Exploitation des résultats obtenus par l'indice écologiques de composition**

Les résultats sont exprimés par la richesse spécifique ou total (S) ainsi que la fréquence centésimale ou abondance relative (AR%).

**III.2.1.1.1 - La richesse totale des espèces de tiques collectées dans les différentes stations**

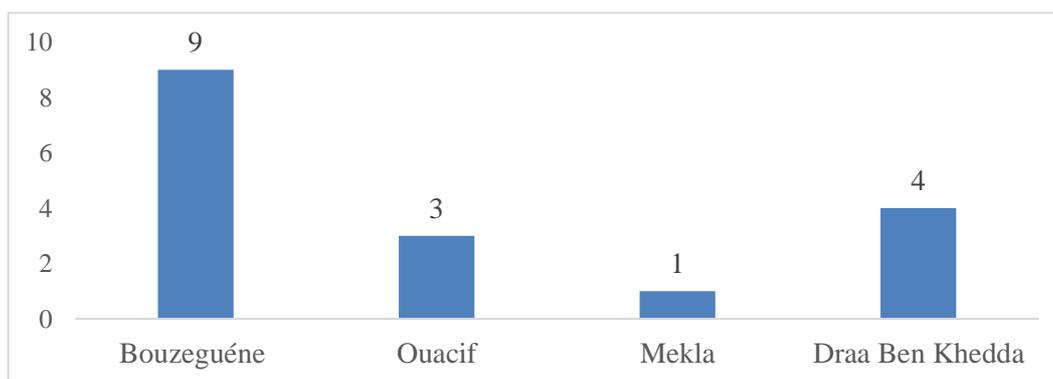
Les résultats de la richesse spécifique (S) des espèces de tiques récoltées dans les quatre stations d'études (Bouzeguène, Draa Ben Khedda, Ouacif et Mekla) sont mentionnés dans le Tableau 4.

**Tableau 4:** Richesse totale des espèces de tiques collectées dans les différentes stations.

| Station         | Bouzeguène | Ouacif | Mekla | Draa Ben Khedda |
|-----------------|------------|--------|-------|-----------------|
| Richesse totale | 9          | 3      | 1     | 4               |

Les richesses totales des tiques collectées dans les quatre stations sont comme suit: neuf espèces ont été collectées dans la station de Bouzeguène, il s'agit de *Ixodes ricinus*, *Boophilus annulatus*, *Hyalomma impeltatum impeltatum*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma detritum detritum*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum marginatum* et *Rhipicephalus turanicus*. Trois espèces représentent la richesse totale de la station de Ouacif, l'espèce *Ixodes ricinus*, *Hyalomma detritum detritum* et *Hyalomma sp.* Une seule espèce représente la station de Mekla, l'espèce *Rhipicephalus sanguineus*. Enfin, quatre espèces représentent la richesse totale de la station de Draa Ben Khedda, nous avons l'espèce *Boophilus annulatus*, *Hyalomma lusitanicum*, *Rhipicephalus turanicus* et enfin *Rhipicephalus sanguineus*.

Nous remarquons que certaines espèces sont communes entre certaines régions d'études, telles que *Ixodes ricinus* et *Hyalomma detritum detritum* qui sont uniquement présentes dans deux stations, Bouzeguène et ouacif. En revanche *Rhipicephalus sanguineus* est retrouvée dans toutes les stations d'étude, à l'exception de Ouacif. De plus, les espèces *Boophilus annulatus*, *Rhipicephalus turanicus* et *Hyalomma lusitanicum* sont exclusivement présentes à Bouzeguène et Draa Ben Khedda. On trouve aussi les espèces *Hyalomma impeltatum impeltatum* et *Hyalomma marginatum marginatum* sont uniquement retrouvées à Bouzeguène, tandis que *Hyalomma sp.* est présente uniquement à Ouacif. Cet écart peut être dû d'une part, aux conditions climatiques propres à chaque station mais aussi à la variation d'altitude, aux exigences écologiques de ces espèces (figure 16).



**Figure 16:** Richesses totales des tiques récoltées dans chaque station d'étude

### III. 2.1.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative

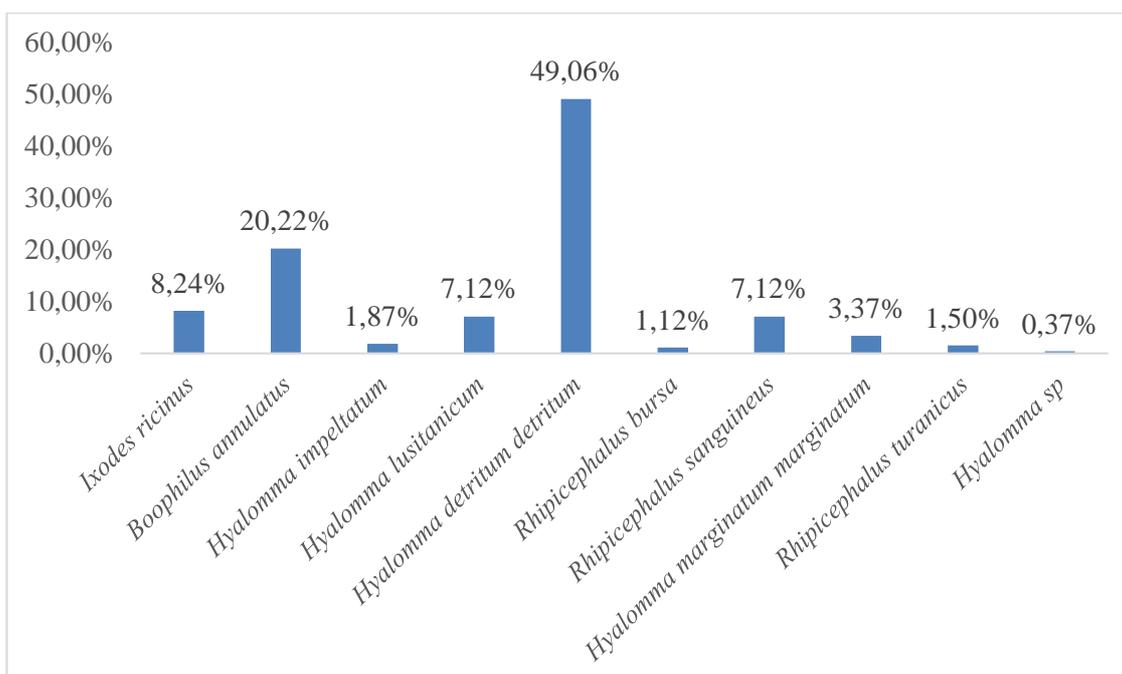
#### III.2.1.2.1. - Abondance relative (AR%) ou fréquence centésimale des espèces de tiques récoltées dans les différentes stations d'étude

Les abondances relatives des différentes espèces collectées dans les différentes stations pendant la période d'étude, sont représentées dans le tableau 5:

**Tableau 5:** Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude.

| Espèce de tiques                      | Nbre Ind | Abondance relative (%) |
|---------------------------------------|----------|------------------------|
| <i>Ixodes ricinus</i>                 | 22       | 8,24%                  |
| <i>Boophilus annulatus</i>            | 54       | 20,22%                 |
| <i>Hyalomma impeltatum impeltatum</i> | 5        | 1,87%                  |
| <i>Hyalomma lusitanicum</i>           | 19       | 7,12%                  |
| <i>Hyalomma detritum detritum</i>     | 131      | 49,06%                 |
| <i>Rhipicephalus bursa</i>            | 3        | 1,12%                  |
| <i>Rhipicephalus sanguineus</i>       | 19       | 7,12%                  |
| <i>Hyalomma marginatum marginatum</i> | 9        | 3,37%                  |
| <i>Rhipicephalus turanicus</i>        | 4        | 1,50%                  |
| <i>Hyalomma sp.</i>                   | 1        | 0,37%                  |
| Total                                 | 267      | 100,00%                |

La figure 17 montre que *Hyalomma detritum detritum* est l'espèce la plus fréquente avec un taux de 49,06 %. Elle est suivie par *Boophilus annulatus* avec 20,22% et *Ixodes ricinus* avec 8,24%. Ensuite, *Hyalomma lusitanicum* avec un taux de 7,12%, *Rhipicephalus sanguineus* avec un taux de 7,11%, *Hyalomma marginatum* avec 3,37%, *Hyalomma impeltatum impeltatum* avec 1,87%, *Rhipicephalus turanicus* avec 1,50% et *Rhipicephalus bursa* avec 1,12%. Enfin, *Hyalomma sp.*, l'espèce la moins fréquente avec un taux de 0,37%.

**Figure 17:** Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude en 2023.

### III.2.1.2.2. -Abondance relative (AR%) ou Fréquence centésimale des différentes espèces de tiques collectées dans les différentes stations d'étude

L'abondance relative des espèces de tiques collectées en fonction des stations d'études est présentée dans le tableau 6.

**Tableau 6:** Abondance relative (AR%) des espèces de tiques collectées en fonction des stations d'étude.

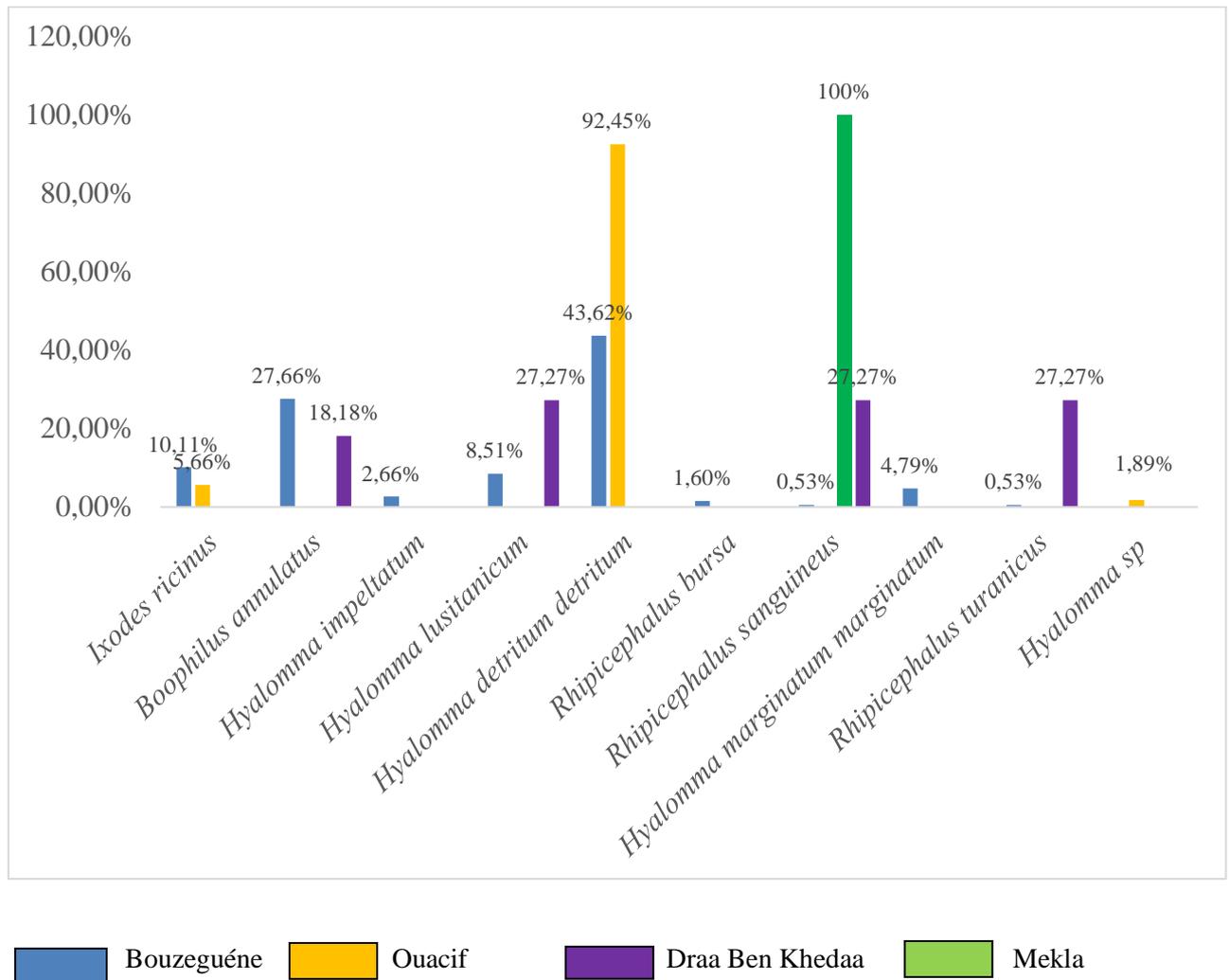
| Espèce                                | Bouzeguène |       | Ouacif   |        | Mekla    |        | Draa Ben khedda |        |
|---------------------------------------|------------|-------|----------|--------|----------|--------|-----------------|--------|
|                                       | Nbre Ind.  | AR(%) | Nbre Ind | A.R(%) | Nbre Ind | A.R(%) | Nbre Ind        | A.R(%) |
| <i>Ixodes ricinus</i>                 | 19         | 10,11 | 3        | 5,66   | 0        | 0      | 0               | 0      |
| <i>Boophilus annulatus</i>            | 52         | 27,66 | 0        | 0      | 0        | 0      | 2               | 18,18  |
| <i>Hyalomma impeltatum impeltatum</i> | 5          | 2,66  | 0        | 0      | 0        | 0      | 0               | 0      |
| <i>Hyalomma lusitanicum</i>           | 16         | 8,51  | 0        | 0      | 0        | 0      | 3               | 27,27  |
| <i>Hyalomma detritum detritum</i>     | 82         | 43,62 | 49       | 92,45  | 0        | 0      | 0               | 0      |
| <i>Rhipicephalus bursa</i>            | 3          | 1,60  | 0        | 0      | 0        | 0      | 0               | 0      |
| <i>Rhipicephalus sanguineus</i>       | 1          | 0,53  | 0        | 0      | 15       | 100    | 3               | 27,27  |
| <i>Hyalomma marginatum marginatum</i> | 9          | 4,79  | 0        | 0      | 0        | 0      | 0               | 0      |
| <i>Rhipicephalus turanicus</i>        | 1          | 0,53  | 0        | 0      | 0        | 0      | 3               | 27,27  |
| <i>Hyalomma sp.</i>                   | 0          | 0     | 1        | 1,89   | 0        | 0      | 0               | 0      |
| Total                                 | 188        | 100   | 53       | 100    | 15       | 100    | 11              | 100    |

Le tableau ci-dessus (Tableau 6) montre les abondances relatives des espèces de tiques récoltées dans la région de Tizi-Ouzou dans les différentes stations durant la période d'étude. Les abondances relatives enregistrées dans la station de Bouzeguène varient entre 0,53% et 43,62%. C'est l'espèce *Hyalomma detritum detritum* qui est la plus échantillonnée avec un pourcentage de 43,62%, elle est suivie par *Boophilus annulatus* avec 27,65%, puis l'espèce *Ixodes ricinus* avec 10,11%. Ensuite, *Hyalomma lusitanicum* avec 8,51%, *Hyalomma marginatum marginatum* avec 4,79%, *Hyalomma impeltatum impeltatum* avec 2,66%. Enfin, *Rhipicephalus bursa* avec 1,60%, *Rhipicephalus sanguineus* et *turanicus* avec 0,53%.

Dans la station de Ouacif, les abondances relatives des espèces de tiques récoltées durant la période d'études varient entre 1,89% et 92,45%; c'est l'espèce *Hyalomma detritum detritum* qui est la plus échantillonnée, avec un pourcentage de 92,45%, elle est suivie par *Ixodes ricinus* avec 5,66%, puis l'espèce *Hyalomma sp.* avec 1,89%.

Dans la station de Mekla, nous avons enregistré une abondance relative de 100%, l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* est la plus échantillonnée, avec un pourcentage de 100%.

Les abondances relatives enregistrées dans la station de Draa Ben Khedda varient entre 18,18% et 27,27%. Les espèces les plus échantillonnées sont *Hyalomma lusitanicum*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus* avec un même pourcentage qui est de 27,27%, suivie par *Boophilus annulatus* avec 18,18% (Figure 18).



**Figure 18:** Abondance relative (AR%) de chaque espèces de tiques collectées dans les différentes stations.

### III.2.1.2 -Exploitation des résultats obtenus par l'indice écologique de structure

Les résultats qui portent sur les indices de la diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ), de la diversité maximale ( $H'$ max) et l'équitabilité appliqués aux espèces de tiques capturés à la main dans les différentes stations d'étude sont illustrés dans le tableau 7.

**Tableau 7:** Indice de diversité de Shannon Weaver; la diversité maximale et l'équitabilité dans les régions d'étude.

|                  | Bouzeguène | Ouacif | Mekla | Draa Ben Khedda |
|------------------|------------|--------|-------|-----------------|
| $H'$ : (Bits)    | 2,2        | 0,45   | 0     | 1,98            |
| $H'$ max: (Bits) | 3,17       | 1,58   | 0     | 2               |
| E:               | 0,69       | 0,28   | 0     | 0,99            |

**$H'$** :Indice de diversité de Shannon Weaver (Bits);       **$H'$  max**: Diversité maximale (Bits);      **E**: Equitabilité.

Les valeurs de  $H'$  obtenues dans les différentes stations d'étude sont faibles à l'exception de Bouzeguène. La valeur  $H'$  la plus faible est enregistré au niveau de la station de Mekla ( $H'=0$  Bits). Cela peut s'expliquer par une courte durée d'échantillonnage.

La valeur la plus élevée qui est de  $H'=2,2$ Bits enregistrée au niveau de la station de Bouzeguène, avec  $H'$ max = 3,17Bits.

Les valeurs de l'équitabilité dans les deux stations: Bouzeguène et Draa Ben Khedda sont égales à 0,69 et 0,99 respectivement, ces valeurs tendent vers 1 ce qui signifie que les effectifs des espèces de tiques sont régulièrement répartis et que ce peuplement est en équilibre.

Quant à l'équitabilité qui est enregistrée au niveau de la station de Mekla et Ouacif, elle tend vers 0. Ceci signifie que les espèces du milieu ne sont pas en équilibre entre elles, et qu'il existe une certaine dominance d'une espèce par rapport aux autres.

### III.2.2. - Exploitation des résultats obtenus par les indices parasitaires

Les résultats obtenus dans la présente étude dans les quatre stations d'étude (Bouzeguène, Draa Ben Khedda, Mekla et Ouacif) sont exploités par les indices parasitaires suivant: la Prévalence (P), l'Abondance (A) et l'Intensité parasitaire (I). Ces derniers sont mentionnés dans le tableau 8.

**Tableau 8:** Indices parasitaires des tiques collectées dans les quatre stations d'études.

| Station         | Fermes | H  | N  | n  | Prévalence (%) | Abondance | Intensité parasitaire |
|-----------------|--------|----|----|----|----------------|-----------|-----------------------|
| Bouzeguène      | 1      | 15 | 10 | 75 | 66,67          | 5         | 7,5                   |
|                 |        | 15 | 10 | 50 | 66,67          | 3,33      | 5                     |
|                 |        | 15 | 10 | 42 | 66,67          | 2,8       | 4,2                   |
|                 | 2      | 8  | 5  | 21 | 62,50          | 2,63      | 4,2                   |
| Ouacif          | 1      | 4  | 3  | 5  | 75             | 1,25      | 1,67                  |
|                 | 2      | 12 | 12 | 48 | 100            | 4         | 4                     |
| Draa Ben Khedda | 1      | 5  | 5  | 11 | 100            | 2,2       | 2,2                   |
| Mekla           | 1      | 6  | 6  | 15 | 100            | 2,5       | 2,5                   |

**H:** Nombre de hôtes examinés**N:** hôtes infesté**n:** Total des individus d'une espèce parasite parasite

Le calcul des indices parasitaires montre que le taux d'infestation le plus élevé est enregistré à Draa Ben Khedda, Mekla, ainsi que la deuxième ferme à Ouacif avec un pourcentage de 100%, suivie par la première ferme à Ouacif avec un pourcentage de 75%. En dernière position se trouve la région de Bouzeguène avec un pourcentage de 66,67% et 62,5% dans la ferme 1 et 2 respectivement.

En ce qui concerne l'intensité et l'abondance des charges parasitaires, les plus élevées sont observées dans la ferme 1 de la région de Bouzeguène avec une valeur de 7,5 espèces parasite par individus infesté et 5 espèces parasite par individus examinés. Ensuite, la station de Ouacif où les charges parasitaires les plus élevés sont observées dans la ferme 2 avec 4 espèces parasite par individus infesté, et 4 espèces parasite par individus examinés. Puis la station de Mekla avec une valeur de 2,5 espèces parasite par individus infesté et 2,5 espèces parasite par individus examinés. Enfin, la station de Draa Ben Khedda avec une valeur de 2,2 espèces parasite par individus infestés, et 2,2 espèce parasite par individus examinés (tableau 8).

### III.3. - Résultats de la PCR en temps réel

Sur un total de 38 échantillons d'ADN qui provient des tiques de Bouzeguène, Ouacif, Draa Ben Khedda et Mekla; les résultats de recherche de *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii* ce sont révélés tous négatifs, c'est-à-dire ces deux agents pathogènes détectés sont absents dans les échantillons de tiques testées. Les résultats sont regroupés dans le tableau 09.

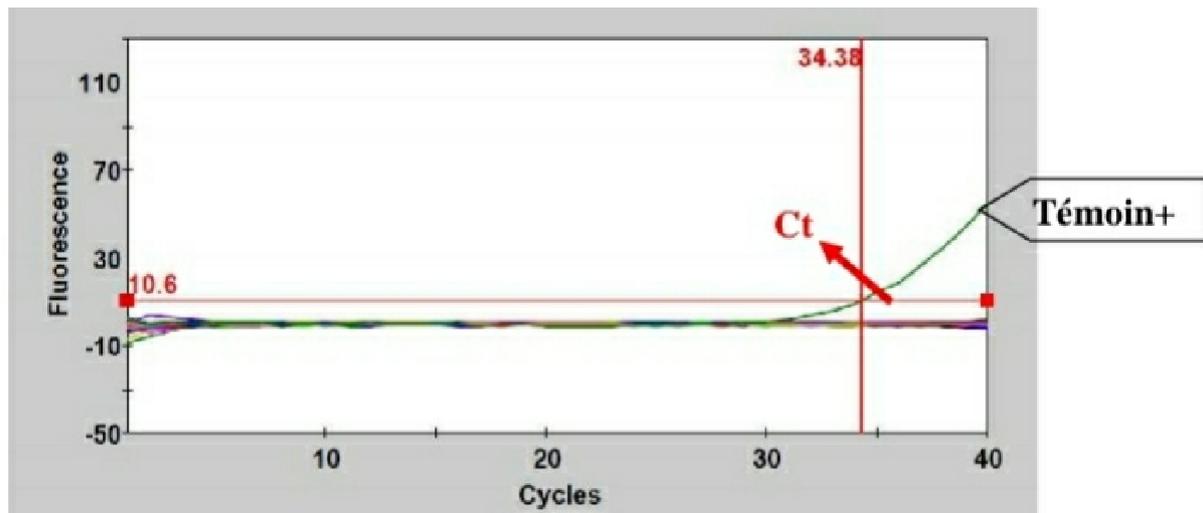
Tableau 9: Liste des échantillons pris en considération lors de la PCR en temps réel.

| Code  | Type d'éch. | Hôte  | Station    | Date et mois | Nombre de tique | Sexe de tique   | Genre et espèce  | Résultat de PCR |
|-------|-------------|-------|------------|--------------|-----------------|---|--|-----------------|
| LB 1  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne | 24/01/2023   | 3               | 2 femelles et une nymphe  | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg             |
| LB 2  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 5               | 4 femelles <i>Boophilus annulatus</i> et un mâle <i>Hyalomma impeltatum impeltatum</i>                          | <i>Boophilus annulatus</i> / <i>Hyalomma impeltatum impeltatum</i> | Neg             |
| LB 3  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 4               | 4 nymphes   | <i>Hyalomma lusitanicum</i>  | Neg             |
| LB 4  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 4               | 4 nymphes   | <i>Boophilus annulatus</i>   | Neg             |
| LB 5  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 5               | 4 femelles <i>Boophilus annulatus</i> et un mâle <i>Hyalomma detritum detritum</i>                              | <i>Boophilus annulatus</i> / <i>Hyalomma detritum detritum</i>     | Neg             |
| LB 6  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne | 17/02/2023   | 5               | 5 femelles  | <i>Boophilus annulatus</i>   | Neg             |
| LB 7  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 4               | 3 mâles et une femelle  | <i>Hyalomma detritum detritum</i>                                  | Neg             |
| LB 8  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 5               | Une femelle et une nymphe <i>Ixodes ricinus</i> et 2 mâles et une femelle <i>Hyalomma marginatum marginatum</i> | <i>Ixodes ricinus</i> / <i>Hyalomma marginatum marginatum</i>      | Neg             |
| LB 9  | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 5               | 2 femelles et un mâle <i>Ixodes ricinus</i> et 2 femelles <i>Hyalomma marginatum marginatum</i>                 | <i>Ixodes ricinus</i> / <i>Hyalomma marginatum marginatum</i>      | Neg             |
| LB 10 | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 3               | Une femelles et un mâle   | <i>Hyalomma impeltatum impeltatum</i>                              | Neg             |
| LB 11 | Tique       | Bovin | Bouzeguéne | 06/03/2023   | 3               | 3 mâles   | <i>Hyalomma detritum detritum</i>                                  | Neg             |
| LB 12 | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 2               | Une femelle <i>Hyalomma detritum detritum</i> et un mâle <i>Rhipicephalus bursa</i>                             | <i>Hyalomma detritum detritum</i> / <i>Rhipicephalus bursa</i>     | Neg             |
| LB 13 | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 2               | Un mâle <i>Rhipicephalus turanicus</i> et une femelle <i>Hyalomma detritum detritum</i>                         | <i>Rhipicephalus turanicus</i> / <i>Hyalomma detritum detritum</i> | Neg             |
| LB 14 | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 2               | 2 femelles  | <i>Hyalomma detritum detritum</i>                                  | Neg             |
| LB 15 | Tique       | Bovin | Bouzeguéne |              | 5               | 2 femelles et 3 mâles   | <i>Hyalomma detritum detritum</i>                                  | Neg             |
| LB 16 | Tique       | Chien | Mekla      | 06/02/2023   | 2               | 2 femelles  | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>                                    | Neg             |
| LB 17 | Tique       | Chien | Mekla      |              | 5               | 3 femelles et 2 mâles   | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>                                    | Neg             |
| LB 18 | Tique       | Chien | Mekla      |              | 3               | 2 mâles et une femelle  | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>                                    | Neg             |
| LB 19 | Tique       | Chien | Mekla      |              | 2               | 2 mâles   | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>                                    | Neg             |
| LB 20 | Tique       | Chien | Mekla      |              | 1               | Un mâle   | <i>Rhipicephalus</i>   | Neg             |

|       |       |       |                 |            |   |  | <i>sanguineus</i>  |     |
|-------|-------|-------|-----------------|------------|---|--|--|-----|
| LB 21 | Tique | Chien | Draa Ben Khedda | 15/02/2023 | 1 | Un mâle  | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>                              | Neg |
| LB 22 | Tique | Chien | Draa Ben Khedda |            | 1 | Une femelle  | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>                              | Neg |
| LB 23 | Tique | Chien | Draa Ben Khedda |            | 3 | Une femelle et 2 mâles   | <i>Rhipicephalus turanicus</i>                               | Neg |
| LB 24 | Tique | Chien | Draa Ben Khedda |            | 3 | Un mâle <i>Rhipicephalus sanguineus</i> et 2 femelles <i>Boophilus annulatus</i> | <i>Rhipicephalus sanguineus</i> / <i>Boophilus annulatus</i> | Neg |
| LB 25 | Tique | Chien | Draa Ben Khedda |            | 3 | Un mâle et 2 femelles  | <i>Hyalomma lusitanicum</i>                                  | Neg |
| LB 26 | Tique | Bovin | Ouacif          | 20/03/2023 | 1 | Une femelle  | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |
| LB 27 | Tique | Bovin | Ouacif          |            | 2 | Un mâle et une femelle   | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |
| LB 28 | Tique | Bovin | Ouacif          | 26/04/2023 | 3 | 3 mâles  | <i>Hyalomma detritum detritum</i>                            | Neg |
| LB 29 | Tique | Bovin | Ouacif          |            | 5 | 2 mâles et 3 femelles  | <i>Hyalomma detritum detritum</i>                            | Neg |
| LB 30 | Tique | Bovin | Ouacif          |            | 4 | 2 mâles et une femelle   | <i>Hyalomma detritum detritum</i>                            | Neg |
| LB 31 | Tique | Bovin | Bouzeguène      | 24/01/2023 | 2 | un mâle et une femelle   | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |
| LB 32 | Tique | Bovin | Bouzeguène      |            | 2 | un mâle et une femelle   | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |
| LB 33 | Tique | Bovin | Bouzeguène      |            | 4 | 2 mâles et 2 femelles  | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |
| LB 34 | Tique | Bovin | Bouzeguène      |            | 1 | une femelle  | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |
| LB 35 | Tique | Bovin | Bouzeguène      | 17/02/2023 | 1 | une femelle  | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |
| LB 36 | Tique | Bovin | Bouzeguène      |            | 1 | une femelle  | <i>Ixodes ricinus</i>  | Neg |

**1. Résultat négatif**

Les lots d'échantillons qui ont été utilisés pour cette RT-PCR sont composés de 36 échantillons plus le témoin positif et négatif cela fait un total de 38 échantillons, ces derniers correspondent dans le tableau ci-dessus au code LB 1 à 36. Ce sont tous de l'ADN extrait à partir de tique en provenance de Bouzeguène, Ouacif, Mekla et de Draa Ben Khedda les résultats de cette première PCR sont tous négatifs, ce résultat est illustré dans la (Figure 19).



**Figure 19:** Graphe des résultats de la détection de *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii* par RT-PCR (Cas négatif).



# Chapitre IV: Discussions

Dans ce chapitre nous allons discuter les différents résultats obtenus au cours de notre étude par les indices écologiques et parasitaires, y compris les résultats obtenus par RT-PCR.

#### IV.1.- Discussion des résultats de la collecte des tiques dans les stations d'étude de la région de Tizi-Ouzou

La collecte effectuée dans la wilaya de Tizi Ouzou dans les différentes stations (Draa Ben Khedda, Mekla, Ouacif et Bouzeguène) durant l'année 2023, a révélé l'existence de 10 espèces: *Hyalomma detritum detritum*, *Hyalomma impeltatum impeltatum*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma marginatum marginatum*, *Hyalomma* sp., *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus*, *Boophilus annulatus* et *Ixodes ricinus*, qui sont réparties sur 4 genres : *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, *Ixodes* et *Boophilus*. Il existe dans les différentes stations des espèces communes, mais aussi des espèces absentes mais présentes dans d'autres stations. Cela peut s'expliquer par plusieurs paramètres, par la différence d'altitude entre les stations, l'état des étables, la présence de la végétation, les conditions climatiques, le fait que les animaux soient tout le temps à l'extérieur ou bien confinés dans les étables peut aussi justifier cette différence.

Les résultats de notre inventaire se rapprochent de ceux de **Abdul Hussain et al., (2004)** qui ont recensé dix espèces, réparties sur tout le territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou et qui sont représentées essentiellement par 5 genres: *Boophilus*, *Rhipicephalus*, *Hyalomma*, *Ixodes*, et *Heamaphysalis*, ces résultats corroborent avec les notre, sauf pour le genre *Heamaphysalis* qui n'a pas été retrouvé.

Nos résultats se rapprochent aussi des résultats trouvés par **Ferhouh et Djennadi (2015)** sur l'inventaire comparatif des tiques de la région de Bouzeguène, qui a révélé l'existence de neuf espèces, réparties sur 4 genres qui sont: *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, *Boophilus* et *Ixodes*.

L'inventaire des tiques effectué par **Benchabane et Soudani (2021)** sur les tiques parasites des animaux domestiques dans la région de Tizi-Ouzou, a révélé la présence de six espèces qui sont: *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus* sp., *Ixodes ricinus*, *Hyalomma detritum detritum*, *Hyalomma* sp.

Dans la station de Mekla, **Bouizegarene et Larbi (2014)**, ont identifié 7 espèces appartenant à 2 genres. En revanche dans notre étude on n'a identifié qu'une seule espèce dans la même station. Plusieurs études sur la dynamique des tiques ixodiennes ont été réalisées.

Les deux inventaire d'infestation des bovins de Tiaret et Jijel ont permis d'identifier 14 espèces de tique dont 11 appartiennent au genre *Hyalomma* et trois au genre *Rhipicephalus* (**Boukaboul, 2003; Benchikh-Elfegoun et al., 2007**). Une autre étude réalisée par

**Benchikh-Elfegoun et al., (2019)** sur la cinétique d'infestation par les tiques des bovins à Constantine a révélé la présence de 7 espèces réparties en 4 genres. L'étude de **Bouchama et al., (2020)** sur la dynamique saisonnière des tiques parasites des bovins dans la wilaya de Sétif a permis d'identifier 7 espèces réparties en 4 genres. **Mellong et al., (2018)** dans leur étude sur la diversité des tiques de bovin dans la région maritime au Togo, 5 genres sur un total de 17 espèces ont été identifiées.

#### IV.2. - Discussion sexe-ratio

Le nombre de mâles est plus important que le nombre de femelles pour chaque espèce, à l'exception de *Boophilus annulatus*, *Ixodes ricinus* et *Hyalomma* sp., où le nombre de femelles est le plus important. Cependant, le nombre total de femelles est plus important que le nombre total de mâles. Cette prédominance pourrait s'expliquer par le fait que seules les femelles prélèvent le sang en grandes quantités sur les animaux pour répondre à leur besoin nutritif d'embryogénèse et de ponte.

Nos résultats se rapprochent avec ceux rapportés par (**El Gueroui, 2005**) dans la région de Guelma, qui relate une prédominance des spécimens du sexe femelle (67,74%) par rapport à ceux du sexe mâle (24,51%). Ainsi que par **Dib et al., (2002)**, qui ont rapporté un taux d'infestation par des tiques femelles (67,47%) par rapport aux mâles (32,52%) dans la région d'El-Tarf) et par (**Boughareb et al., 2002**) qui signale que sur les tiques parasites des bovins de la région de Tizi-Ouzou, les femelles marquent un taux de 60,85% et les mâles 39,14%.

#### IV.3. - Discussion des résultats exploités par les indices écologiques

##### IV.3.1. - Discussion des résultats exploités par la richesse spécifique (S)

La richesse totale des espèces de tiques récoltées dans nos stations d'étude durant l'année 2023 est de l'ordre de 10 espèces, 09 espèces représentent la richesse totale de la station de Bouzeguène, 03 espèces dans la station de Ouacif, 04 espèces dans la station de Draa Ben Khedda et 01 espèces à Mekla. Ces différences peuvent être expliquées par les caractéristiques des stations, et par les conditions et les méthodes de travail, la durée de l'étude et par la période de l'année choisie.

Une autre étude réalisée à Tizi-Ouzou a donné la même valeur dont, une richesse de 10 espèces notée par **Abdul-Husain et al., (2004)**. Une autre valeur proche a été signalée par (**Bouhous et al., 2008**) dans le Sud Algérien, région d'Adrar dans son étude sur l'Ixodidae chez le dromadaire avec une richesse de 9 espèces. La même valeur (9 espèces) est signalée

par **Laamari et al., (2012)** durant leur étude sur l'identification et la biogéographie des tiques parasites des bovins dans la région du Gharb-Chrarda-Beni Hssen au Maroc.

En contrepartie une valeur proche à celle trouvée dans les stations Bouzeguène et Mekla a été signalée par **Bouizgarene et Larbi (2014)**, dans ces mêmes stations.

Une étude faite à Jijel par (**Benchikhi-Elfegoun et al., 2007**) a révélé une valeur de richesse de 5 espèces, durant leur travail sur l'identification et cinétique saisonnière des tiques parasites des bovins dans la région de Taher. Egalement, **Derradj et Kohil, (2020)** ont recensé 7 espèces dans leur étude à Jijel.

### **IV.3.2 - Discussion des résultats exploités par la fréquence centésimal ou abondance relative (AR%) des différentes espèces collectées dans les stations d'étude**

Dans notre étude l'espèce *Hyalomma detritum detritum* s'est montrée la plus abondante avec un taux de 49,06%, suivie par *Boophilus annulatus* avec 20,22%, *Hyalomma* sp. est la moins abondante avec un taux de 0,37 %.

Dans une autre étude menée par **Bouhous et al., (2008)** sur les Ixodidae des dromadaires dans le Sud algérien, dans la région d'Adrar, le genre *Hyalomma* était majoritaire dans les espèces identifiées. Alors que les résultats de l'étude menée par **Aissaoui et al., (2002)**, ont montré que l'espèce *Rhipicephalus bursa* est la plus abondante. Par ailleurs, (**Benchikhi-Elfegoun, et al., 2007**), dans leur étude à Jijel, sur les tiques parasite des bovins; ont trouvé que l'espèce la plus abondante est *Boophilus annulatus*.

### **IV.4.-Discussion des résultats obtenus par l'indice écologique de structure**

#### **IV.4.1. - Discussion à propos de l'indice de diversité Shannon-Weaver et de l'équitabilité**

Les indices de diversité et l'équitabilité dans les différentes stations sont de: 2,2Bits à Bouzeguène avec une équitabilité de 0,69; 1,98Bits à Draa Ben Khedda avec une équitabilité de 0,99, 0Bits à Mekla avec une équitabilité de 0 et 0,45Bits à Ouacif avec une équitabilité de 0,28. Ces trois dernières stations présentent une faible diversité en espèces, ce qui signifie que les effectifs ne sont pas en équilibre entre elles, donc le milieu n'est pas favorable; et la première station Bouzeguène présente une grande diversité en espèces, ce qui implique que les effectifs des espèces ont tendance à être en équilibre entre elles, donc le milieu est favorable.

Par ailleurs, le peuplement est en équilibre à Bouzeguène et Draa Ben Khedda par contre Ouacif et Mekla on a constaté que les espèces ne sont pas en équilibre.

Nos résultats se rapprochent de ceux trouvés par **Bouizgarene et Larbi (2014)** dans la station de Bouzeguène avec une diversité de 3,26Bits et une équitabilité de 0,73. Ainsi, de ceux trouvés par **Teguemount et Ilourmane (2015)** dans son inventaire des Ixodidae à Ain El Hammam avec une diversité de 2,1Bits et une équitabilité de 0,75.

#### IV.5. - Discussion des résultats exploités par les indices parasitaires

Le calcul des indices parasitaires montre que le taux d'infestation le plus élevé est enregistré dans plusieurs fermes de plusieurs stations: le taux le plus haut est enregistré dans la station de Draa Ben Khedda, Mekla et Ouacif dans la ferme 2 avec un pourcentage de 100% En ce qui concerne les autres fermes, nous avons enregistré un taux de 75% dans la ferme 1 de Ouacif. Enfin, un pourcentage de 66,67% dans la ferme 1 de Bouzeguène, et 62,5% dans la ferme 2 de la même station.

En ce qui concerne l'intensité et l'abondance: les charges parasitaires les plus élevées sont observées dans la ferme 1 dans la station de Bouzeguène sont d'une valeur de 7,5 espèce parasite par individu infesté et 5 espèce parasite par individu examiné et une prévalence de 66,67%, Ces résultats rejoignent les travaux de **Ferhouh et Djennadi (2015)** dans une recherche sur l'intensité et l'abondance des indices parasitaires, ils ont trouvés que les charges parasitaires les plus élevées sont observées dans la station de Bouzeguène, avec une valeur de 0,57 espèce parasite par individu infesté et 0,44 espèce parasite par individu examiné. Par contre, dans l'inventaire réalisé par **Amrouche et Ouachek (2016)** en ce qui concerne l'intensité et l'abondance des charges parasitaires, ils ont trouvé que les plus élevées sont observées à Yakouren avec une valeur de 1,5 espèce parasite par individu infesté et 0,5 espèce par individu examiné.

#### IV.6. - Discussion des résultats de la PCR en temps réel

Les résultats de la recherche des agents pathogènes: *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii* dans nos échantillons de tiques, ont été tous négatifs, ce qui signifie: absence de ces deux bactéries dans les spécimens collectés au cours de cette étude. Alors que, **Farhouh et Djennadi (2015)** ont mis en évidence pour la première fois la présence de *Rickettsia* sp. en Algérie, exactement dans la station de Bouzeguène. Dans une autre étude conduite par **Kernif et al., (2012)** sur des spécimens de *Ixodes ricinus* échantillonnés sur des bovins de la région de Tizi-Ouzou et sur des spécimens de *Dermacentor marginatus* recueillies sur la végétation dans la région de Blida, les résultats de PCR quantitatifs en temps réel ont indiqué que

*Rickettsia* sp. était présente dans 11/23 (48%) et 4/9 (44%) des tiques examinées de Tizi-Ouzou et Blida, respectivement.



**Conclusion**

## Conclusion

---

L'étude menée dans la wilaya de Tizi-Ouzou pour recenser les différentes espèces de tiques, est basée sur l'utilisation de la méthode de capture directe à la main sur une durée de quatre mois (janvier à avril 2023).

L'échantillonnage effectué dans les quatre stations: Bouzeguène, Ouacif, Mekla et Draa Ben Khedda, a permis de récolter 267 individus dont 132 femelles, 116 mâles et 19 nymphes. L'identification morphologique des tiques, nous a permis de recenser quatre genres réparties en dix espèces: *Ixodes ricinus*, *Boophilus annulatus*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma detritum detritum*, *Hyalomma impeltatum impeltatum*, *Hyalomma marginatum marginatum*, *Hyalomma* sp., *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus turanicus*.

Les abondances relatives des espèces de tique récoltée dans les différentes stations de la wilaya de Tizi-Ouzou varient entre 49,06% et 0,37%. L'espèce *Hyalomma detritum detritum* est la plus prédominante avec une abondance de 49,06%.

Les résultats de l'indice de Shannon-Weaver ( $H'$  Bits) obtenu dans les trois stations: Ouacif (0,45), Mekla (0) et Draa Ben Khedda (1,98) reflète une faible diversité. Alors que la valeur obtenue dans la station de Bouzeguène (2,2) nous renseigne sur une grande diversité.

Les valeurs de l'équitabilité enregistrées dans les deux stations Bouzeguène (0,69) et Draa Ben Khedda (0,99), impliquent un certain équilibre entre les effectifs des espèces récoltées. Contrairement, dans les stations de Ouacif (0,28) et Mekla (0), les effectifs des espèces récoltées ne sont pas en équilibre.

Les résultats des indices parasitaires ont montré que le taux d'infestation le plus élevé est enregistré dans trois stations: Draa Ben Khedda, Mekla et la deuxième ferme à Ouacif, avec un pourcentage de 100% pour chacune. Suivie de la première ferme à Ouacif avec un pourcentage de 75% et les deux fermes 1 et 2 de Bouzeguène avec un pourcentage de 66,67% et 62,5% respectivement.

Les tiques sont également considérées comme des vecteurs de plusieurs maladies. L'analyse des spécimens collectés au cours de la présente étude par RT-PCR afin de rechercher les deux bactéries *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii*, se sont révélés tous négatifs, mais cela n'élimine pas le rôle vectoriel de ces ectoparasites.

Dans le futur, il serait bénéfique d'étendre l'échantillonnage à d'autres sites de notre région d'étude, ainsi qu'aux régions environnantes, et d'augmenter le nombre de

## **Conclusion**

---

méthodes d'échantillonnage, afin d'approfondir nos connaissances sur les différentes espèces présentes. D'autre part, souligner le rôle des tiques en tant que vecteurs potentiels de maladies en ciblant d'autres agents pathogènes par RT-PCR.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. The text is centered within the scroll.

# Références bibliographiques

1. **Abdellah O., et Rami M., (2020).** Centre de commerce et de loisir à Draa Ben Khedda, Mémoire de Master II, Faculté du génie de la construction, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 56p.
2. **Abdul Hussain A-S., Bitam I., Abdul Hussain M-S., et Cozma V., (2004).** Aperçu sur la dynamique des tiques Ixodidés dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie, *Scientia Parasitologica*, 1 (2): 175-179.
3. **Achi W., (2007).** Contribution à l'étude des tiques parasites des bovins en Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat en Vétérinaire, Faculté de médecine et de pharmacie et d'odonto- stomatologie, Dakar, 109 p.
4. **Aissaoui C., Benakhla A., Benakhla S., Benouareth J-E., (2002).** Identification des principales espèces de tiques des bovins dans la région d'El-Taref (Nord-Est Algérien), 9ème journée, Rencontre Recherche Ruminants (3R), (pp).
5. **Ait Mouloud K., (2021).** Contribution à l'étude de l'état de gestion des déchets ménagers et assimilés dans la commune de Mekla (Wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie), Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 50 p.
6. **Amrouche F., Ouachek Y., (2016).** Inventaire des tiques (Ixodidae) parasites des bovins dans la région de Tizi-Ouzou (Yakouren et Ait Yahia), 57 p.
7. **Badolo H., (2014).** Contribution à l'étude épidémiologique des anaplasmoses et des babésioses suite à l'introduction récente de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888) dans le Sud-Ouest du Burkina Faso, 50 p.
8. **Barbault R., (1981).** Ecologie des populations et des peuplements, Ed.Masson et C, Paris, 200 p.
9. **Bedouhene A., Kelanemer R., Medrouh B., Kernif T., Saidi F., Tail G and Ziam H., (2022).** Seasonal Dynamics and Predilection Sites of Ticks (Acari: Ixodidae) Feeding on Cows in the Western Parts of the Djurdjura, Algeria. *Front. Trop. Dis.* [www.frontiersin.org](http://www.frontiersin.org).
10. **Benchabane M., et Soudani M., (2021).** Inventaire des tiques (Acari : Ixodidae) parasites des animaux domestiques dans la région de Tizi-Ouzou, Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 60 p.

11. **Benchikh Elfegoun M-C., Kohil K., Gharbi M., Afoutni L., Benachour M-L., (2019).** Kinetics of tick infestation in cattle in sub humid Constantine region in Algeria, *Rev., Elev., Med. Vet. Pays Trop.*, 72 (1): 41-45.
12. **Bouchama B., Dik B., Benia F., Mouffok C., (2020).** Dynamique des tiques (Acari: Ixodidae) parasites des bovins dans la région Semi-Aride de la wilaya de Sétif Algérie, *Bull. Soc. Zool. Fr*, 145 (2): 71-81.
13. **Benchikh-Elfegoun M-C., Benakhla A., Bentounsi B., Bouattour A., et Plarroux R., (2007).** Identification et cinétique saisonnière des tiques parasites des bovins dans la région de Taher (Jijel) Algérie. *Ann. Med. Vet.*, 151: 209-214.
14. **Berkain S., Benelhadj F., (2015).** Inventaire des arthropodes et l'étude de quelques parasitoses bovines dans la région de Draa Ben Khedda et Freha (Tizi-Ouzou), Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologiques et des Science Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 70 p.
15. **Berthomier F., (2010).** Parasites externes des chevaux, maladies vectorisées et moyens de lutte, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Nantes, 218 p.
16. **Bitam I., Gern L., Rais O., Zine C., Kemiha A., Boubidi S-C., Harrat Z., Belkaid M., (2002).** Inventaire des populations de tiques (Acarina, ixodidae) parasites des bovidae en Algérie, Journée, organisé par la société Algérienne de médecine vétérinaire au palais de la culture en décembre.
17. **Blondel J., (1979).** Biogéographie et Ecologie, Ed. Masson. Paris, 173 p.
18. **Boughareb A., Bousba Y., Laarbi., (2002).** Contribution à l'étude des tiques (Acarina-Ixodidae) en Algérie, inventaire et dynamique semi saisonnière des populations des tiques dans la région de Tizi-Ouzou, Mémoire D.E.S. en biologie, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 35 p.
19. **Bouhous A., Aissi M., Harhoura K-H., (2008).** Etude des Ixodidae chez le dromadaire dans le sud algérien, région d'Adrar. *Ann. Méd. Vét.*, 152, 52-58.
20. **Bouizgarene S., Larbi K., (2014).** Inventaire des arthropodes parasites les animaux d'élevage et étude de quelque parasitose bovine dans la région de Tizi-Ouzou (Bouzéguène et Mekla), Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 76 p.
21. **Boulanger N., Lipsker D., (2015).** Protection contre les piqûres de tiques. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 142 (4), 245–251.
22. **Boulouis H-P., Maillard R., (2003).** Maladie de lyme chez les bovins, Rickettioses-zoonoses et autre arbo-bacterioses- zoonoses, 5-7.

23. **Bowman A-S., Nuttall P-A., (2008).** Ticks Biology. Disease and control, Cambridge University Press, Cambridge University Press, 518p.
24. **Boukhaboul A. (2003).** Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie. Elev. Méd. Vét., Pays Trop., 56 (3-4): 157-162.
25. **C.C.L.I.N.(2001).** Centre de Coordination de la lutte contre les Infections Nosocomiales de l'Inter région Paris-Nord, Lutte contre les Ectoparasite et Agents Nuisibles et milieu hospitalier: Guide de bonnes pratiques, 127 p.
26. **Chergui S., (2021).** Caractérisation des sites calcaires de Mekla et de Larbaa Nath Irathen, pour une valorisation dans le domaine routier, Mémoire de Master II, Faculté Du Génie de La Construction, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 102 p.
27. **Courtioux B., Hamidovic A., (2020).** Se protéger contre les tiques, Actualités parapharmaceutiques, Elsevier, 59 (593), pp. 52-55.
28. **Cuisance D., Barré N., et De-Deken R., (1994).** Ectoparasites des animaux: méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 13 (4): 1305-1356.
29. **Dajoz R., (1975).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 549 p.
30. **Dantas-Torres F., Chomel B-B., and Otranto D., (2012).** Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective, Trends Parasitol, 28, 437–446.
31. **Dib L., Azouz Z., et Bensouilah M., (2002).** Les tiques des bovins dans l'Est Algérien. Approche taxonomique et distribution spatio-temporelle. Renc. Rech. Ruminant, 9: 46.
32. **Drevon-Gaillot E., (2002).** Les tiques des carnivores domestiques en France et étude comparée des différentes méthodes de retrait manuel, Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude-Bernard Lyon 1. 133 p.
33. **Duvallet G., Fontenille D., Robert V., (2017).** Entomologie médicale et vétérinaire. Marseille, Versailles: IRD Editions, Edition quae, 688 p.
34. **Derradj L., et Kohil K., (2020).** Identification and incidence of hard tick species during summer season 2019 in Jijel Province (northeastern Algeria), Journal of parasitic diseases 1-8.
35. **El Gueroui M., (2005).** Inventaire des tiques parasites des bovins dans la région de Guelma. Mémoire de fin d'étude en médecine vétérinaire, Centre Universitaire d'El-Tarf.
36. **Estrada-Pena A., Bouattiur J-L., Camicas et Walker A-R., (2004).** Ticks of domestic animals in the Mediterranean region ICTTD. University of Zaragoza.131 p.

37. **Estrada-Pena A., Michalca A-D., and Petney T.eds., (2017).** Ticks of Europe and North Africa: A Guide to Species Identification, Springer International Publishing: 10.1007/978-3-319-63760-0.
38. **Euzeby J., Bourdoiseau G., Chauve C-M., (2005).** Dictionnaire de parasitologie médicale et vétérinaire (Vol 1, p 1-492), Édition Tec et Doc., Lavoisier, Édition médicale internationales.
39. **Ferhouh H., et Djennadi M., (2015).** Inventaire comparatif des tiques de la région de Bouzeguène (2014-2015), et la détection moléculaire des *Rickettsia*, Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologique et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 47 p.
40. **Fiche technique, (2008):** Données géographiques sur la région de Ouacif, 45p.
41. **Fiche technique, (2008):** Données géographiques sur la région de Bouzeguène, 8p.
42. **François J-B., (2008).** Les tiques chez les bovins en France, Thèse de doctorat, université Henri Poincaré-Nancy 1, Faculté de pharmacie, Nancy, France, 131 p.
43. **Geffray L., et Paris C., (2001).** Risque infectieux des animaux de compagnie. Ed. Scientifiques et Médicales Elsevier Sas. Méd. Mal Infect. 31 Suppl. 2, P: 126-142.
44. **Goodman S-M., Rakotomanga M-N., Soarimalala V., Boyer S., et Apanaskevich D., (2017).** Les tiques dures (Acari : Ixodidae) ectoparasites de micromammifères non-volants dans la forêt d'Ambohitantely, Madagascar Malagasy Nature, 12: 59-67.
45. **Guetard M., (2001).** *Ixodes ricinus*, Biologie, Elevage, Données bibliographiques, Thèse Doctorat Vétérinaire, Université Paul Sabatier de Toulouse, 188 p.
46. **Guglielmo A-A., and Robbins., R-G., (2018).** Hard Ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae) Parasitizing Humans: A Global Overview. Springer International Publishing, 314p.
47. **Guiguen C., Degeilh B., (2001).** Les tiques d'intérêt médical: Rôle vecteur et diagnose de laboratoire, Revue française des laboratoires, 2001 (N° 338) 49-57.
48. **Haller X., (1992).** Méningo-encéphalite à tique, Les cas alsaciens, le point en 1991, Éléments épidémiologique des départements de l'Est, Thèse, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 130 p.
49. **Harrison A., Montgomery W-I., Bown K-J., (2011).** Investigating the persistence of tick-borne pathogens via the R0 model, Parasitology 138, 896–905.
50. **Hartemink N-A., Randolph S-E., Davis S-A., Heesterbeek J-A-P., (2008).** The basic reproduction number for complex disease systems: Defining R0 for tick-borne infections. American Naturalist, 171: 743-754.

51. **Kebbi R., Nait-Mouloud M., Hassissen L., et Ayad A., (2019).** Seasonal activity of ticks infesting domestic dogs in Bejaia province, Northern Algeria, *Onder stepoort Journal of Veterinary Research* 86 (1), a 17-55.
52. **Keita K., (2007).** Les tiques parasites des ovins dans les élevages des régions du Centre et Sud de la Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 157 p.
53. **Kernif T., Messaoudene D., Ouahioune S., Parola P., Raoult D., Bitam I., (2012).** Spotted fever group *Rickettsiae* identified in *Dermacentor marginatus* and *Ixodes ricinus* ticks in Algeria. *Ticks Tick Borne Dis.*(5-6): P 380-1
54. **Laamri M., El Kharrim K., Belghyti D., Mrifag R., Boukbal M., (2012).** Identification et biogéographie des tiques parasites des bovins dans la région du Gharb Chrarda-Beni Hssen (Maroc), Doctorat Parasitologie Comparée, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail Maroc, 112 p.
55. **Laamri M., Elkharrim K., Mrifag R., Boukbal M., Belghyti D., (2012).** Dynamique des populations de tique parasites des bovins de la région du Gharb au Maroc. *Rev. Elev. Med. vet. des pays tropicaux*, 65(3-4): 57-62.
56. **Madder M., Horak I., Stoltz H., (2014).** Tick identification. *Fac. Vet. Sci. Univ. Pretoria*, 58 p.
57. **Marchand B., (2014).** Parasites et biodiversité: biologie et diversité des protistes et métazoaires parasites, Ed. Ellipses Edition Marketing S.A., Paris, 308 p.
58. **Margolis L., Esch G-W., Holmes J-C., Kuris A-M., et Shad G-A., (1982).** The use ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *J. Parasitol.* 68: 131-133.
59. **Matallah F., Benakhla A., Bouattour A., (2013).** Infestation of dogs by *Rhipicephalus sanguineus* in two regions of the Far Northeast of Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 66 (3): 97-101.
60. **Mccooy K.D., Boulanger N., (2015).** Tiques et maladies à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille: IRD édition, 344 p.
61. **Morel P-C., (2000).** Maladie à tiques en Afrique. In: Chartier C; Itard J et Morel P.C et Troncy P. M. Eds, *Précis de parasitologie vétérinaire tropical*, Ed. Méd. Inter., Cachan, Ed. Tec et Doc, Paris, 452 -761 p.
62. **Mellong E., Nuto Y., Rawa R., et Amevoïn K., (2018).** Diversité des tiques de bovins et variation saisonnière des infestations dans la région maritime au Togo,

- Université de Lomé, Département de Zoologie et Biologie Animale, Faculté des sciences, Lomé, Togo, 36,4, 684-696.
63. **Moulinier C., (2002).** Parasitologie et mycologie médicale, Éléments de morphologie et de biologie. Ed. Médical International, 635-674.
  64. **Moulinier C., (2003).** Parasitologie et mycologie médicales. Ed. EM. Inter. Lavoisier, Paris, 796 p.
  65. **Ostfeld R-S., Price A., Hornbostel V-L., Benjamin M-A. et Keesing F., (2006).** Controlling Ticks and Tick-borne Zoonoses with Biological and Chemical Agents, Bio-Science, 56 (5): 383-393.
  66. **Ouedraogo A-M., (1975).** Les tiques des animaux domestiques de Haute-Volta. Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole. inter-Etat des sciences et médecine vétérinaire de Dakar, 127 p.
  67. **Parola P et Raoult D. (2001).** Ticks and tick-borne bacterial diseases in humans : an emerging infectious threat; Erratum in. Clin Infect; 33(5): 749.
  68. **Perez-Eid C. (2007).** Les tiques, Identification, biologie, importance médicale et vétérinaire. Ed. Lavoisier, Paris, 316 p.
  69. **Perez-Eid, C., Gilot, B. (1998).** Les tiques: cycles, habitats, hôtes, rôle pathogène, lutte. Med. Mal. Infect. 28 (n° spéciale) 335-343.
  70. **Randolph, S.E., Steele, G.M., (1985).** An experimental evaluation of conventional control measures against the sheep tick, *Ixodes ricinus* (L.) (Acari: Ixodidae). II. The dynamics of the tick-host interaction. Bull. Entomol. Res. 75, 501-518.
  71. **Rebaud A., (2006).** Eléments d'épidémiologie de la Babésiose bovine à *Babesia divergens* dans une clientèle des monts du Lyonnais, Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude-Bernard Lyon 194 p.
  72. **Sacca L., (1982).** Les tiques (*Amblyommidae*) parasites de Bovins en république populaire de Benin Thèse de doctorat, université de Dakar, Ecole Inter-État des sciences et médecine vétérinaires, Benin, 79p.
  73. **Sahar O., Meddour R., Leone VS., (2019).** Les causes des incendies de forêts: enquête auprès des bergers dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie), Cinq Continents 9 (19): 24-45.
  74. **Socolovschi C., Doudier B., Pages F., Parola P., (2008).** Tiques et maladies transmises à l'homme en Afrique. Rev. Méd. Trop. 68: 119-133 p.
  75. **Sylla M. (2012).** Contribution à l'étude des tiques dans le Sud-Est de la Mauritanie. Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 106 p.

76. **Tissot-Dupont, H., Raoult D., (1993).** Maladie transmise par les tiques, Revue de Médecine interne, 14(5): 300-306.
77. **Teguemount, k., Ilourmane, F., (2016).** Inventaire des Ixodidae dans deux régions d'études Ain -El- Hammam et Irdjen de la wilaya de Tizi-Ouzou, Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 45 p.
78. **Vayssier-Taussat, M., (2016).** Les tiques : infections, co-infections et moyens de prévention. Acad. Natle. Méd. 200 (7): 1337-1348.