

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE DE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU

Faculté des sciences biologiques et agronomiques

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



En vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences Biologiques.

Spécialité/Option : Biologie des populations et des organismes.

Thème

**Détection moléculaire de *Rickettsia* sp et *Coxiella burnetii*
chez les tiques et les puces dans la région de Tizi-Ouzou.**

Présenté et par :

M^r. SI TAYEB Abdessamed

M^{lle}. YAMOUCHE NE Lisa

Soutenu le : 17/09/2024 Devant le jury composé de :

| | | |
|---|-------------------|-------|
| Promotrice : M ^{me} A. BENELDJOUZI | Attachée d'études | IPA |
| Co-promotrice : M ^{me} K. BRAHMI | Professeure | UMMTO |
| Présidente : M ^{me} O. DJIOUA | MAA | UMMTO |
| Examinatrice : M ^{me} N. KHAMMES-TALBI | MAA | UMMTO |

Année universitaire : 2023 - 2024

Remerciements

El Hamdoulillah, nous remercions « Allah » le tout puissant, pour nous avoir donné le courage, la force et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à notre promotrice **Mme BENELDJOUZI Assia**, Attachée d'études à l'institut Pasteur d'Alger. Pour avoir acceptée d'encadré ce travail et d'avoir suivi son élaboration, pour toutes les orientations, conseils et corrections qu'elle a pu apporter tout au long de la réalisation de ce mémoire. Qu'elle soit assurée de notre profonde reconnaissance.

On remercie profondément notre Co-promotrice **Mme BRAHMI Karima**, Professeure à l'U.M.M.T. O, pour tout le soutien, les conseils et les orientations qu'elle a pu apporter à ce travail. Qu'elle soit assurée de notre profonde reconnaissance.

On remercie **Mme EDDAIKRA**, cheffe de laboratoire d'éco épidémiologie parasitaire et génétique des populations à l'institut pasteur d'Algérie, pour nous avoir accueilli au sein de son laboratoire.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers les membres du jury qui ont généreusement accepté d'évaluer le présent travail, sans oublier tous les enseignants qui ont été à nos côtés tout au long de nos cinq années d'études.

Nos remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à notre projet. Leur soutien, leur encouragement et leur collaboration ont été d'une valeur inestimable pour nous, Merci à tous pour votre précieuse aide et votre soutien indéfectible.

Dédicaces

Après de longues années de travail acharné, nous sommes enfin parvenus au terme d'une étape cruciale de notre parcours, marquée par la rédaction de notre mémoire de fin d'études.

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents SI TAYEB Said et Saliha qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études.

À mes chers frères Mohammed Amine et Abderrahim. et ma chère sœur .Que Allah les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

À mes grands-parents, mes oncles et mes tantes. Que Allah leur donne une longue et joyeuse vie.

À mes cousins, mes voisins et à toute ma famille merci pour leur amour et leurs encouragements.

À mes chers amis Koceila, Massi et Ali, en souvenir de nos éclats de rire et des bons moments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble, j'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.

Sans oublier ma binôme pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

En fin à toutes les personnes qui ont contribué à donner vie à ce travail et qui ont participé à ma réussite.

Abdessamed

Dédicaces

Tous d'abord je remercie le grand dieu tout puissant d'avoir été avec moi dans ma vie et de m'avoir donné la volonté et la patience afin de réaliser ce travail.

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, mes chers frère et sœurs (Manis Fatah, Melissa, Louize et Celine), et mes chers amis.

A ma chère mère « Zeghdoud Lynda » Celle qui m'a donné naissance et m'a donné sans cesse l'amour, la force et le courage. Je ne pourrai jamais te remercier pour ta patience, et ta présence à mes côtés. Je t'aime maman.

A mon cher père « Yamouchene Said » Depuis mon enfance tu es mon plus fort repère, c'est grâce à toi que je suis devenue forte, courageuse et confiante, tu étais toujours le plan solide de ma vie, j'espère que tu seras toujours fier de moi.

A mon binôme « Si Tayeb Abdessamed », qui m'a fait confiance, m'a aidé et partagée cette expérience et ce travail avec moi, pour son soutien, sa patience et son aide au long de cette étude.

A tous mes amis (Zakia, Nadjia, Nesrine, Naila, Hanane et Massinissa) qui m'ont tant encouragée, soutenue moralement, et surtout qui ont vécu avec moi ce périple du début jusqu'à la fin.

Merci d'être présents à mes côtés, que Dieu vous protège et vous garde pour moi Inshallah.

Lisa

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

| | |
|-------------------|----|
| Introduction..... | 01 |
|-------------------|----|

Chapitre I : Généralités sur des tiques et puces

I.1 Rappel bibliographique sur les tiques :

| | |
|--|----|
| I.1.1. Définition..... | 3 |
| I.1.2. Origine..... | 3 |
| I.1.3. Taxonomie..... | 3 |
| I.1.4. Morphologie des Ixodidae..... | 4 |
| I.1.4.1. Morphologie externe..... | 4 |
| I.1.4.2. Morphologie interne..... | 5 |
| I.1.5. Cycle biologique..... | 6 |
| I.1.6. Types évolutifs des tiques..... | 6 |
| I.1.7. Nutrition..... | 7 |
| I.1.8. Rôle pathogène..... | 8 |
| I.1.8.1. Rôle pathogène direct..... | 8 |
| I.1.8.1.1. Action mécanique irritative..... | 8 |
| I.1.8.1.2. Action spoliatrice..... | 8 |
| I.1.8.1.3. Action toxique..... | 8 |
| I.1.8.1.4. Dyshidrose a tique (Sweating sickness)..... | 9 |
| I.1.8.2. Rôle pathogène indirect..... | 9 |
| I.1.8.2.1. Anaplasmose..... | 9 |
| I.1.8.2.2. Borréliose de lyme..... | 9 |
| I.1.8.2.3. Babésiose ovine..... | 10 |

I.2 Rappel bibliographique sur les puces :

| | |
|------------------------|----|
| I.2.1. Définition..... | 11 |
| I.2.2. Origine..... | 11 |
| I.2.3. Taxonomie..... | 12 |

| | |
|---|----|
| I.2.4. Morphologie des Siphonaptera | 12 |
| I.2.4.1. Morphologie externe..... | 12 |
| I.2.4.2. Morphologie interne | 13 |
| I.2.5. Cycle biologique | 15 |
| I.2.6. Rôle Pathogène des puces..... | 16 |

Chapitre II : Données climatiques de la région d'étude

| | |
|---|----|
| II.1. Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou | 17 |
| II.1.1. Situation géographique de la station de Draa Ben Khedda | 17 |
| II.1.2. Situation géographique de la station de Bouzeguène | 17 |
| II.1.3. Situation géographique de la station de Ouacif | 18 |
| II.1.4. Situation géographique de la station de Mekla | 18 |
| II.1.5. Situation géographique de la station de Tizi Rached | 18 |
| II.2. Facteurs écologiques de la région Tizi-Ouzou | 19 |
| II.2.1. Facteurs abiotiques de la région Tizi-Ouzou | 19 |
| II.2.1.1. Facteurs édaphiques de la région Tizi-Ouzou | 20 |
| II.2.1.2. Facteurs hydrographiques de la région Tizi-Ouzou | 20 |
| II.2.1.4. Facteurs climatiques de la région de Tizi-Ouzou | 20 |
| II.2.1.4. Synthèse climatique de la région de Tizi-Ouzou..... | 22 |
| II.2.1.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussen | 23 |
| II.2.1.4.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger | 24 |
| II.2.2. Facteurs biotiques de la région Tizi-Ouzou | 26 |
| II.2.2.1. La faune et la flore de la région de Tizi-Ouzou..... | 26 |

Chapitre III : Matériels et Méthodes

| | |
|--|----|
| III.1. Choix des stations d'étude | 27 |
| III.2. Période et objectif d'étude | 27 |
| III.3. Types d'élevages | 27 |
| III.3.1. Elevages modernes | 27 |
| III.3.2. Refuges | 28 |
| III.4. Matériel et méthodes | 28 |
| III.4.1. Matériel | 28 |
| III.4.2. Méthodes | 28 |

| | |
|---|----|
| III.4.2.1. Collecte des ectoparasites | 29 |
| III.4.2.2. Identification morphologique des ectoparasites | 29 |
| III.4.2.3. Extraction d'ADN génomique | 32 |
| III.4.2.4. Dosage des ADNs | 35 |
| III.4.2.5. Amplification de l'ADN génomique | 36 |
| III.4.2.6. Préparation du mix | 36 |
| III.4.2.7. Polymérase Chain Réaction | 36 |
| III.4.2.8. Electrophorèse sur gel d'agarose | 37 |
| III.5. Méthodes d'exploitation des résultats | 38 |
| III.5.1. Indices écologiques de composition | 38 |
| III.5.2. Indices écologiques de structure | 38 |
| III.5.3. Indice de diversité de Shannon-Weaver | 38 |
| III.5.4. Indice d'équitabilité | 39 |
| III.5.5. Indices parasitaires | 39 |
| III.5.5.1. Prévalence | 39 |
| III.5.5.2. Abondance | 40 |
| III.5.5.3 Intensité parasitaire | 40 |

Chapitre IV : Résultats

| | |
|--|----|
| IV.1. Résultats de l'identification | 41 |
| IV.1.1. Résultats de la collecte des tiques dans la région de Tizi-Ouzou | 45 |
| IV.1.2. Le sexe ratio des espèces récoltes | 45 |
| IV.1.3 Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques et parasitaires | 46 |
| IV.1.3.1. Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques de composition | 46 |
| IV.1.3.1.1. Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques de composition | 46 |
| IV.1.3.1.2. La richesse totale des espèces des tiques collectées dans les différents stations .. | 46 |
| IV.1.4. Fréquence centésimale ou abondance relative | 47 |
| IV.1.4.1. Abondance relative ou fréquence centésimale des espèces des tiques récoltées | 47 |
| IV.1.4.2. Exploitation des résultats obtenue par l'indice écologiques de structure | 50 |
| IV.1.5. Exploitation des résultats obtenue par les indices parasitaires | 51 |
| IV.1.2. Résultats de la collecte des puces dans la région de Tizi-Ouzou | 53 |
| IV.2.2. Le sexe ratio des espèces récoltes | 53 |
| IV.2.3 Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques et parasitaires | 54 |

| | |
|--|----|
| IV.2.3.1. Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques de composition | 54 |
| IV.2.3.1.1. Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques de composition | 54 |
| IV.2.3.1.2. La richesse totale des espèces des puces collectées dans les différents stations ... | 54 |
| IV.2.4. Fréquence centésimale ou abondance relative | 55 |
| IV.2.4.1. Abondance relative ou fréquence centésimale des espèces des puces récoltées | 55 |
| IV.2.4.2. Exploitation des résultats obtenue par l'indice écologiques de structure | 57 |
| IV.2.5. Exploitation des résultats obtenue par les indices parasitaires | 58 |
| IV.3. Résultats de la PCR | 59 |
| IV.3.1. la PCR Standard | 59 |
| IV.3.2. qPCR. | 60 |

Chapitre V : Discussions

| | |
|--|----|
| V.1. Discussions des résultats de la collecte des tiques dans les stations d'études de la région de Tizi-Ouzou | 61 |
| V.2. Discussions du Sex-ratio..... | 62 |
| V.3. Discussions des résultats exploites par les indices écologiques | 63 |
| V.3.1. Discussions des résultats exploites par la richesse spécifique | 63 |
| V.3.2. Discussions des résultats exploites par fréquence centésimal ou abondance relative | 63 |
| V.4. Discussions des résultats obtenus par l'indice écologiques de structure | 64 |
| V.4.1. Discussions à propos de l'indice de diversité Shannon-Weaver et de l'équitabilité | 64 |
| V.5. Discussions des résultats exploites par les indices parasitaires | 64 |
| V.6. Discussions des résultats de la PCR | 67 |

Conclusion.....68

Références bibliographiques

Résumé

Summary

تلخيص

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 01 : la classification des Metastigmata | 4 |
| Figure 02 : Morphologie générale schématique d'une tique Ixodida..... | 5 |
| Figure 03 : Schéma de la disposition des appareils digestif et génital des tiques femelles..... | 6 |
| Figure 04 : Exemple de cycle triphasique d'une tique de la famille des Ixodidae..... | 7 |
| Figure 05 : Morphologie générale de <i>Paractenopsyllus juliamarinus</i> , femelle Gr x10..... | 13 |
| Figure 06 : Appareil génital femelle..... | 14 |
| Figure 07 : Appareil génital mâle..... | 15 |
| Figure 08 : Cycle de développement de la puce..... | 15 |
| Figure 09 : Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou..... | 19 |
| Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2024..... | 23 |
| Figure 11 : Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger de 2011 à 2021..... | 25 |
| Figure 12 : Exemple d'élevage moderne, a gauche la région de Mekla et a droite la région de Bouzeguène..... | 27 |
| Figure 13 : Exemples de refuges au niveau des deux stations : Refuge Tizi Rached à gauche et a droite Refuge DBK..... | 28 |
| Figure 14 : Clé d'identification des genres selon Moulinier..... | 30 |
| Figure 15 : Principaux Critères d'identification des Siphonaptera..... | 31 |
| Figure 16 : Les étapes d'extraction de l'ADN..... | 34 |
| Figure 17 : Dosage des ADNs par (Nano Drop)..... | 35 |
| Figure 18 : Les différentes espèces de tiques récoltées dans la région de Tizi-Ouzou Gx40 | 43 |
| Figure 19 : Les différentes espèces de puces récoltées dans la région de Tizi-Ouzou Gx40 | 44 |
| Figure 20 : Nombre de tiques femelles récoltées chez les animaux échantillonnés en 2024.... | 45 |
| Figure 21 : Nombre de tiques mâles récoltées chez les animaux échantillonnés en 2024..... | 46 |
| Figure 22 : Richesses totales des tiques récoltées dans chaque station d'étude en 2024..... | 47 |
| Figure 23 : Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude en 2024..... | 48 |
| Figure 24 : Abondance relative (AR%) de chaque espèce de tiques collectées dans les différentes stations en 2024..... | 50 |

| | |
|---|----|
| Figure 25 : Nombre de puces mâles et femelles récoltées chez les animaux échantillonnés en 2024..... | 53 |
| Figure 26 : Richesses totales des puces récoltées dans chaque station d'étude en 2024..... | 54 |
| Figure 27 : Abondance relative (AR%) des puces collectées dans les stations d'étude en 2024..... | 55 |
| Figure 28 : Abondance relative (AR%) de chaque espèce de puces collectées dans les différentes stations en 2024..... | 56 |
| Figures 29 et 30 représentent Analyse par électrophorèse sur gel d'agarose..... | 59 |
| Figure 31 : Graphe des résultats de la détection de <i>Coxiella burnetii</i> par qPCR (Cas négatif).. | 60 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-------|
| Tableau 1 : Principales maladies transmises par les tiques..... | 10 |
| Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 09 ans (2012-2020)..... | 21 |
| Tableau 3 : Précipitation mensuelles et annuelles enregistrées sur une période de 09 ans allant de 2012 à 2020 dans la station météorologique de Boukhalfa (Tizi- Ouzou)..... | 21 |
| Tableau 4 : Humidité relative moyenne (%) de la station météorologique de Tizi-Ouzou, durant la période allant de 2012 à 2020..... | 22 |
| Tableau 05 : les volumes de réactifs utilisés dans le tampon de lyse..... | 32 |
| Tableau 6 : Liste des espèces de tiques récoltées dans les cinq stations de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude..... | 41 |
| Tableau 7 : Liste des espèces de puces récoltées dans les quatre stations de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude..... | 42 |
| Tableau 8 : Richesse totale des espèces de tiques collectées dans les différentes stations..... | 46 |
| Tableau 9 : Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude..... | 48 |
| Tableau 10 : Abondance relative (AR%) des espèces de tiques collectées en fonction des stations d'étude..... | 49 |
| Tableau 11 : Indice de diversité de Shannon Weaver ; la diversité maximale et l'équitabilité dans les régions d'étude..... | 50 |
| Tableau 12 : Indices parasitaires des tiques collectées dans les quatre stations d'études..... | 51 |
| Tableau 13 : Richesse totale des espèces de puces collectées dans les différentes stations...54 | 54 |
| Tableau 14 : Abondance relative (AR%) des puces collectées dans les stations d'étude..... | 55 |
| Tableau 15 : Abondance relative (AR%) des espèces de puces collectées en fonction des stations d'étude..... | 56 |
| Tableau 16 : Indice de diversité de Shannon Weaver ; la diversité maximale et l'équitabilité dans les régions d'étude..... | 57 |
| Tableau 17 : Indices parasitaires des puces collectées dans les quatre stations d'études..... | 58 |
| Tableau 18 : Les Résultats comparatifs de la collecte des tiques et de la richesse spécifique des années 2022/2023 et 2023/2024 en dans la région de Tizi-Ouzou..... | 65-66 |
| Tableau 19 : les changements climatiques de la région de Tizi Ouzou (2012-2020)..... | 66 |
| Tableau 20 : Les changements climatiques (2021 - 2024) de Tizi Ouzou durant la période (Janvier au Mai)..... | 67 |

Introduction

Les arthropodes ectoparasites désignent les parasites externes adhérant à la surface corporelle d'un autre organisme vivant, ils sont strictement hématophages. Ils se distinguent par la présence d'un exosquelette et d'appendices articulés, tels que les pattes, les antennes, les mandibules, les chélicères et autres (**Lecointre et al., 2006**), et dont on trouve 2 Types, les acariens comme les tiques, les insectes comme les puces, qui sont considérés aujourd'hui comme vecteurs de nombreux germes pathogènes (virus, bactéries et protozoaires) qui sont transmis par ces ectoparasites aux animaux et aux humains (**Dietrich et al., 2008**).

La majorité des recherches empiriques et théoriques mettent en évidence ou anticipent des variations de gamme ou des hausses des tiques et des puces, ainsi que des maladies vectorielles. L'évaluation de la résilience des vecteurs et des agents pathogènes transmissibles par ces derniers aux changements climatiques devrait être une priorité pour les recherches à venir (**Semenza & Suk, 2018 ; Gilbert, 2021 ; Gray & Ogden, 2021**).

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 Côte d'Ivoire par (Achi, 2007).

En Algérie, des travaux sont consacrés à l'étude des populations de tiques, dont l'étude de Yousfi-Monod et **Aechlimann (1986)** ; et **Kernif et al. (2013)** sur les tiques des animaux d'élevage, surtout les bovins et plus récemment **Derradj et Kohil (2020)**.

Très peu de travaux réalisés dans la région de Tizi-Ouzou : **Bouizgarene et Larbi (2014)**, **Farhouh et Djennadi (2015)**, **Amrouche et Ouachek (2016)** et **Bia (2017)**.

Le présent travail a été consacré à l'étude de deux ordres différents à savoir :

➤ L'ordre des Ixodidés (les tiques dures) qui représentent un groupe d'ectoparasites bien spécifique, regroupant près de 989 espèces, divisé en deux familles : les Ixodidae et les Amblyommatidae (**Dantas-torres et al. 2012 ; Marchand, 2014**). Près de 907 espèces de tiques ont été recensées dans le monde, dont 223 en Afrique (**Tissot Dupont, 1998 ; Sarih et al., 2005 ; Dietrich et al., 2008**).

➤ L'ordre des siphonaptères (les puces) des insectes de petite taille sans ailes qui appartenant à l'ordre des Siphonaptères, qui comprennent près de 2500 espèces d'insectes, dont certaines puces ont une répartition mondiale, mais la plupart des espèces sont limitées à la répartition de leurs hôtes. **(Wall & Shearer, 2008 ; Taylor et al., 2015b ; Huchet, 2016).**

Notre étude a pour objectif d'inventorier les espèces de tiques et de puces qui parasitent les animaux domestiques et d'étudier le portage bactérien par ces arthropodes et d'évaluer le risque de leurs transmissions en Algérie. Ainsi pour adapter des techniques de biologie moléculaire innovantes à l'étude du portage bactérien par ces vecteurs.

Le travail est subdivisé en cinq chapitres : le premier comprend des données bibliographiques sur les tiques et les puces, les maladies transmises par ces dernières. Le deuxième chapitre sera dédié aux données climatiques de la région d'étude. Le troisième 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 quatrième chapitre concerne les résultats obtenus et traite la discussion des résultats. Enfin le travail est clôturé par une conclusion.

Chapitre I : Généralités sur des tiques et puces

I. Rappel bibliographique sur les tiques

I.1.1 Définition

Les tiques, arthropodes (Acaridae : Ixodida), parasitent essentiellement les animaux domestiques et sauvages mais piquent occasionnellement les humains (**Socolovschi et al., 2008 ; Beau, 2008**). Plus de 900 espèces ont été identifiées à travers le monde (**Duvallet et al., 2017**), ce sont des ectoparasites, strictement hématophages à tous les stades et chez les femelles, contrairement aux espèces rares où les mâles qui se nourrissent principalement de la végétation. Elles forment un groupe bien distinct d'acariens de grande taille (**Goodman et al., 2017**). Leurs dimensions varient de 5 à 12 mm à vide, mais peuvent atteindre 25 à 35 mm une fois pleines (**Moulinier, 2003 ; Perez-Eid, 2007**).

I.1.2. Origine

Les premières tiques fossiles remontent au milieu du Crétacé. Ce sont des tiques sévères trouvées dans l'ambre, plus précisément l'ambre birman de la période albien (il y a 100 millions d'années), et elle appartient à un genre différent de celui de *Cornupalpatum*, mais il est proche d'espèces actuellement associées aux reptiles, comme *Bothriocroton* ou *Amblyomma elaphense* et *A. sphénodonte* (**Bonnar et Brown, 2003**). Par ailleurs, il y a 90 à 95 millions d'années, ils ont trouvé une espèce de tique molle qui ressemble à la forme actuelle du genre *Carios* dans l'ambre toulonien, dans le New Jersey (USA) (**Klompen et Grimaldi, 2001**). Ces tiques représentent deux grandes familles, on peut dire alors que ces espèces existaient peut-être avant le milieu du Crétacé. Ainsi, DOBSON & BARKER, 1999 suggèrent qu'elles sont apparues dès le Dévonien (il y a 390 millions d'années) dans le Gondwana, qui deviendra l'Australie.

I.1.3. Taxonomie

Selon la classification de **Moulinier (2003)**, les tiques font partie de l'ordre des Metastigmata, avec trois familles représentées : Ixodidae, Argasidae et Nuttalliellidae. Les Ixodidae sont de loin les mieux représentés des cinq sous-familles.

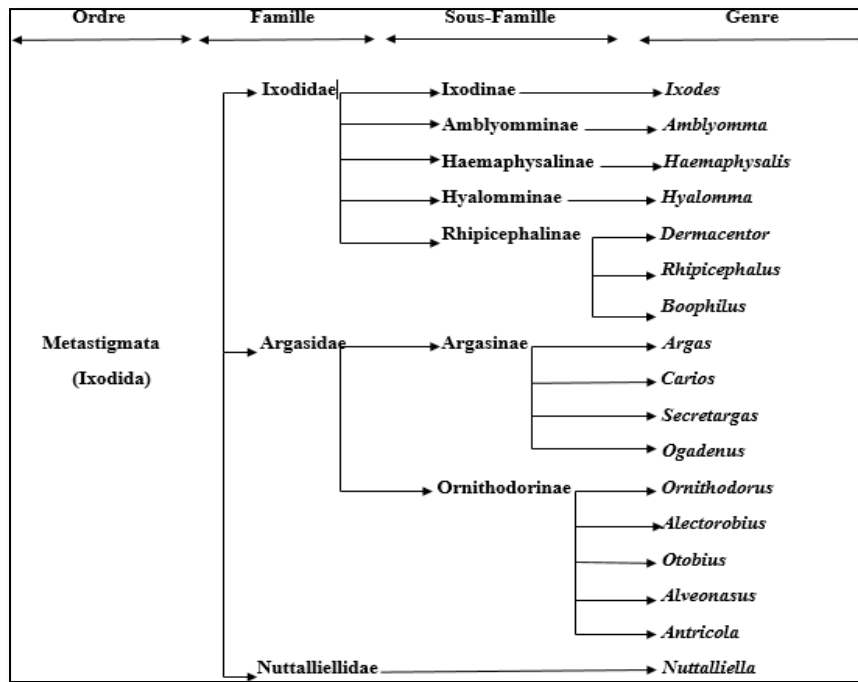


Figure 01 : la Classification des Metastigmata (Ixodida) (Moulinier, 2003).

I.1.4. Morphologie des Ixodidae

I.1.4.1. Morphologie Externe

Les tiques sont des acariens métagastigmatiques, appartenant au superordre des acariens (*Acarida*) qui présentent en commun certaines caractéristiques avec les arachnides (Morel, 2000). Elles présentent des différences avec les autres acariens sont d'ordre morphologique et biologique tels que : (Camicas et Morel, 1977 ; Morel, 2000).

Présence d'un rostre ou hypostome, provenant de la réunion de deux pièces antéro-ventrales de la base en un organe unique constitué de deux éléments symétriques, en relation avec la longue fixation des tiques sur leur hôte (réduction chez les espèces à égorgement rapide).

Terminaisons sensorielles chémoréceptrices insérées dans une capsule du tarse de la première paire de patte (organe de Haller). En conséquence, cette première paire fait fonction de l'antenne des insectes.

Grandes tailles, par rapport aux acariens en général (adultes à jeun : de 1,5 à 15 mm).

Existence d'une cuticule souple, extensible susceptible de croissance lors de la réplétion (particulièrement chez les tiques vraies), en relation avec le comportement alimentaire très évolué.

Comme tous les arachnides, les tiques possèdent quatre paires de pattes et un corps des généralement composé de deux parties : le gnathosome à l'avant et l'idiosome à l'arrière, qui

est un corps globuleux non segmenté avec une cuticule souple et extensible (Uilenberg, 1979 ; Klompen *et al.*, 2005).

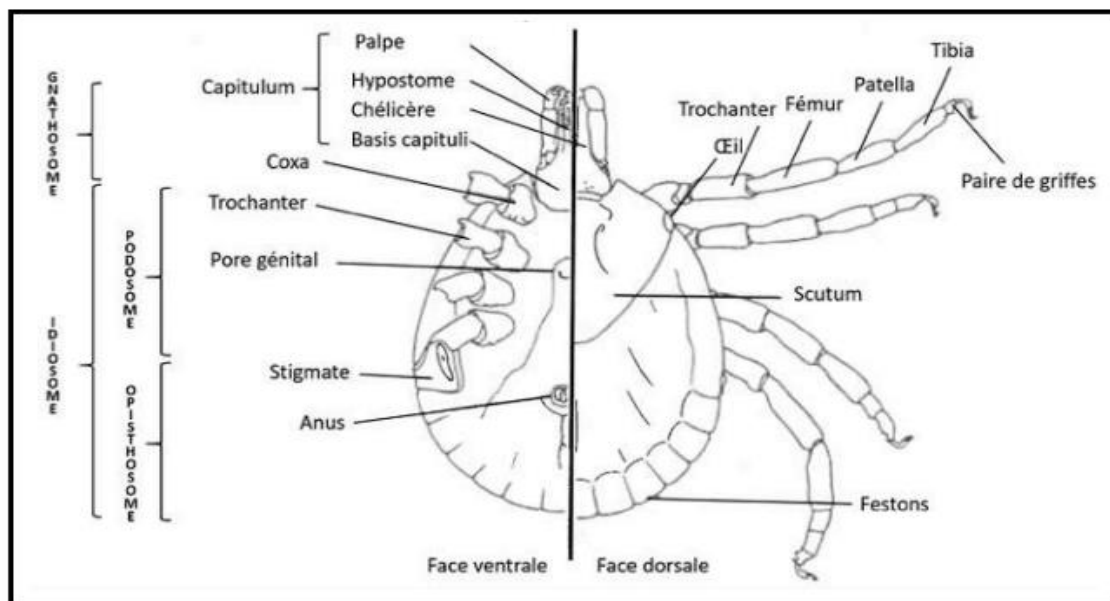


Figure 02 : Morphologie générale schématique d'une tique Ixodidae (Drouin, 2018).

I.1.4.2. Morphologie interne (Morel, 2000 ; Huber, 2010)

La figure 3 illustre la structure générale qui comprend divers organes, tels que :

Le tube digestif débute par un orifice buccal qui s'ouvre au-dessus de l'hypostome et est limité dorsalement par les chélicères. Un pharynx musculueux et un œsophage étroit lui font suite. L'estomac central par rapport à l'ensemble du corps est la partie la plus développée. Celui-ci est composé et pourvu de nombreux caeca dorsaux et ventraux, qui sont des diverticules se gonflant lors des repas sanguins, occupant alors les espaces libres de la cavité hémocelienne. L'estomac est lié par un court intestin à l'ampoule excrétrice qui s'ouvre par l'anus.

L'excrétion est assurée par une paire de longs tubes de Malpighi, qui s'enroulent autour des différents organes pour collecter les produits nitrogénés rejetés.

La respiration Se fait par des trachées qui débouchent au niveau des stigmates situés postérieurement à la quatrième paire de coxa, ces trachées font défaut chez les larves qui ont une respiration à travers le tégument.

Les **glandes sexuelles** paires à l'origine, se réunissent en un massif unique en partie postérieure du corps, d'où partent les canaux d'élimination qui se réunissent antérieurement avant de déboucher en un conduit unique par le port génital.

La **circulation** est assurée par un cœur dorsal pulsatile allongé permettant la circulation de l'hémolymphe dans l'hémocoèle.

Le **système nerveux** concentré en masse ganglionnaire (ganglion cérébroïde) traversée par un œsophage.

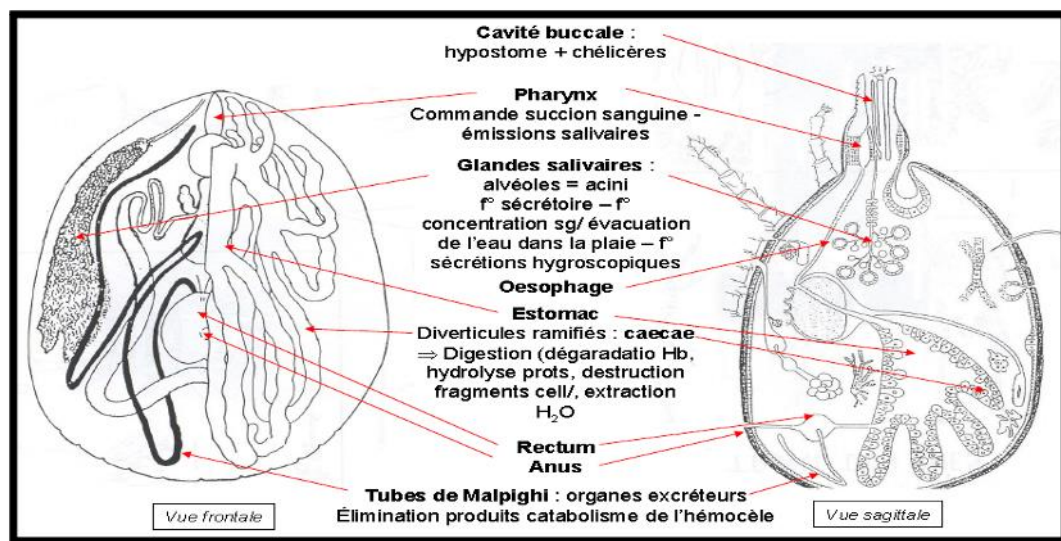


Figure 03 : Schéma de la disposition des appareils digestif et génital des tiques femelles (d'après Perez- Eid, 2007). **A gauche** : cas des Argasina ; **A droite** : cas des Ixodina.

I.1.5. Cycle biologique

Le processus de développement est divisé en trois étapes. Une larve hexapode, à peine visible à l'œil nu, va naître de l'œuf. Par la suite, elle s'appuie sur un hôte qui est vertébré afin de se gorgier de sang. Elle mue en nymphe à jeun et se laisse tomber sur le sol pour digérer (**Schramm et al., 2013**). Le deuxième repas de sang est pris dans les mêmes conditions que le premier. La nymphe mesure 2 mm après avoir été gorgée de sang. Elle se détache et tombe au sol pour muer une nouvelle fois.

I.1.6. Types évolutifs des tiques

La biologie des tiques varie également selon le nombre d'hôtes impliqués dans leur cycle. Par exemple certaines tiques pondent des œufs au sol, qui éclosent ensuite et les larves s'attachent

à leur hôte. Ils s'en nourrissent, se décrochent et muent sur le sol. Les nymphes s'attachent à leur tour à un nouvel hôte pour récolter du sang, puis se détachent et muent sur le sol. Enfin, le ver adulte s'attache à un troisième hôte pour obtenir du sang, s'accouple avec le même hôte, se détache et pond ses œufs au sol. Ce cycle implique trois hôtes, nous l'appelons donc un cycle triphasique.

C'est le cas de presque toutes les espèces du genre *Amblyomma* et des *Argasidae*. Certains genres de ces tiques, par exemple le groupe *Hyalomma marginatum*, ont un cycle en deux étapes : les larves et les nymphes se nourrissent du même hôte avant que ce dernier ne se sépare, et la mue entre ces deux étapes se produit sur l'hôte. Comme pour les autres animaux, les larves, les nymphes et les adultes se nourrissent tous du même hôte et les deux mues s'y produisent. On parle de cycles monophasiques, comme ceux de *Rhipicephalus microplus* ou de *Dermacentor albopictus* (Apanaskevich et Oliver, 2014 ; Risco Castillo, 2018).

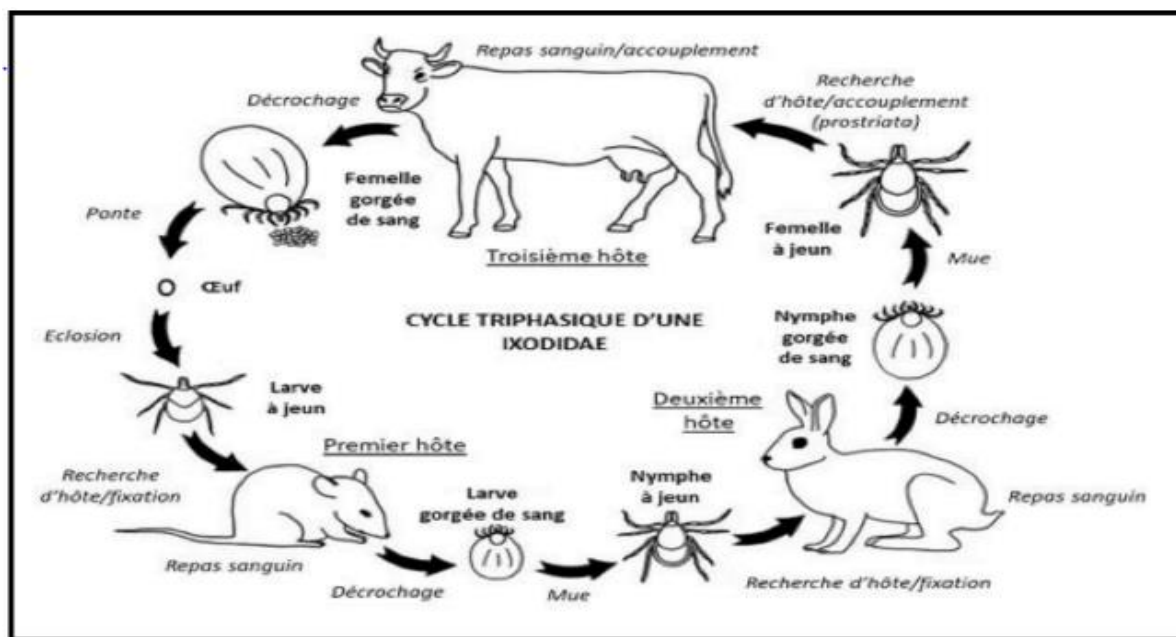


Figure 04 : Exemple de cycle triphasique d'une tique de la famille des Ixodidae (Apanaskevich et Oliver, 2014 ; Drouin, 2018).

I.1.7. Nutrition

Toutes les espèces de tiques s'alimentent exclusivement de sang, sans aucune exception (Perez-Eid, 2007). Ces parasites exercent un type spécifique d'hématophagie, connu sous le nom de telmophagie. Dans ce processus, le substrat consommé fait souvent l'objet d'un mélange composé de sang, de lymphe et de débris cellulaires (Drevon-Gaillot, 2002).

I.1.8. Rôle pathogène

I.1.8.1. Rôle pathogène direct

Chaque repas sanguin de la tique est de 2 à 4 cm³ de sang, car la tique a une action spoliatrice. Pour induire de réelles conséquences sur l'animal, une infestation massive est nécessaire.

I.1.8.1.1. Action mécanique irritative

Les piqûres de tiques peuvent provoquer des douleurs et des démangeaisons si la tique enfouit ses pièces buccales profondément dans la peau de l'hôte ou s'attache à proximité des centres nerveux. La salive ou le ciment produit par les tiques *Ixodes* peut être irritant et provoquer une inflammation cutanée (**Perez-Eid et Gilot 1998 ; Wall et Shearer 2001**).

I.1.8.1.2. Action spoliatrice

Les tiques sont des parasites hématophages qui peuvent provoquer une anémie si elles sont présentes en grand nombre sur un animal. Ainsi, jusqu'à 2 à 3 ml de sang peuvent être collectés Par jour chez certaines espèces (**Perez-Eid et Gilot, 1998**).

On sait donc que chez les animaux gravement infectés, la perte de sang peut être importante. Une étude a même suggéré qu'une vache peut perdre jusqu'à 90 kilogrammes de sang lorsqu'elle est exposée aux tiques au cours d'une même saison (**Wall et Shearer 1997, Wall et Shearer 2001**).

I.1.8.1.3. Action toxique

Cet effet toxique est distinct d'un effet médiatisé et est lié à une toxine salivaire, éventuellement d'origine ovarienne, qui cible les neurorécepteurs et donc les manifestations cliniques observées chez les animaux, tous les jeunes adultes et les mâles. Si la tique est retirée suffisamment tôt, les symptômes disparaîtront alors que la quantité de toxine excrétée est encore faible ; un retrait trop tard peut entraîner la mort (**Pérez-Eid.,2007**).

Hypersensibilité : Chez les animaux ayant été exposés aux tiques, l'irritation (démangeaisons, inflammation cutanée) est plus importante que lors de la première exposition (**Baxter et al., 2009**). On sait que cette réaction d'hypersensibilité produit des immunoglobulines E spécifiques chez les humains et lors d'une exposition à d'autres ectoparasites (**Wall et Shearer.,2001**).

Paralysie : causée par des neurotoxines salivaires produites par les tiques femelles lorsqu'elles sucent du sang. Les tiques deviennent paralysées quelques jours après s'être attachées à leur hôte. Selon l'espèce de tique, la sensibilité est plus ou moins importante, et il faut une ou

plusieurs tiques pour provoquer la paralysie. En général, si les tiques sont retirées tôt, la maladie disparaîtra (**Perez-Eid et Gilot 1998 ; Malik et Farrow 1991**).

I.1.8.1.4. Dyshidrose à tique (Sweating sickness)

Autrement connue sous le nom de « maladie de la transpiration ». Il s'agit d'une diarrhée toxique aiguë caractérisée par une hypersécrétion (larmolement, épistaxis, salivation) et une inflammation de toutes les muqueuses : conjonctivite, rhinite, stomatite diphtérique, pharyngite, œsophagite, vaginite. Cette intoxication n'a été signalée qu'en Afrique australe et il est causée par la toxine de *Hyalomma truncatum* (mâle et femelle), et bien que les tiques sont présentes en Afrique de l'Est et de l'Ouest, mais cette maladie n'a pas été observée. Les lésions cutanées sont celles de l'eczéma généralisé (**Keita, 2007**).

I.1.8.2. Rôle pathogène indirect

Les tiques sont les vecteurs les plus importants d'agents pathogènes affectant les humains et les animaux dans le monde. Elles sont porteuses d'agents pathogènes connus tels que *Borrelia*, *Anaplasma*, *Rickettsia*, etc. En plus de ces micro-organismes pathogènes, les tiques peuvent également héberger des micro-organismes qui ne sont ni pathogènes pour l'homme ni pour les commensaux (**Bonnetet.al., 2017**).

Les tiques sont des vecteurs majeurs en santé animale, transmettant divers agents pathogènes de manières mécaniques ou biologique (**Boukabol, 2003**). Elles sont responsables de la transmission d'un grand nombre de maladies à l'échelle mondiale, notamment bactériennes (borréliose de lym, rickettsioses), parasitaires (babésiose, theilériose) et virales (encéphalite à tiques) (**Jongejan et Uilenberg, 2004**).

I.1.8.2.1. Anaplasmosse

Maladie infectieuse et non contagieuse des ruminants, causée par *Anaplasma marginale* et *Anaplasma phagocytophilum*, transmise par diverses tiques (**Brown, 2012**). Symptômes : fièvre, anémie, perte de poids, avortements, faiblesse, ictère, perte d'appétit, constipation, dépression, baisse de la production laitière, déshydratation, respiration laborieuse (**Kocan et al., 2010**).

I.1.8.2.2. Borréliose de Lyme

Zoonose due à *Borrelia burgdorferi*, transmise par les tiques *Ixodes ricinus*. Elle affecte divers animaux et l'homme, provoquant des affections cutanées, un lymphome cutané bénin, une

acrodermatite chronique atrophiante et des problèmes neurologiques (Blary., 2004 ; Degeilh., 2003).

I.1.8.2.3. Babésiose ovine

Maladie infectieuse et non contagieuse des bovins causée par des protozoaires du genre *Babesia* (*B. bovis*, *B. bigemina*, *B. divergens*), transmise par des tiques dures (Zintle et al., 2003). L'incubation varie de 3 à 15 jours après la piqûre. La maladie peut évoluer sous diverses formes :

- **Forme aiguë** : Caractérisée par une forte fièvre (> 41°C), anémie, ataxie, hémoglobinurie, ictère, avortements et parfois mort de l'animal (Schnittger et al., 2012).
- **Forme suraiguë** : Chez les vaches à haute production, la mort survient en 24 à 48 heures après des troubles nerveux.
- **Forme subaiguë** : Les symptômes sont discrets et souvent inaperçus (Bouattour, 2004).
- **Fièvre Q** : Maladie contagieuse et virulente causée par la bactérie intracellulaire *Coxiella burnetii*, présente chez de nombreux mammifères domestiques et sauvages. Transmise principalement par les tiques (Rousset et al., 2003).

Tableau 1 : Principales maladies transmises par les tiques (Lafia, 1982 et Morel et al, 2000).

| Tiques | Agents pathogènes | Maladies |
|----------------------|--|---|
| Amblyomma | - <i>Theileria</i> sp - <i>Cowdria ruminantium</i> - <i>Rickettsia conori</i> - <i>Coxiella brunetti</i> - <i>virus CCHF</i> | -Theileriose bénigne des ruminants - Cowdriose (Heartwater) - Fièvre boutonneuse - Fièvre Q - Fièvre hémorragique de Crimée Congo |
| Boophilus | - <i>Anaplasma</i> sp - <i>Coxiella brunetti</i> | - Anaplasmose - Fièvre Q |
| Rhipicephalus | - <i>Coxiella brunetti</i> - <i>Virus CCHF</i> - <i>Ehrlichia bovis</i> - <i>Babesia</i> sp | - Fièvre Q - Fièvre hémorragique de Crimée Congo - Ehrlichiose - Babésiose |
| Hyalomma | - <i>Rickettsia conori</i> - <i>Coxiella brunetti</i> - <i>Borrelia theileri</i> | - Fièvre boutonneuse - Fièvre Q - Spirochétose bénigne des ruminants |

Tableau 1 : Principales maladies transmises par les tiques (Lafia, 1982 et Morel et al, 2000).

I.2. Rappel bibliographique sur les Puces

I.2.1. Définition

Les puces sont un genre d'insectes piqueurs de l'ordre des Siphonaptères (anciennement Ordre des Aptera) qui parasitent les mammifères et les oiseaux et peuvent facilement se déplacer d'un animal à l'autre (**Esccap, 2011**).

Ils sont médicalement importants non seulement pour les dommages causés par leurs morsures, mais aussi pour leur capacité à transmettre des agents pathogènes.

I.2.2. Origine

Les puces, qui forment l'ensemble d'un ordre très spécialisé, les Siphonaptères, remontent à l'Antiquité. Leurs ancêtres avaient certes des ailes, mais en raison du processus d'évolution et d'adaptations de plus en plus sophistiquées aux parasites, ces ailes, regroupées dans la fourrure de l'hôte, ont disparu chez leurs descendants. En fait, l'origine phylogénétique des puces est encore inconnue (**Jean-Marie Doby, 1981**).

Si l'on se réfère à une définition moderne des puces, les plus anciens spécimens de fossiles conservés dans l'ambre datent de l'Eocène (40 millions d'années) ou du Miocène inférieur (20 millions d'années). Plus récemment, plusieurs spécimens de puces ont été retrouvés dans des sites archéologiques, notamment *P. irritans* en Hollande dans un site datant de l'âge du fer ou au Groenland. Sur le plan phylogénétique, les puces sont rattachées aux mécoptères et notamment aux *Boreidae* (en anglais : « snowfleas»), à la fois sur des arguments génétiques mais aussi morphologiques (**Withing., 2008**)

Un site internet anglophone récent, dédié à la recherche scientifique sur les puces, fait notamment le point, avec l'apport des techniques de la biologie moléculaire, sur la systématique, la phylogénie, la taxonomie et l'évolution des puces <http://fleasoftheworld.byu.edu> (**Duchemin et al., 2006 ; Bitam et al., 2010**).

I.2.3. Taxonomie : (Latreille, 1825) : Les puces sont des insectes qui appartiennent au :

Règne : *Animalia*

Sous-règne : *Metazoa*

Embranchement : *Arthropoda*

Classe : *Insecta*

Ordre : *Siphonaptera*

Selon **Smit (1982)**, qui nous semble le plus fiable, et **Beaucournu (2014)**, qui a légèrement modifié cette classification, on peut dénombrer 6 superfamilles et 15 familles :

Tungoidea avec une seule Famille : Tungidae et un seul genre : Tunga, et une seule espèce

Pulicoidea avec une seule Famille : Pulicidae et 7 sous-familles, dont 4 concernent notre région : Pulicinae, Archeopsyllinae, Spilopsyllinae et Xenopsyllinae.

Vermipsylloidea avec une seule Famille : Vermipsyllidae et 2 sous-familles dont un seul no
Concerne : Vermipsyllinae.

Malacopsylloidea avec deux Familles essentiellement neotropicales.

Ceratophylloidea, 4 Familles dont 2 nous concernent : Ceratophyllidae et Ischnopsyllidae.

Hystrichopsylloidea avec cinq Familles dont 1 concernent notre région : Hystrichopsyllidae.

I.2.4. Morphologie des Siphonaptera

I.2.4.1. Morphologie Externe

Les puces sont de petits insectes incapables de voler, dont le corps est fortement sclérifié et comprimé latéralement (Figure 5).

Ils ont un petit thorax et un grand abdomen, ainsi que de très grandes pattes à cinq lobes tombants. La dernière paire de pattes est considérablement élargie et a apparemment une fonction saline. Comme pour tous les parasites, les yeux composés sont petits, voire absents, et les ocelles sont souvent absents.

Les antennes sont courtes et chacune est logée dans une rainure horizontale.

Les antennes du mâle servent d'organes de préhension supplémentaires.

L'orifice d'aspiration est constitué d'un embout en forme de couteau et d'un stylet labial protégé par de longs tentacules labiaux (**Lecointre et Le Guyader, 2013**).

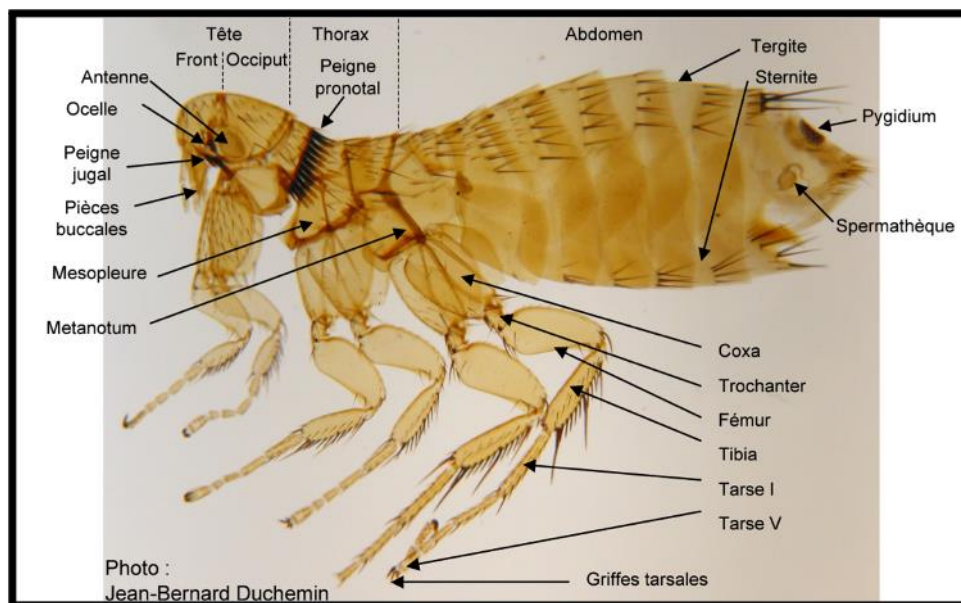


Figure 05 : Morphologie générale de *Paractenopsyllus juliamarinus*, femelle Gr x10
(Robert, 2010).

I.2.4.2. Morphologie Interne

- **Tube digestif**

C'est un long conduit composé de : un pharynx, un œsophage, un proventricule en bulbe muni de denticules internes qui permettent de fractionner le passage du sang vers l'intestin, un estomac volumineux ou mésentéron recouvert d'une membrane péritrophique, un intestin court et étroit qui se termine par un anus qui est enserré entre le tergite et le sternite XI (**Beaucournu et Launay, 1990 ; Moulinier, 2002**). A son extrémité distale s'ébauchent quatre tubes de Malpighi rétrograde assurant ainsi l'excrétion (**Rothschild et al., 1975 ; Moulinier, 2002**).

- **Système nerveux**

En position ventrale, il est composé de ganglions abdominaux qui sont au nombre de huit chez le mâle et de sept chez la femelle.

- **Appareil respiratoire**

La respiration s'effectue par un système de trachées s'ouvrant à l'extérieur par des stigmates respiratoires. L'appareil respiratoire se poursuit par des cellules trachéolaires qui se terminent par des trachéoles très fines. L'expiration est active contrairement à l'inspiration qui est passive (**Panchout, 2007**).

- **Appareil génital femelle (Figure 06)**

L'orifice génital s'ouvre, entre les sternites IX et X, sur une chambre génitale précédant le vagin. La bourse copulatrice est une glande intermédiaire avant la spermathèque, où a lieu la rencontre ovocyte-spermatozoïdes. La spermathèque est le lieu de stockage de sperme (Delofre, 2001).

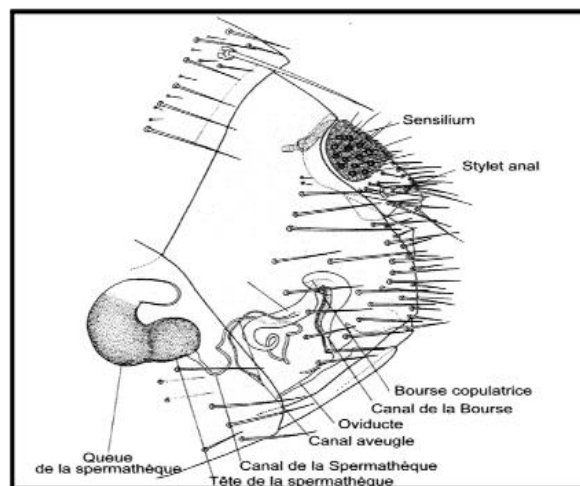
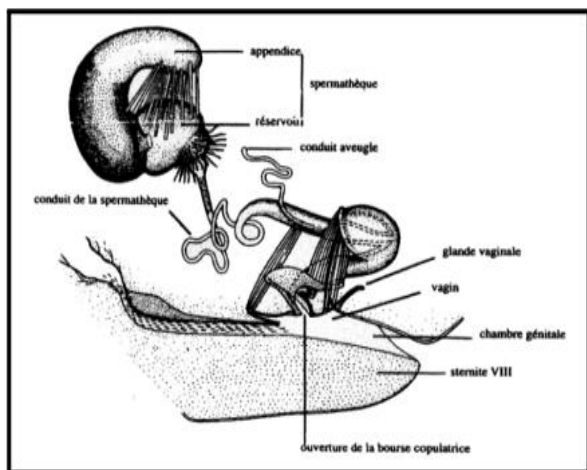


Figure 06 : Appareil génital femelle (Delofre, 2001).

- **Appareil génital mâle (Figure 07)**

D'anatomie complexe, il comporte un phallosome volumineux, une paire de testicules piriformes et des glandes accessoires (Beaucournu et Launay, 1990). Il peut être décrit selon trois secteurs :

- Secteur interne : comporte l'essentiel des organes pénien, et une paire de testicules fusiformes.
- Secteur externe : ce dernier se divise en deux parties :
 - * Caudalement les pinces copulatrices ou Claspers.
 - * Latéralement et en avant, le manubrium qui est une lame chitineuse sur laquelle s'insèrent les muscles moteurs.
- Le troisième secteur a une localisation variable puisqu'il s'agit de l'organe intromittent. Au repos, le pénis est logé entre les Claspers (Delofre, 2001).

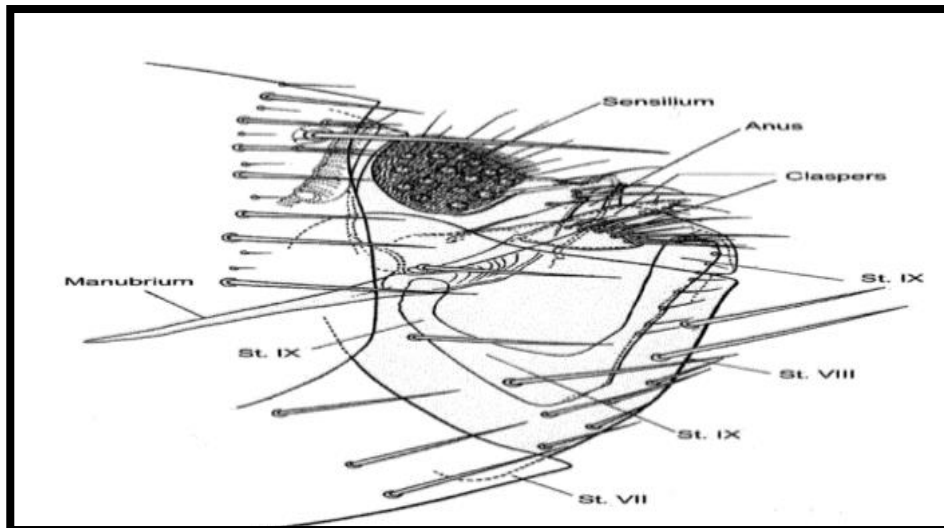


Figure 07 : Appareil génital mâle (Delofre, 2001).

I.2.5. Cycle biologique

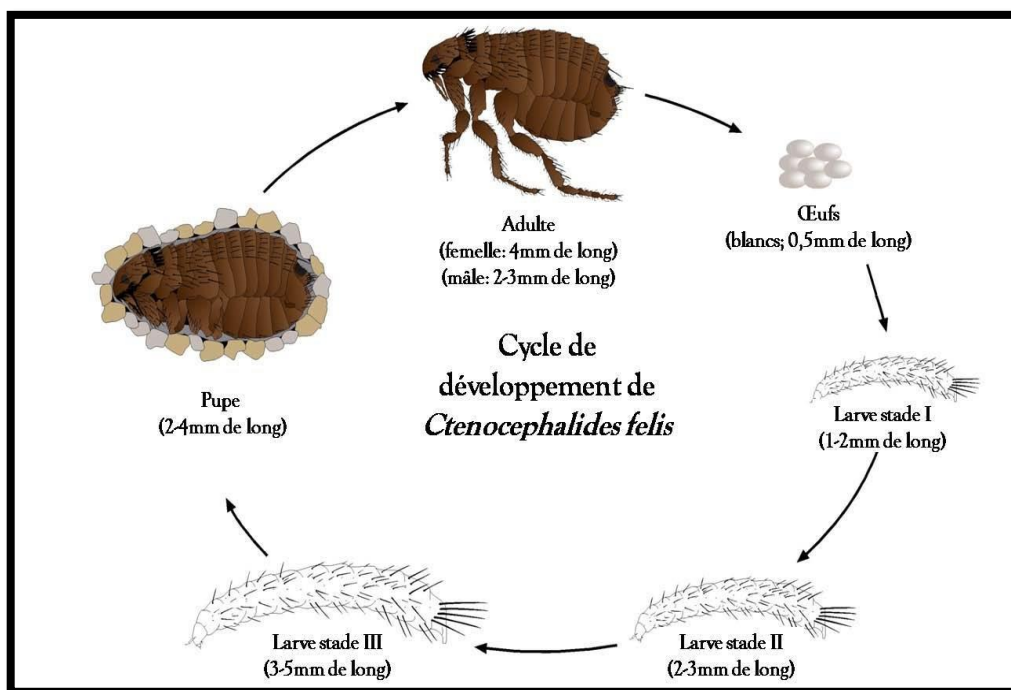


Figure 08 : Cycle de développement de la puce (Simon, 2009).

Le cycle de développement des puces implique passe plusieurs étapes. Ce parasite commence sa vie par un œuf qui se transforme en une larve, puis en puce pour atteindre le stade adulte. Le cycle de vie correspond à une métamorphose complète (Cadiergues, 2000). Le cycle de

développement de la puce peut être complété en quatorze jours. Les œufs de puces représentent 50 % des infestations intérieures, tandis que les larves représentent 35 %, les nymphes 10 % et les puces adultes ne représentent que 5 % des infestations intérieures. **(Silverman et al., 1981)**.

I.2.6. Rôle pathogène des puces

Les puces transmettent des agents bactériens d'un hôte à un autre, provoquant des maladies **(Lecointre et Le Guyader, 2013)** comme la peste bubonique, une maladie infectieuse extrêmement contagieuse **(Bel et Fischer, 2006)**, provoquée par une bactérie, le bacille de Yersin (*Yersinia pestis*).

Le réservoir de ce virus est le rat noir (*Mus rattus*) et d'autres rongeurs, comme les marmottes d'Asie de l'Est **(Bel et Fischer, 2006)** dont les puces transmettent la maladie, *Xenophylla chaeopis* **(Doumenc et Grassé, 1998)**.

Chapitre II : Données climatiques de la région d'étude

Dans ce chapitre, nous abordons la situation géographique et les facteurs écologiques de la wilaya de Tizi- Ouzou ainsi la description des différentes stations d'étude : Mekla, Ouacif, Draa Ben Khedda, Tizi Rached et Bouzeguène.

II.1. Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou

La région de Tizi-Ouzou, à 100 kilomètres d'Alger, fait partie de la « Grande Kabylie » et est située au centre du massif du Djurdjura, présentant ainsi un relief montagneux accidenté couvrant une superficie de 2 994 km², limitant ainsi le potentiel agricole présente 32 % de superficie. Les très hautes chaînes de montagnes (pente égale ou supérieure à 25 %) occupent plus de la moitié de la superficie de la wilaya. Mais elle est également ouverte sur la Méditerranée, avec un littoral de plus de 70 kilomètres, délimité par le bassin méditerranéen au nord, la wilaya de Bouira au sud, wilaya de Bejaia à l'est et la mer Méditerranée à l'est. À l'ouest se trouve la wilaya de Boumerdes (Fig. 09). Elle présente un niveau bioclimatique méditerranéen subhumide avec des précipitations annuelles moyennes de 600 à 1 000 mm d'eau (**Conservation de la forêt de Tizi Ouzou. 2017**).

II.1.1. Situation géographique de la station de Draa Ben Khedda

Draa Ben Khedda est une commune du gouvernorat de Tizi Ouzou, d'une superficie de 33,41 kilomètres carrés et, Située à 11 kilomètres à l'ouest de la ville de Tizi Ouzou et à environ 90 kilomètres à l'est d'Alger. A l'est se trouve la commune de Tizi Ouzou, au nord l'Oued de Sebaou et Sidi Naman, à l'ouest les communes de Tademaït et Oued Bougdoura, et au sud se trouve la commune de Tirmatine Tirmatine, d'une altitude de 105 m (**Topographic-map**) (**Abdellah et Rami, 2020**).

II.1.2. Situation géographique de la station de Bouzeguène

La commune de Bouzeguène est située à 70 kilomètres à l'est de la wilaya de Tizi Ouzou et couvrant une superficie de 66,90 kilomètres carrés. Elle est délimitée par la commune de Ben Zikkî à l'est et les communes d'Idjeur et du Chemin de la wilaya de Béjaïa au nord. A l'ouest se trouve la commune d'Ifigha et au sud se trouve la commune d'Iloula Oumalou, l'altitude s'élevant progressivement depuis la vallée (400 m) jusqu'à une hauteur de 1 200 m (**Fiche technique, 2008**).

II.1.3. Situation géographique de la station de Ouacif

La commune de Ouacif est située à 30 km au nord de la wilaya de Tizi Ouzou, à 589 m d'altitude. Elle a une superficie de 17,18 kilomètres carrés et est délimitée par la commune d'Iboudraren à l'est, la commune de Beni Yenni au nord, la commune d'Ait Toudert à l'ouest et les communes d'Ait Boumahdi au sud de wilaya de Bouira, L'altitude varie d'une moyenne de 694 m (**Fiche technique, 2008**).

II.1.4. Situation géographique de la station de Mekla

Mekla est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, située sur le côté nord du plateau central de Kabylie, occupant une position centrale et légèrement à l'est de la wilaya. La superficie est de 64,71 kilomètres carrés. Elle est délimitée au nord est par Daira d'Azazga, au sud par Daira d'Ain El Hammam, et à l'ouest par de Larbâa Nath Irathen et Tizi Rached à l'ouest (**Chergui, 2021**). L'altitude varie d'une moyenne de 750 m (**Ait Mouloud, 2021**).

II.1.5. Situation géographique de la station de Tizi Rached

La commune de Tizi-Rached, d'une superficie de 31,05 km², est située au centre de la wilaya de Tizi-Ouzou (36° 40' 18" nord, 4° 11' 30" est). Elle est bordée au nord par la commune de Freha et Assif n'Sibaou, et par Larbaâ n'Ath Irathen et Irdjen au sud, à l'ouest par Tizi-Ouzou (chef-lieu de la wilaya), et à l'est par Mekla et Ath Oumalou, L'altitude varie d'une moyenne de 412 m (**Topographic-map**) (**Google Earth**).

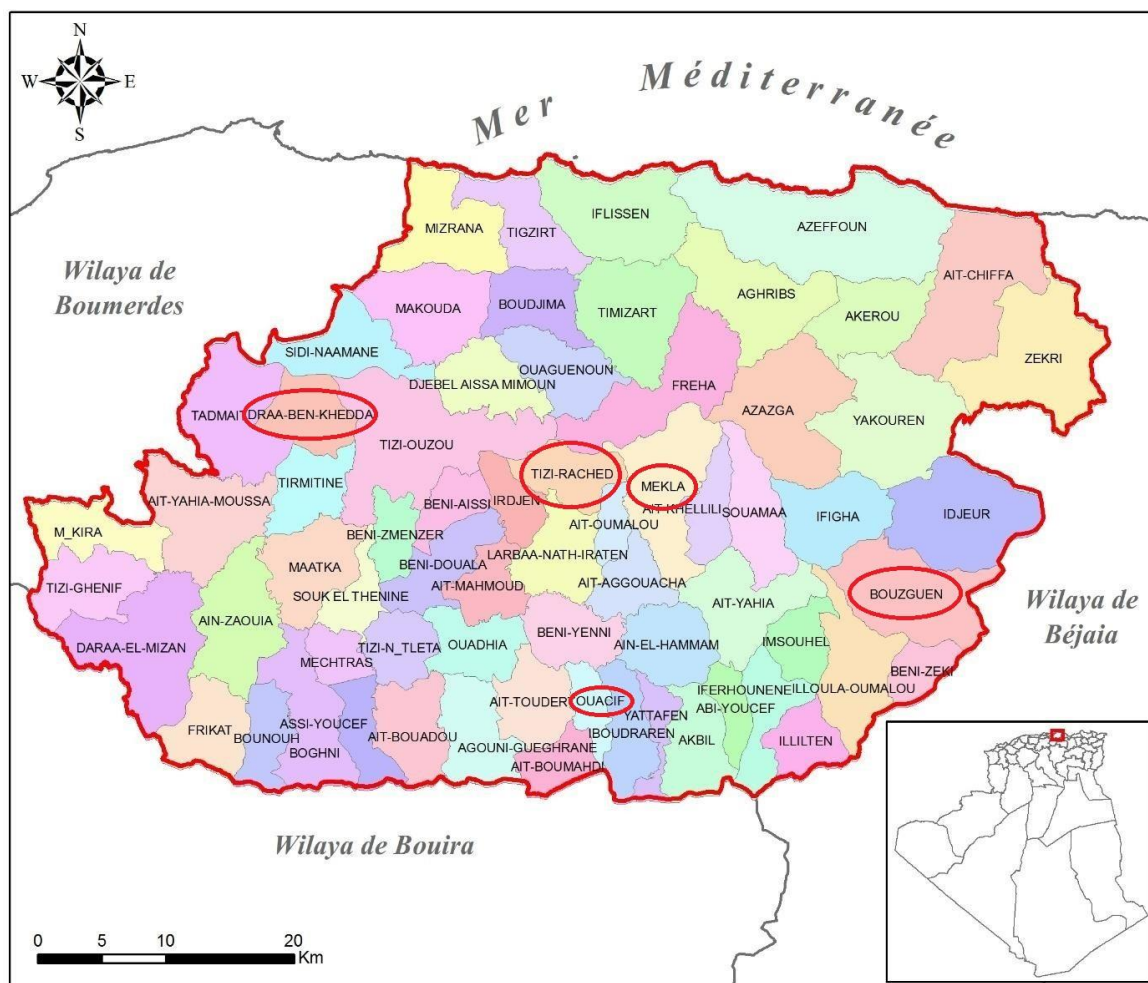


Figure 09 : Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou (Indif., 2011)

II.2. Facteurs écologiques de la région Tizi-Ouzou

Selon **Dajoz (1975 ; 2003)**, les facteurs écologiques englobent tous les éléments de l'environnement qui peuvent avoir un impact direct sur les êtres vivants à un moment donné de leur cycle de développement. Nous allons examiner les éléments biologiques et abiotiques.

II.2.1. Facteurs abiotiques de la région Tizi-Ouzou

Selon **Dajoz (2003)**, les facteurs abiotiques sont définis comme l'ensemble des propriétés physico-chimiques de l'environnement. D'après **Dajoz (1975)**, ces éléments incluent l'eau, le sol et surtout les conditions météorologiques.

II.2.1.1. Facteurs édaphiques de la région Tizi Ouzou

Les facteurs édaphiques désignent les propriétés physico-chimiques des sols (**Ramade, 2003**). Sur le plan lithologique, les zones montagneuses de la région de Tizi-Ouzou présentent une grande diversité de faciès. Les plus représentés sont les alluvions, les sables et conglomérats, les argiles, les marnes, ainsi que les calcaires et dolomies dures (**Conservation des forêts de Tizi-Ouzou, 2017**).

II.2.1.2. Facteur hydrographique des régions de Tizi-Ouzou

Selon le service de la **Conservation des forêts de Tizi Ouzou (2017)**, le réseau hydrographique de la région de Tizi Ouzou est très dense. Il est constitué de trois principaux oueds : l'Oued Isser, qui draine la partie ouest du massif et en marque la limite ; l'Oued Soummam, qui draine la partie sud et en délimite également la région ; et l'Oued Sebaou, qui traverse la quasi-totalité de la région de Tizi Ouzou. Ces oueds, qui transportent les eaux pluviales vers la mer, sont alimentés par un réseau complexe de petits oueds (côtiers et de l'arrière-pays montagneux) ainsi que par quelques affluents importants, notamment pour l'Oued Sebaou.

II.2.1.3. Facteur climatique de la région de Tizi Ouzou

Selon **Ramade (1993)**, le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels, influençant les caractéristiques écologiques des écosystèmes. Située au nord de l'Algérie, Tizi Ouzou bénéficie d'un climat méditerranéen de type sublittoral, caractérisé par des hivers doux et pluvieux, et des étés chauds et secs (**Lounaci, 2005**). Notre étude climatologique se base sur l'analyse des températures, des précipitations et de l'humidité

- **Température**

La température joue un rôle crucial en limitant tous les processus métaboliques, ce qui a un impact sur la répartition de toutes les espèces et communautés d'êtres vivants dans la biosphère au niveau mondial. Dans les températures extrêmes, la zone de torpeur due à la chaleur est toujours beaucoup plus restreinte que celle due au froid chez les animaux (**Ramade, 2009**).

La température joue un rôle essentiel dans le développement des insectes. Les insectes sont, comme tous les invertébrés, des animaux ectothermes, c'est-à-dire que leur température corporelle est liée à celle de l'environnement. Ainsi, la température influence tous les aspects de leur biologie, tels que la vitesse de développement, le rythme d'activité et la répartition

géographique (Dajoz, 2010). Les mesures mensuelles de température enregistrées dans la zone d'étude sur une période de 9 ans sont présentées dans le (Tableau 2).

Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 09 ans (2012-2020). (O.N.M. Tizi-Ouzou, 2021)

| Mois | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai. | Jui. | Juil. | Aout. | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T° mini(C°) | 6,73 | 6,73 | 9,09 | 11,45 | 14,01 | 17,67 | 21,31 | 22,25 | 19,20 | 15,61 | 12,37 | 8,19 |
| T° Max (C°) | 10,64 | 10,84 | 13,49 | 16,31 | 20,75 | 24,42 | 28,24 | 28,39 | 24,53 | 20,64 | 15,27 | 11,85 |
| ° MOY(C°) | 8,68 | 8,78 | 11,29 | 13,88 | 17,38 | 21,05 | 24,77 | 25,32 | 21,86 | 18,12 | 13,82 | 10,02 |

TM : température moyenne maximale (°C);

Tm : température moyenne minimale (°C) ; $(M+m)/2$: Moyennes de température mensuelle (°C).

La zone d'étude est exposée à des fluctuations thermiques significatives (Tableau 2). La température maximale varie de 6,73 C° en hiver, enregistrée en janvier (le mois le plus froid), à 28,39 C° en juillet (le mois le plus chaud).

• Précipitation

Selon Ramade (2009), la pluviométrie joue un rôle essentiel dans l'écosystème, en impactant non seulement le fonctionnement et la régénération des écosystèmes terrestres, mais également certains écosystèmes aquatiques tels que les mares et les lacs temporaires, ainsi que les lagunes saumâtres qui connaissent des périodes de sécheresse. Le tableau II présente les précipitations de la région étudiée, collectées entre 2012 et 2020 par la station météorologique de Tizi Ouzou.

Tableau 3 : Précipitation mensuelles et annuelles enregistrées sur une période de 09 ans allant de 2012 à 2020 dans la station météorologique de Boukhalfa (Tizi- Ouzou).

| Mois | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai. | Jui. | Juil. | Aou. | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. | cumul |
|--------|--------|--------|--------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| P (mm) | 131,35 | 155,34 | 107,02 | 65,71 | 39,4 | 13,94 | 1,83 | 4,54 | 29,27 | 61,04 | 125,37 | 105,22 | 750,03 |

P : Précipitation mensuelles (O.N.M. Tizi-Ouzou, 2021)

Le tableau ci-dessus (Tableau 3) montre que le mois le plus pluvieux durant les 09 ans derniers est le mois de Février avec 155,34 mm, alors que le moins pluvieux est le mois de juillet avec 1,83 mm seulement.

- **Humidité**

D'après **Dajoz (1975)**, l'humidité correspond à la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air. Elle influence la longévité, la vitesse de développement des espèces, la fécondité et le comportement. Elle se mesure en pourcentage, défini comme le rapport entre la tension de vapeur d'eau observée et la tension maximale possible à la même température (**Faurie et al., 2012**). Les données hygrométriques enregistrées à la station météorologique sur une période de 9 ans sont présentées dans le (**Tableau 4**)

Tableau 4 : Humidité relative moyenne (%) de la station météorologique de Tizi-Ouzou, durant la période allant de 2012 à 2020.

| Mois | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai. | Jui. | Juil. | Aou. | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| H mini (%) | 57 | 53 | 50 | 49 | 44 | 35 | 30 | 32 | 39 | 41 | 52 | 59 |
| H Max (%) | 94 | 94 | 93 | 93 | 91 | 87 | 82 | 82 | 87 | 89 | 91 | 94 |
| H Moy (%) | 75,5 | 73,5 | 71,5 | 71 | 67,5 | 61 | 56 | 57 | 63 | 65 | 71,5 | 76,5 |

H(%) : Humidité Relative

(O.N.M. Tizi-Ouzou, 2021)

La valeur la plus élevée de l'humidité relative de l'air est enregistrée en Janvier avec 81% (**Tableau 4**). La valeur la plus basse de l'humidité relative de l'air est enregistrée en Août avec un taux de 56%.

II.2.1.4. Synthèse climatique

Ramade (2003) montre que les facteurs écologiques n'agissent jamais isolément, mais simultanément. Parmi eux, la température et les précipitations sont les plus importants pour le climat (**Faurie et al., 1980**). La synthèse des données climatiques peut se faire à l'aide du diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gaussen (1953)** et du climagramme d'**Emberger (1955)**.

II.2.1.4.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Selon **Mutin (1977)**, le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet d'identifier les périodes sèches. C'est une méthode classique pour représenter le climat d'une région donnée (**Dajoz, 2000**). **Bagnouls et Gausсен (1953)** définissent un mois comme sec lorsque les précipitations, en millimètres, sont inférieures ou égales au double de la température moyenne en degrés Celsius. Selon **Faurie et al. (1980)**, ce diagramme Ombrothermique (**Ombro= pluie, thermo = température**) est construit en portant les mois sur l'axe des abscisses et en représentant les précipitations et les températures sur deux axes des ordonnées distincts, en veillant à ce que l'échelle des températures soit doublée par rapport à celle des précipitations ($P = 2T$). Cela crée en fait deux diagrammes superposés (figure 10).

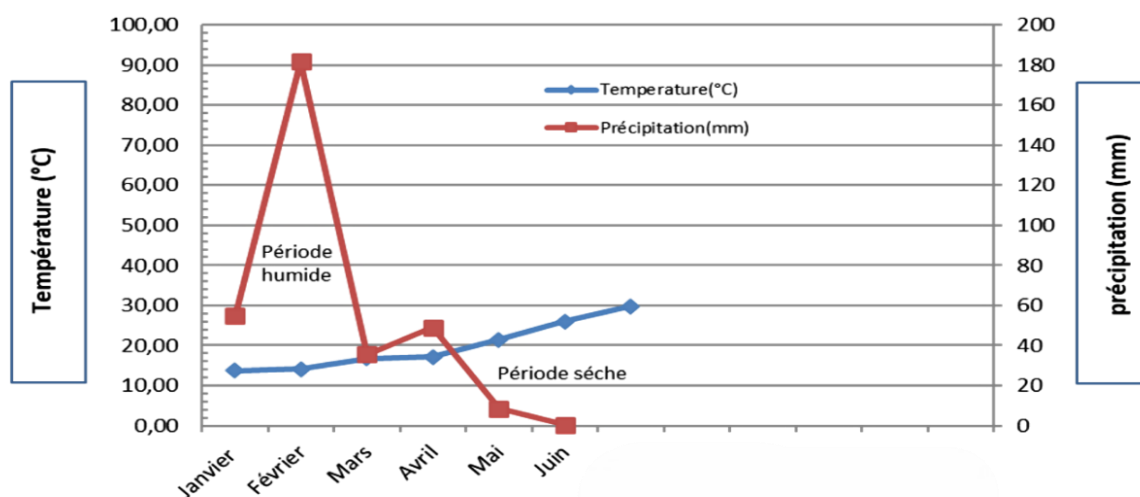


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2024 (ONM de Tizi-Ouzou, 2024)

La figure montre que l'année 2024 a connu une période humide s'est déroulée entre le mois de janvier et le mois de mars, et une période sèche s'est déroulée d'avril au juin, (**Figure 10**).

II.2.1.4.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique et le climagramme d'Emberger sont des outils utilisés afin de déterminer les étages bioclimatiques d'une région ainsi que leurs variations. Différentes formules sont disponibles pour évaluer le coefficient bioclimatique d'Emberger :

$$Q2 = 2000P / (M2 - m2)$$

Quezel (1982) propose la formule :

$$Q = 100P / (M + m) (M - m)$$

Dajoz (2003, 2006) propose :

$$Q2 = 2P / (M + m) (M - m)$$

Godron (2012) propose :

$$Q = 3.43 \times P / (M - m)$$

❖ Cette dernière formule a été simplifiée par **Stewart (1969)** en :

Q : est le quotient pluviométrique,

P : est la précipitation moyenne annuelle en mm,

M : est la température moyenne des maximales du mois le plus chaud en °C,

m : est la température moyenne des minimales du mois le plus froid en °C.

La valeur de Q augmente avec l'humidité du climat (**Dajoz, 2003, 2006**).

La figure 11 montre la position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger durant une période de 10 ans, de 2011 à 2021. Dans la présente étude, nous avons utilisé la formule simplifiée par Stewart et nous avons enregistré selon l'annexe 1 : $Q = 87,26$, avec $P = 774,87$ mm ; $M = 36,8$ °C ; $m = 6,61$ °C.

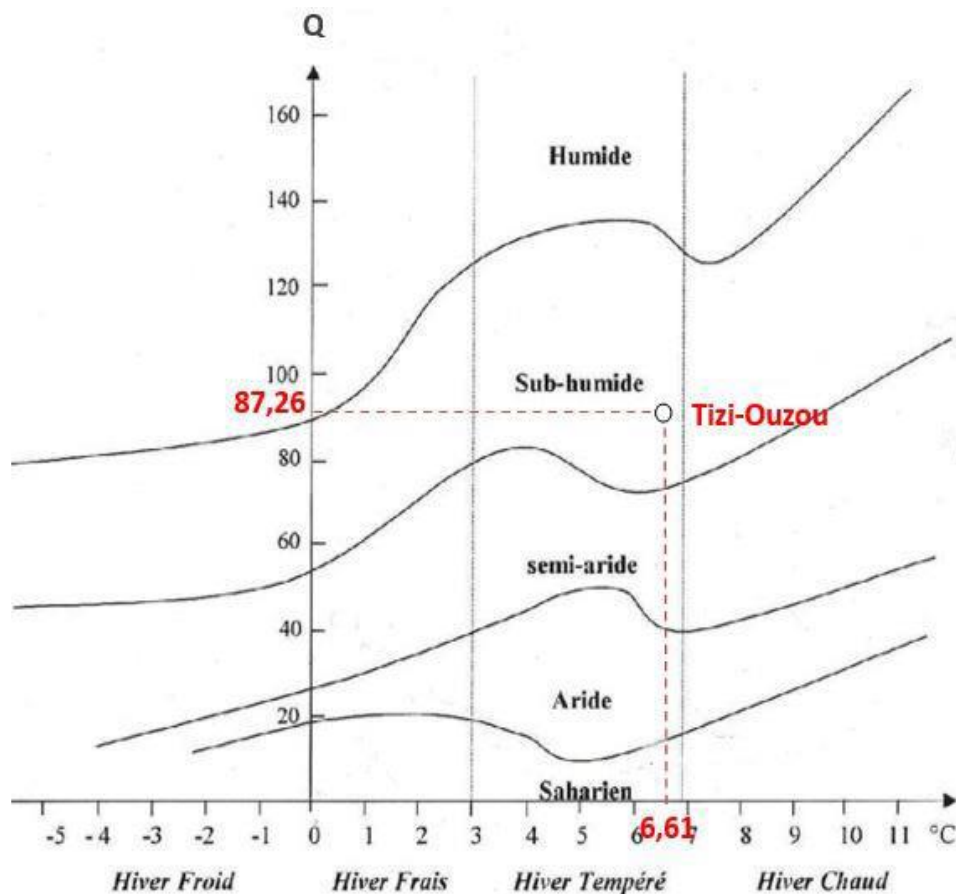


Figure 11 : Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger de 2011 à 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

- Selon la représentation graphique, notre zone d'étude est classée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré.

II.2.2. Facteurs biotiques de la région Tizi-Ouzou

Selon **Dajoz (2003)**, les facteurs biotiques sont toutes les relations entre individus d'une même espèce ou d'espèces différentes, qui augmentent avec la densité de population comme par exemple par des prédateurs ou compétitions. Dans cette partie nous apporterons des données bibliographiques concernant la flore et la faune de notre zone d'étude.

Les facteurs biotiques sont tous les organismes vivants tels que végétaux et animaux, qui peuvent modifier ou maintenir les conditions du milieu par leur simple présence ou leurs activités (**Faurie et al., 1980**). La région de Tizi Ouzou renferme une richesse naturelle importante avec une biodiversité très élevée tant au niveau floristique qu'au niveau faunistique.

II.2.2.1. La faune et la flore de la région de Tizi-Ouzou

Selon la direction de l'environnement, la région de Tizi-Ouzou possède une grande diversité de végétation, comprenant 402 espèces végétales, dont 155 espèces médicinales.

Et 108 espèces animales ont été identifiées, dont 82 espèces d'oiseaux dont 6 sont protégées, 13 mammifères dont 9 sont protégés et 13 reptiles tous protégés (**Direction de l'environnement de Tizi Ouzou 2022**).

Chapitre III : Matériel et méthodes

Le choix des stations d'étude, le travail sur le terrain (échantillonnage) et les diverses manipulations réalisées au laboratoire seront abordés dans ce chapitre.

III.1. Choix des stations d'étude

Les stations d'étude ont été sélectionnées en fonction de la facilité d'accès aux fermes d'élevage ou aux refuges pour animaux domestiques (chiens, chats, caprins, lapin, ovins et bovins) et de la présence des animaux sur lesquels nous avons prélevé des ectoparasites (tiques et puces). Les élevages d'animaux visités au cours de cette étude sont : des élevages de bovins ainsi que des refuges de chiens. Ils ont tous été choisis aléatoirement

III.2. Période et objectif d'étude

Le but de cette étude consiste à effectuer un recensement des tiques et des puces susceptibles de parasiter divers animaux domestiques dans la région d'étude, ainsi qu'à détecter des agents pathogènes susceptibles de transmettre. 5 stations de la région de Tizi-Ouzou (Draa Ben Khedda, Bouzeguène, Mekla, Ouacif et Tizi Rached) ont été échantillonnées entre mars et mai 2024, dans deux types d'élevage : **moderne et refuges (traditionnel)**.

III.3. Types d'élevages

III.3.1. Elevages modernes

Les étables modernes sont construites en briques et en ciment. Les éleveurs maintiennent une atmosphère aérée et propre, et ils utilisent des méthodes de nettoyage modernes.



Figure 12 : Exemple d'élevage moderne, a gauche la région de Mekla et a droite la région de Bouzeguène (Originale, 2024).

III.3.2. Refuges

Deux refuges ont été utilisés pour la collecte des ectoparasites (tiques et puces) sur les animaux domestiques, à savoir la station de Draa Ben Khedda et la station de Tizi Rached.

Ces abris sont bâtis de façon traditionnelle à partir d'argile, de tôles, de terre ou de chaume. Le nombre d'animaux domestiques présents à l'intérieur est très élevé et les moyens de nettoyage sont presque inexistantes. En raison de leur proximité avec la forêt, les animaux sont souvent exposés à l'extérieur, ce qui peut accroître leur taux d'infestation par les ectoparasites (Figure 13).



Figure 13 : Exemples de refuges au niveau des deux stations : Refuge Tizi Rached à gauche et à droite Refuge DBK (**Original, 2024**).

III.4. Matériel et Méthodes

III.4.1. Matériel

Afin de réaliser ce travail, nous avons utilisé différents deux types de matériel.

Matériel biologique

Représenté par les différents ectoparasites collectés sur les animaux domestiques (Bovins, ovins, chiens, chats, lapins...).

Matériel non biologique

Ce sont les appareils et les matériels utilisés pour identifier les tiques et les puces et aussi pour extraire le matériel génétique de ces dernières, (blouse, gants, tubes, pince, brosse, éthanol...).

III.4.2. Méthodes

Différentes méthodes ont été utilisées :

- La méthode de collecte des tiques et puces sur le terrain (échantillonnage).
- L'identification de ces espèces.
- Les méthodes d'extraction de l'ADN.
- La détection des agents pathogènes véhiculés par des techniques de biologie moléculaire à savoir : la PCR standard et qPCR.

III.4.2.1. Collecte des ectoparasites

Cette méthode implique à examiner les zones susceptibles d'être infectées chez les animaux domestiques, comme la région anale et les membres inférieurs.

Une fois que le corps de l'animal a été examiné, les puces ont été prélevées à l'aide d'une brosse et les tiques à la pince.

Les tiques et les puces recueillies ont été introduites dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70%.

III.4.2.2. Identification morphologique des ectoparasites

❖ Les tiques

L'identification implique la distinction entre les larves, les nymphes et les adultes. Ensuite à séparer les mâles des femelles sous loupe binoculaire, en se basant sur des critères d'identification. On procède à la manipulation dans des boîtes de pétri avec des pinces fines. Commencez par déterminer le genre, puis l'espèce.

Les genres ont été identifiés en utilisant une clé d'identification (**Mouliner, 2003**) ainsi que quelques caractéristiques morphologiques de certaines parties du corps de la tique tels que :

- La taille et la 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.

Quant à la diagnose des espèces on s'est basé sur certains détails morphologiques et en utilisant les guides d'identification des espèces d'**Estrada Pena et al., (2004)** et **Walker et al., (2003)**.

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

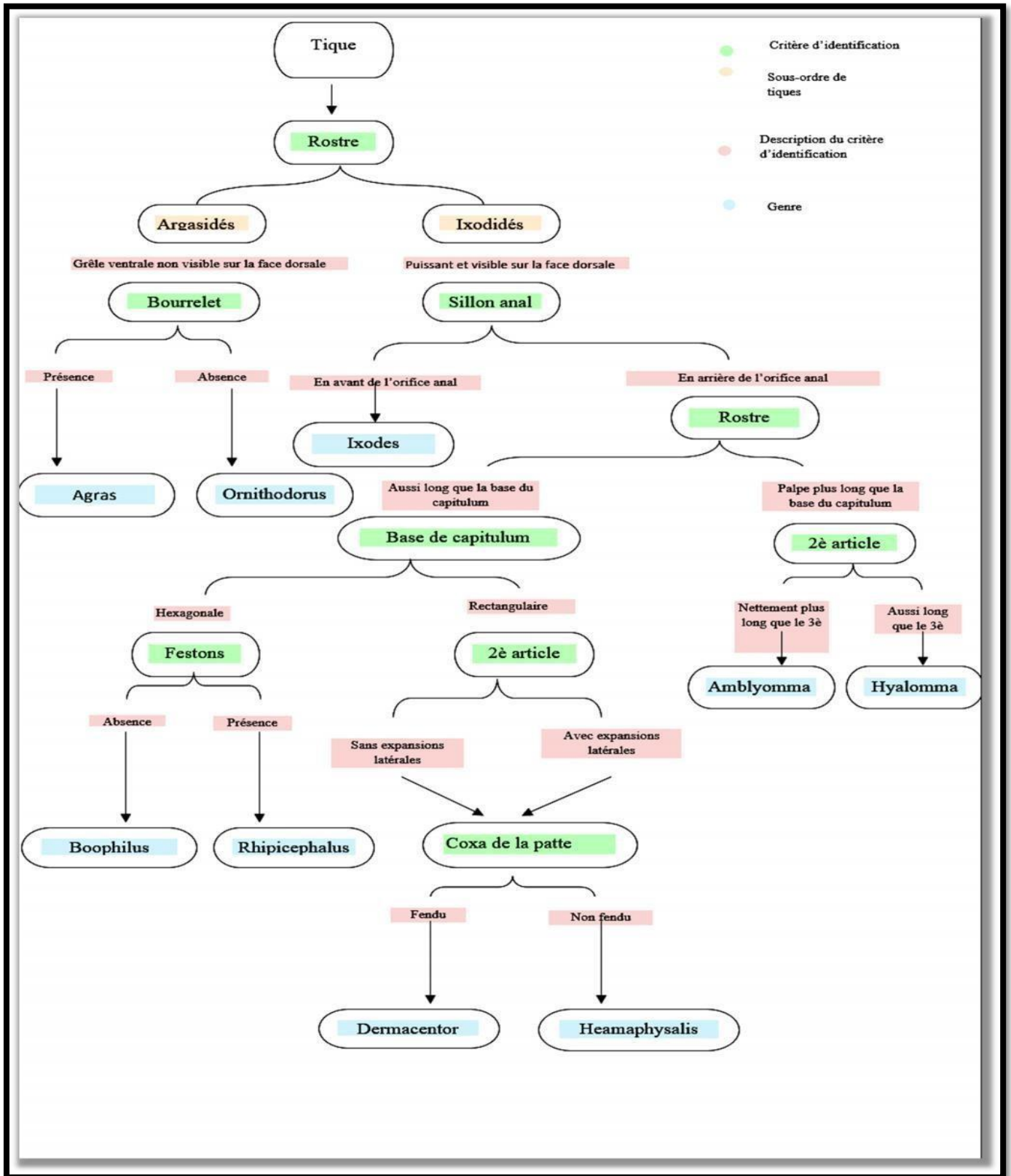
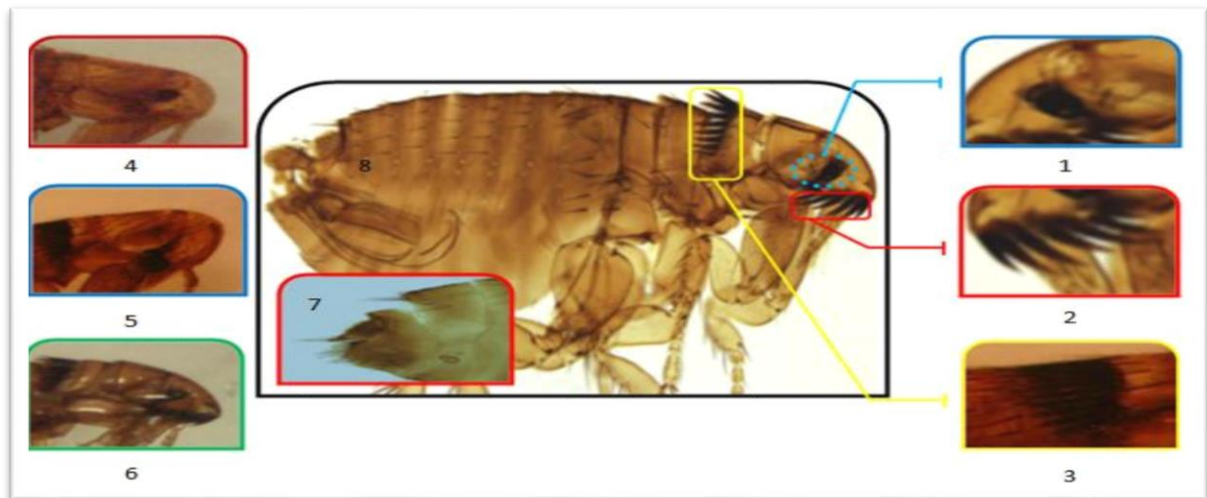


Figure 14 : Clé d'identification des genres selon Moulinier (2003).

- ❖ **Les puces** Pour identifier les puces, il est nécessaire de :
 - Déterminer le sexe (mâle ou femelle) en se basant sur la forme et la position des organes génitaux.
 - La clé dichotomique de (**Kernif, 2007**), permet de déterminer le genre en se basant sur (Figure15) :
 - La position et l'absence ou la présence de cténiédie génale
 - La couleur la forme des yeux
 - La taille abdominale
 - La position des pattes
 - Thorax : la largeur des trois segments réunis inférieure ou supérieure à la largeur du segment abdominal voisin
 - La présence ou l'absence d'une plage de petites soies spiniformes a la face interne de la Coxa III
 - La présence ou l'absence de deux soies spiniformes frontales
 - Cténiadies génale de 2 dents ou de 4 à 8 dents
 - Metastérnite et metepisternite (totalement ou partiellement séparés /totalement fusionnés.



1 : Le pourtour d'un œil 2 : Cténiadies génales 3 : Cténiadies pronatales 4 : Genre *Xenopsylla* sp. 5 : Genre *Leptopsylla* sp. 6 : Genre *Ctenocephalides* sp. 7 : Morphologie du spermatheque d'une femelle. 8 : Morphologie d'un mâle

Figure 15 : Principaux Critères d'identification des Siphonaptera (**Kernif, 2007**).

Détection de *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii* par la PCR Standard et la qPCR

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

III.4.2.3. Extraction d'ADN génomique

- **Principe**

La technique d'extraction de l'ADN (acide désoxyribonucléique) consiste à extraire de l'ADN à partir d'une cellule en quantité et en qualité adéquates pour permettre son analyse. Pour l'extraction d'ADN à partir des ectoparasites, on a utilisé le CTAB (CetylTriméthylAmmonium Bromide), qu'est un solvant qui sert à effectuer un broyage chimique.

On a adapté la méthode de **Rouvier et al. (1996)** pour les nodules de plantes actinorhiziennes des genres *Allocasuarina* et *Casuarina*. Pour obtenir une meilleure qualité et quantité de l'ADN extrait du sang de bovins et des tiques collectées, nous avons prolongé la durée d'incubation d'une heure à toute une nuit.

- **Protocole expérimental**

Le tampon de lyse est préparé dans une hotte chimique en mélangeant du Béta-mercaptoéthanol avec du CTAB. Le tableau ci-dessous présente les quantités de réactifs requises pour un échantillon.

Tableau 05 : les volumes de réactifs utilisés dans le tampon de lyse.

| | CTAB | Béta-mercaptoéthanol |
|----------------------|--------|----------------------|
| Pour 1 échantillon | 0.2 ml | 0.4 µl |
| Pour 10 échantillons | 2 ml | 4 µl |

L'extraction de l'ADN passe par trois étapes : la lyse, la purification, l'élution

La lyse (chimique et mécanique)

- Tout d'abord, les spécimens doivent être rincés pour éliminer toute trace d'alcool.
- Découper les échantillons en petits morceaux et les placer dans des tubes Eppendorf.

- Sous hotte chimique, ajouter 200 µl du tampon de lyse préalablement préparé et bien mélanger en utilisant le vortex.
- Broyer mécaniquement les échantillons en utilisant de broyeurs.
- Placer les échantillons au bain-marie à une température de 65 °C pendant une nuit.
- Récupérer les échantillons et laisser les refroidir pendant 3 minutes à température ambiante.
- Ajouter 200 µl de chloroforme en mélangeant par inversion, puis en agitant avec un vortex.
- Effectuer une centrifugation à une vitesse de 12000 tr/min pendant une durée de 5 minutes.
- Récupérer le surnageant et le transférer dans un nouveau tube Eppendorf.

Purification

- Réaliser un premier lavage en ajoutant 200 µl d'isopropanol (froid) puis mélanger par inversion.
- Centrifuger pendant 15 minutes à 12000 tour/min.
- Éliminer l'isopropanol et incorporer 200 µl d'éthanol absolu (froid).
- Centrifuger pendant 5 minutes à une vitesse de 12000 tours par minute.
- Vider l'éthanol et laisser les tubes à température ambiante afin de les sécher correctement.

Elution

- Ajouter 50µl de tampon AE (Nucléase Free Water).
- Agiter à l'aide du vortex 3 secondes.
- Conserver l'échantillon +4°C.

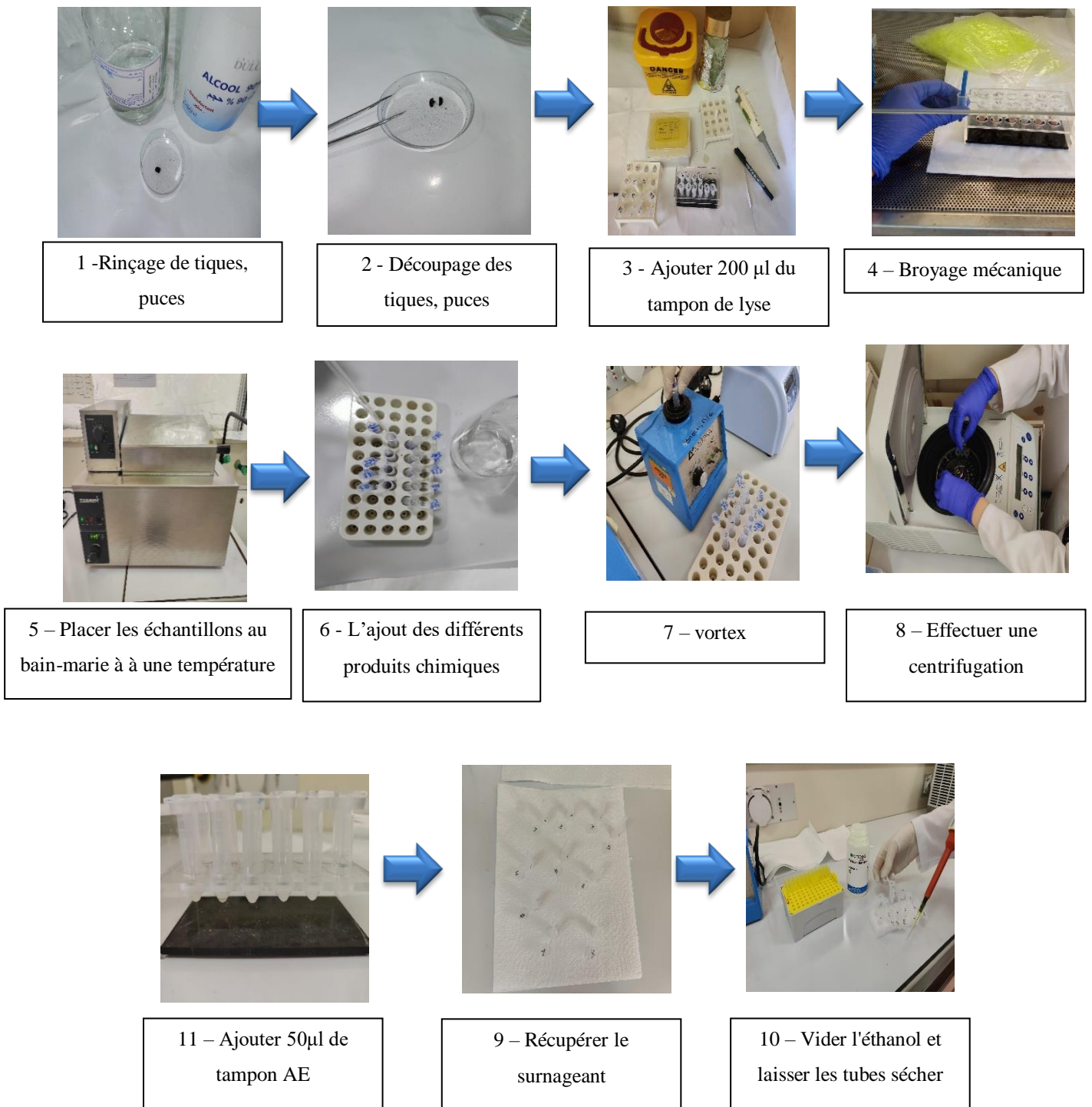


Figure 16 : Les étapes d'extraction de l'ADN (Originale, 2024).

III.4.2.4. Dosage des ADNs

L'objectif est de valider la qualité et la quantité de l'ADN, après la purification, on mesure la densité optique des acides nucléiques, grâce à un spectrophotomètre (Nano drop).

- **Principe**

Un spectrophotomètre utilise la transmission de la lumière à travers une solution pour déterminer la concentration d'un soluté à l'intérieur de la solution. L'appareil fonctionne suivant un principe simple, la lumière d'une longueur d'onde connue traverse un échantillon et où la quantité d'énergie lumineuse transmise est mesurée à l'aide d'une cellule photoélectrique placée de l'autre côté de l'échantillon. Toutes les molécules absorbent de l'énergie radiante à une longueur d'onde spécifique à partir de laquelle il est possible d'extrapoler la concentration d'un soluté à l'intérieur d'une solution. Selon la loi de Beer-Lambert, il existe une relation linéaire entre l'absorption A (DO) et la concentration de la macromolécule qui est donnée. La concentration des ADNs extraits est estimée par la mesure de l'absorbance (DO) à 260nm. Deux autres mesures de DO à 280nm et à 230nm sont également effectuées afin d'évaluer les rapports DO_{260}/DO_{280} et DO_{260}/DO_{230} et estimer, éventuellement, la qualité et la pureté de l'ADN extrait.

- **Protocole expérimental :**

Le NanoDrop one, utilisé dans notre cas, est doté d'un logiciel qui permet de mesurer la densité optique à 230 nm, à 260nm, à 280nm ainsi que les rapports A_{260nm}/A_{280nm} et $260nm/230nm$ (Figure 17).



Figure 17 : Dosage des ADNs par (Nano Drop) (Originale, 2024).

III.4.2.5. Amplification de l'ADN génomique

Le principe de la PCR repose sur l'utilisation de l'ADN polymérase, afin d'obtenir par réplication 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.

III.4.2.6. 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.

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

III.4.2.7. Polymérase Chain Réaction

➤ PCR Standard

PCR Standard est une technique consiste à amplifier in vitro une partie spécifique du matériel génétique, et répétition d'élongation, en présence d'amorces nucléotidiques spécifiques et d'une ADN polymérase (Nedjma et al., 2005)

➤ qPCR (PCR en temps reel)

qPCR est le même que celui de la PCR classique, appart que pour celle-ci 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.

• Principe de la PCR

La PCR (Polymérase Chain Réaction, ou réaction en chaîne par polymérase) repose sur la capacité de l'ADN polymérase à synthétiser de nouveaux brins d'ADN complémentaires à partir d'une matrice d'ADN. Voici les principales étapes de ce processus :

- 1. Dénaturation** : On chauffe le mélange d'ADN à 94-98°C pour séparer les deux brins en rompant les liaisons hydrogène.
- 2. Hybridation** : La température est abaissée à 50-65°C, permettant aux amorces de s'apparier aux séquences complémentaires de l'ADN.

3. L'élongation : la température est portée à environ 72°C, ce qui est optimal pour l'ADN polymérase (généralement Taq polymérase, une enzyme thermostable). Cette enzyme synthétise de nouveaux brins d'ADN en ajoutant des nucléotides libres aux amorces, suivant la séquence de l'ADN matrice.

Ces trois étapes (dénaturation, hybridation et élongation) sont répétées généralement 25 à 40 fois dans un thermocycleur, chaque cycle doublant la quantité d'ADN cible. Après plusieurs cycles, cette réaction permet d'amplifier de manière exponentielle une séquence d'ADN spécifique à partir d'une très petite quantité initiale.

III.4.2.8. Electrophorèse sur gel d'agarose

La technique d'électrophorèse sur gel d'agarose a été utilisée afin de vérifier si notre extraction est bonne. S'il y a présence d'ADN, une fluorescence au niveau des bandes d'ADN apparaît après visualisation sous Trans illuminateur dans une chambre noire. Si notre extraction se conclue par un échec il n'y aura pas de trace d'ADN.

➤ **Préparation de gel d'agarose**

- Peser 1.5 g d'agarose basic
- Mélanger l'agarose avec 150 ml de tampon TAE
- Dissoudre l'agarose dans un micro-ondes
- Laisser refroidir légèrement
- Ajouter le colorant intercalant BET
- Verser la solution dans le moule à gel
- Laisser le gel solidifier
- Retirer le peigne et préparer le gel pour l'électrophores

III.5. Méthodes d'exploitation des résultats

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

III.5.1. Indices écologiques de composition

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

III.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.

III.5.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R%)

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

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

N_i: nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N: nombre total des individus de toutes les espèces.

III.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**).

III.5.3. 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_i: 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.

Log₂: 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**).

III.5.4. Indice d'équitabilité ou d'équipartition (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**)

III.5.5. 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 :

III.5.5.1. 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.5.5.2. 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.5.5.3. 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 IV : Résultats

IV. Résultats :

Les résultats de la collecte de tiques et de puces dans les différentes stations d'étude de la région de Tizi-Ouzou seront exposés dans ce chapitre, La liste des espèces récoltées sera exposée et analysée à l'aide des indices écologiques.

IV.1. Résultats de l'identification :

Les espèces récoltées sont le résultat des sorties effectuées pendant une période de trois mois du Mois de mars au mois mai 2024. Au cours de cette période un total de 475 ectoparasites a été collecté appartenant à deux classes différentes. La classe des Arachnides représentée par l'ordre des Ixodida, famille des Ixodidae, avec 376 tiques dont 206 femelles et 170 mâles. La classe des insectes représentée par la famille des *Siphonaptera* réparties en 99 puces dont 85 femelles et 14 mâles. Les espèces de tiques et puces recensées lors de l'échantillonnage sur nos terrains d'étude sont regroupées respectivement dans les tableaux 6 et 7.

Tableau 6 : Liste des espèces de tiques récoltées dans les cinq stations de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

| Région | Nbre Ind | Nbre d'espèces | Espèces de tiques | Nbre Ind par Espèce | ♀ | ♂ |
|-----------------|------------|----------------|---------------------------------|---------------------|------------|------------|
| Bouzeguène | 185 | 2 | <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 57 | 29 | 28 |
| | | | <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 128 | 80 | 48 |
| Ouacif | 34 | 2 | <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 9 | 4 | 5 |
| | | | <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 25 | 12 | 13 |
| Mekla | 44 | 2 | <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 8 | 0 | 8 |
| | | | <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 36 | 17 | 19 |
| Tizi Rached | 26 | 2 | <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 1 | 1 | 0 |
| | | | <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 25 | 8 | 17 |
| Draa Ben Khedda | 87 | 2 | <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 37 | 25 | 12 |
| | | | <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 50 | 30 | 20 |
| Total | 376 | 2 | | 376 | 206 | 170 |

♂ : Mâle. / ♀ : Femelle

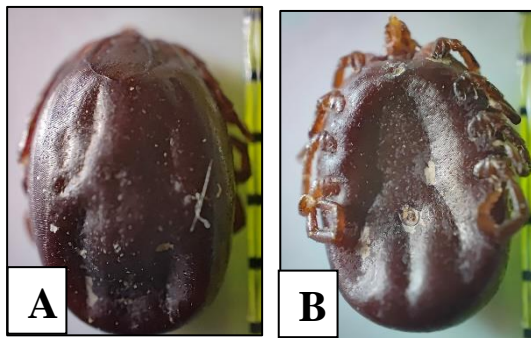
Tableau 7 : Liste des espèces de puces récoltées dans les quatre stations de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

| Région | Nbre Ind | Nbre d'espèces | Espèces de puces | Nbre Ind par Espèce | ♀ | ♂ |
|-----------------|----------|----------------|------------------------------|---------------------|----|----|
| Bouzeguène | 42 | 2 | <i>Ctenocephalides felis</i> | 41 | 34 | 7 |
| | | | <i>Xenopsylla cheopis</i> | 1 | 1 | 0 |
| Ouacif | 9 | 1 | <i>Ctenocephalides felis</i> | 9 | 8 | 1 |
| Mekla | 27 | 1 | <i>Ctenocephalides felis</i> | 27 | 26 | 1 |
| Draa Ben Khedda | 21 | 1 | <i>Ctenocephalides felis</i> | 21 | 16 | 5 |
| Total | 99 | 2 | | 99 | 85 | 14 |

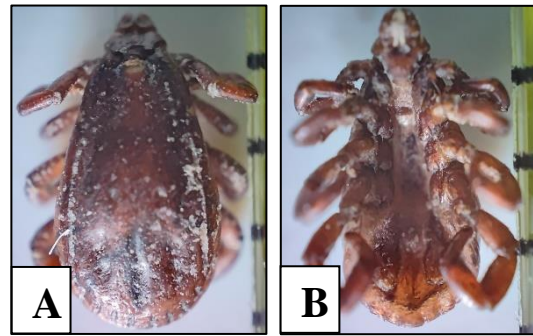
♂ : Mâle. / ♀ : Femelle

L'identification morphologique des échantillons recueillis dans les Cinq stations étudiées a révélé la présence de 2 espèces de tiques appartenant à un seul genre *Rhipicephalus* spp. à savoir : *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus turanicus* (**Figure 18**).

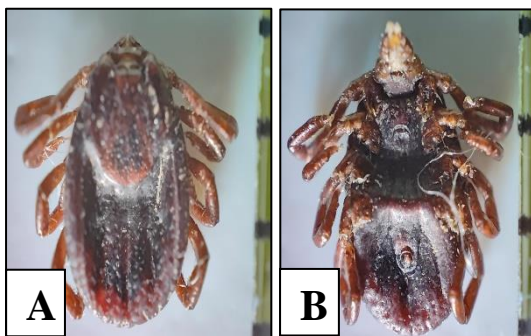
L'espèce la plus dominante est *Rhipicephalus turanicus* avec 264 individus soit un pourcentage de 70,21% suivie par l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* avec 112 individus soit une abondance relative de 29,79%.



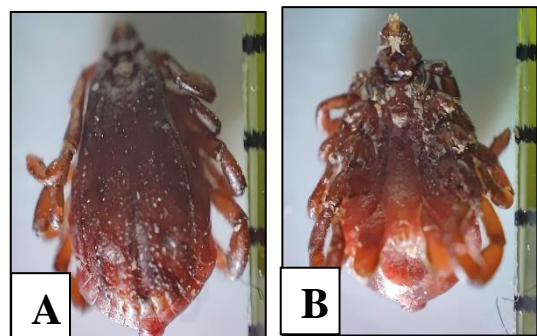
A: vue dorsale; **B:** vue ventrale,
Rhipicephalus turanicus (femelle).



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



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



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

Figure 18 : Les différentes espèces de tiques récoltées dans la région de Tizi-Ouzou Gx40
(Originale, 2024).

Sur les 99 puces collectées dans les quatre stations étudiées, de 2 espèces ont été identifiées soit : *Ctenocephalides felis* et *Xenopsylla cheopis* (**Figure 19**). L'espèce la plus dominante est *Ctenocephalides felis* avec 98 individus soit un pourcentage de 98,99% suivie par l'espèce *Xenopsylla cheopis* avec 1 individus soit une abondance relative de 1,01%.



Ctenocephalides felis (femelle).



Ctenocephalides felis (mâle).



Xenopsylla cheopis (femelle).

Figure 19 : Les différentes espèces de puces récoltées dans la région de Tizi-Ouzou
Gx40 (Originale, 2024)

IV.1.1. Résultats de la collecte des tiques dans la région de Tizi-Ouzou

IV.1.2. Le Sex-ratio des espèces récoltées

L'analyse du sexe a révélé une prédominance des femelles avec 206 individus par rapport aux mâles avec 170 tiques (Tableau 6).

Les données illustrées dans les histogrammes des figures 14 et 15, montrent clairement la dominance du sexe femelle chez les deux espèces.

D'après le calcul de sex-ratio de nos échantillons, qui s'élève à 1,21 (environ 54.79% de femelles), ce qui signifie que pour chaque 100 éclosions de mâles, nous avons noté environ 121 éclosions de femelles.

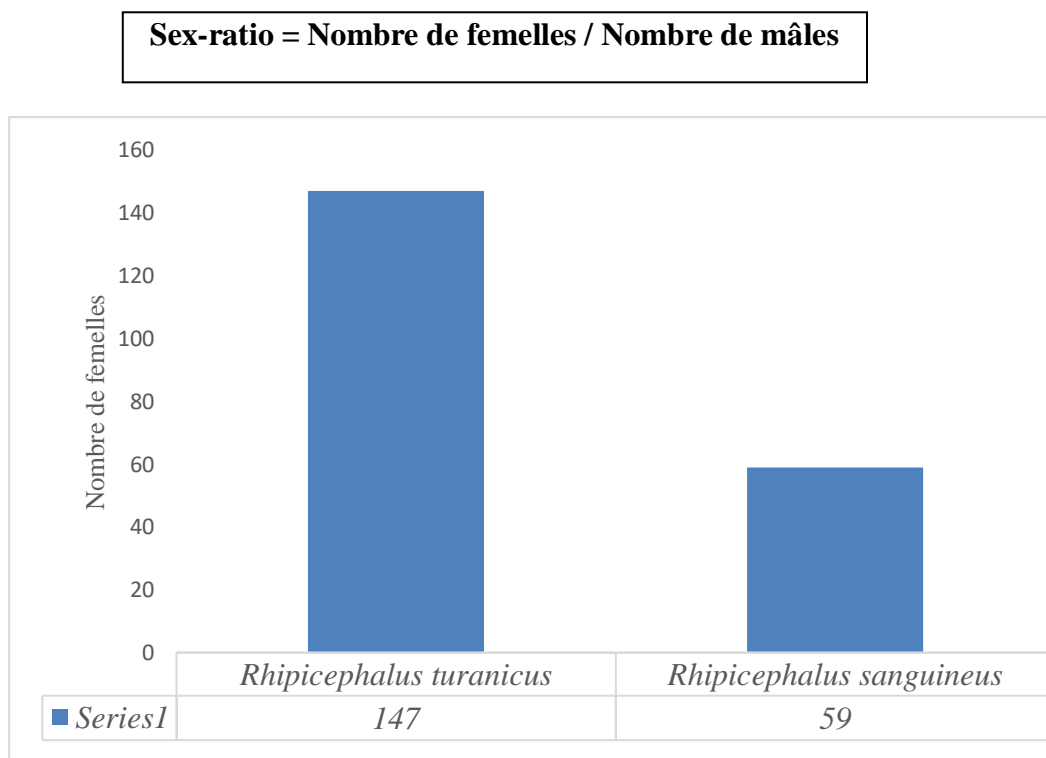


Figure 20 : Nombre de tiques femelles récoltées chez les animaux échantillonnés en 2024.

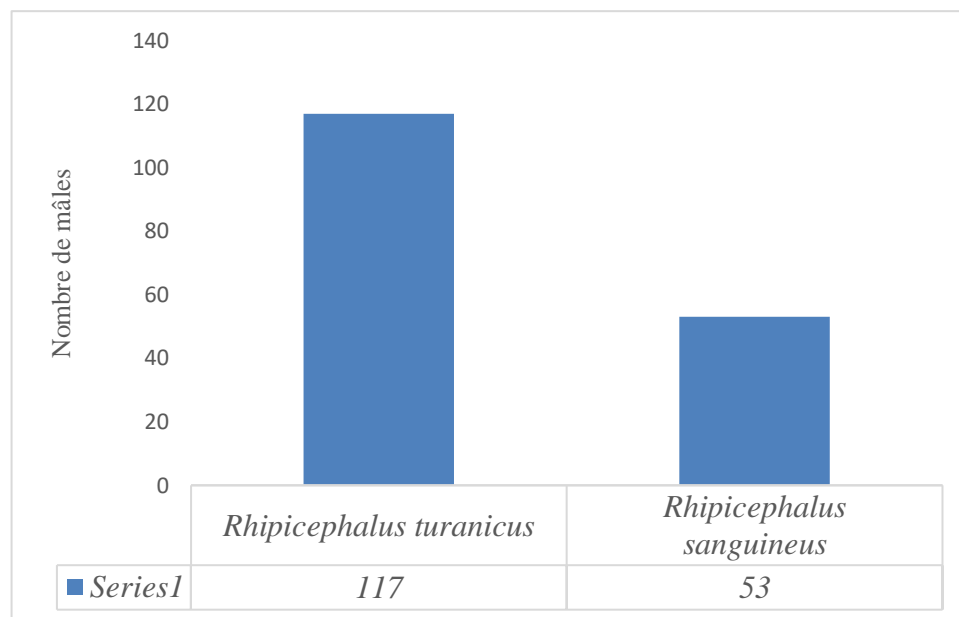


Figure 21 : Nombre de tiques mâles récoltées chez les animaux échantillonnés en 2024.

IV.1.3. Exploitation des résultats obtenus dans les stations d'étude par les indices écologiques et parasitaires

IV.1.3.1. Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques

IV.1.3.1.1. Exploitation des résultats obtenus par l'indice écologiques de composition

La richesse spécifique ou totale (S) et la fréquence centésimale ou l'abondance relative (AR%) sont utilisées pour exprimer les résultats.

IV.1.3.1.2. La richesse totale des espèces des tiques collectées dans les différentes stations

Les résultats de la richesse spécifique (S) des espèces de tiques récoltées dans les cinq stations d'études (Bouzeguène, Draa Ben Khedda, Tizi Rached, Ouacif et Mekla) sont mentionnés dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Richesse totale des espèces de tiques collectées dans les différentes stations.

| Station | Bouzeguène | Ouacif | Mekla | Draa Ben Khedda | Tizi Rached |
|-----------------|------------|--------|-------|-----------------|-------------|
| Richesse totale | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Les richesses totales des tiques collectées dans les cinq stations sont comme suit : 2 espèces ont été collectées il s'agit de *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus turanicus*. (Figure 22)

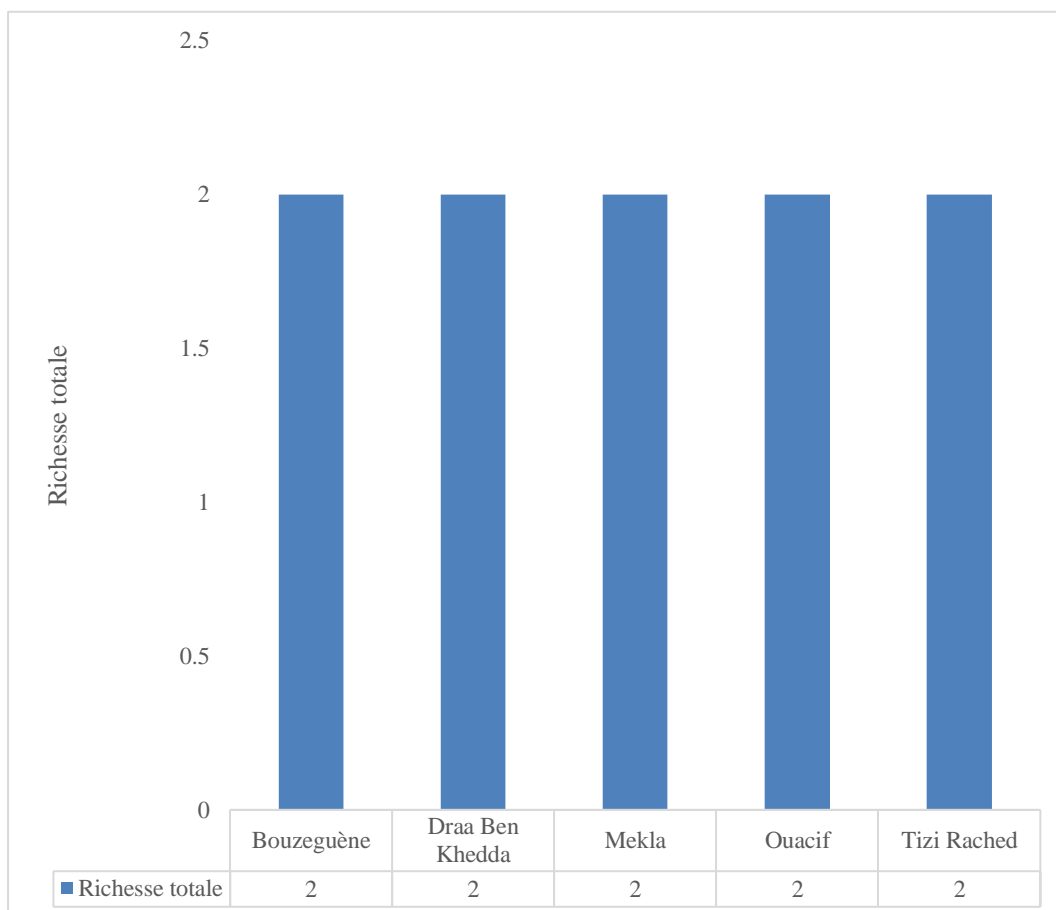


Figure 22 : Richesses totales des tiques récoltées dans chaque station d'étude en 2024.

IV.1.4. Fréquence centésimale ou abondance relative

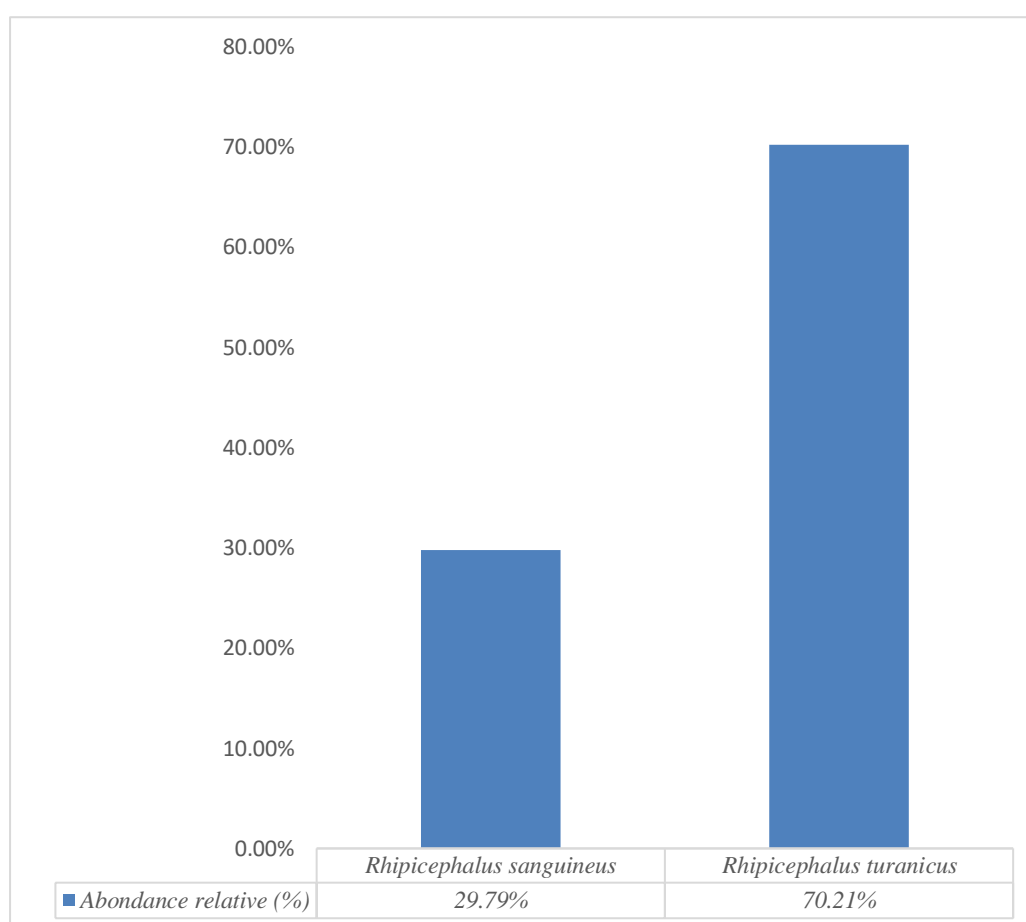
IV.1.4.1. Abondance relative (AR%) ou fréquence centésimale des espèces des tiques récoltées dans les différentes stations d'étude

Les abondances relatives des différentes espèces collectées dans les différentes stations pendant la période d'étude, sont représentées dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude.

| Espèce de tiques | Nbre Ind | Abondance relative (%) |
|---------------------------------|----------|------------------------|
| <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 112 | 29,79% |
| <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 264 | 70,21% |
| Total | 376 | 100,00% |

La figure 22 montre que *Rhipicephalus turanicus* est l'espèce la plus fréquente avec un taux de 70,21%. et *Rhipicephalus sanguineus* l'espèce la moins fréquente avec un taux de 29,79%.

**Figure 23** : Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les stations d'étude en 2024

L'ensemble des espèces de tiques collectées dans la région de Tizi-Ouzou dans les différentes stations pendant la période d'étude est présenté dans le tableau 10.

Tableau 10 : Abondance relative (AR%) des espèces de tiques collectées en fonction des stations d'étude.

| | Bouzeguène | Ouacif | Mekla | Draa Ben Khedda | Tizi Rached |
|---------------------------------|-------------------|---------------|---------------|------------------------|--------------------|
| Espèces | A.R(%) | A.R(%) | A.R(%) | A.R(%) | A.R(%) |
| <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 30,81 | 26,47 | 18,18 | 42,53 | 3,85 |
| <i>Rhipicephalus turanicus</i> | 69,19 | 73,53 | 81,82 | 57,47 | 96,15 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Le tableau ci-dessus (Tableau 10) montre les abondances relatives des espèces de tiques collectées dans la région de Tizi-Ouzou dans les différentes stations durant la période d'étude.

Les abondances relatives observées dans les différentes stations d'étude ont révélé une prédominance de l'espèce *Rhipicephalus turanicus* dans toutes les stations. La station de Bouzeguène a enregistré le nombre d'échantillons le plus élevé avec 128 individus, soit un pourcentage de 69,19%. Dans cette station, *Rhipicephalus sanguineus* représente 30,81% des échantillons. Dans la station de Ouacif, *Rhipicephalus sanguineus* représente 26,47% des échantillons, tandis que *Rhipicephalus turanicus* est majoritaire avec 73,53%. Dans la station de Mekla, *Rhipicephalus sanguineus* est présent à hauteur de 18,18%, tandis que *Rhipicephalus turanicus* prédomine avec 81,82%. Dans la station de Draa Ben Khedda, *Rhipicephalus sanguineus* constitue 42,53% des échantillons, alors que *Rhipicephalus turanicus* est majoritaire avec 57,47%. Enfin, dans la station de Tizi Rached, *Rhipicephalus sanguineus* est très peu présent avec seulement 3,85%, alors que *Rhipicephalus turanicus* est largement prédominant avec 96,15% (Figure 24).

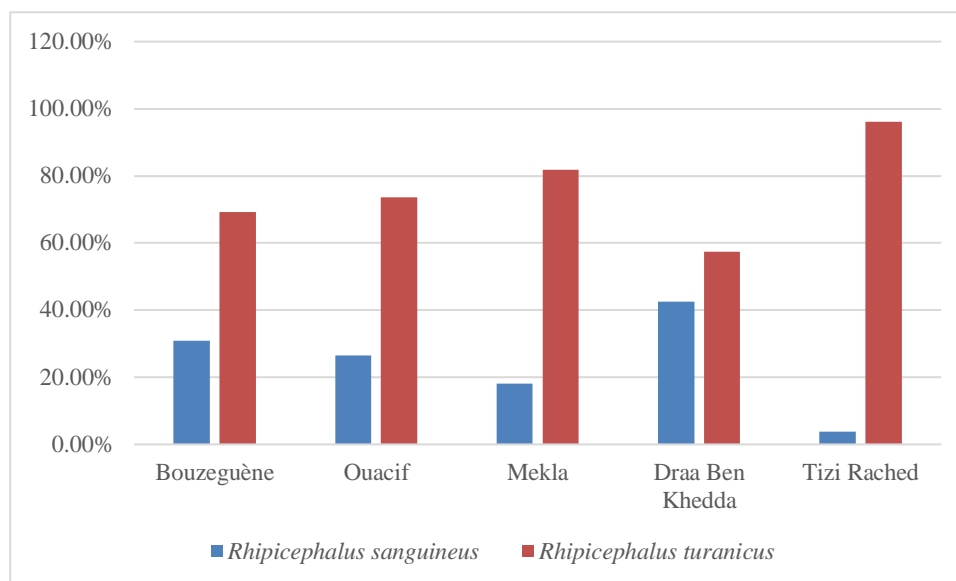


Figure 24 : Abondance relative (AR%) de chaque espèce de tiques collectées dans les différentes stations en 2024.

IV.1.4.2. 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 ($H' \text{ max}$) et l'équitabilité appliqués aux espèces de tiques capturés à la main dans les différentes stations d'étude sont illustrés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Indice de diversité de Shannon Weaver ; la diversité maximale et l'équitabilité dans les régions d'étude.

| | Bouzeguène | Ouacif | Mekla | Draa Ben Khedda | Tizi Rached |
|-----------------------|------------|--------|-------|-----------------|-------------|
| H': (Bits) | 0.891 | 0.834 | 0.684 | 0.984 | 0.235 |
| H' max: (Bits) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| E: | 0.891 | 0.834 | 0.684 | 0.984 | 0.235 |

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

Les valeurs de H' varient selon les régions étudiées, indiquant des diversités de tiques différentes. La station de Tizi Rached présente la valeur H' la plus faible (0,235 bits), suggérant une faible diversité due à la dominance d'une seule espèce. La station de Draa Ben Khedda a la valeur H' la plus élevée (0,984 bits), indiquant une distribution équitable des individus entre les espèces.

Les valeurs d'équitabilité à Draa Ben Khedda et Bouzeguène sont respectivement de 0,984 et 0,891, proches de 1, montrant une répartition régulière des espèces et un équilibre des peuplements. À Mekla et Ouacif, les valeurs sont de 0,684 et 0,834, indiquant une répartition relativement équilibrée, bien que moins marquée. Tizi Rached affiche une équitabilité très faible (0,235), indiquant une dominance significative d'une espèce et un peuplement de tiques non équilibré.

Les valeurs de H' et de l'équitabilité sont égales parce que l'équitabilité est calculée en divisant H' par H' max (qui est de 1 bit pour toutes les régions). Ainsi, H' normalisé par H' max donne directement l'équitabilité, d'où leur égalité.

IV.1.5. Exploitation des résultats obtenus par les indices parasitaires

Les résultats obtenus dans la présente étude dans les Cinq stations d'étude (Bouzeguène, Draa Ben Khedda, Mekla Ouacif et Tizi Rached) 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 12.

Tableau 12 : Indices parasitaires des tiques collectées dans les quatre stations d'études

| Station | Fermes | H | N | n | Prévalence (%) | Abondance | Intensité Parasitaire | Types d'hôtes examinés |
|-----------------|--------|----|----|----|----------------|-----------|-----------------------|------------------------|
| Bouzeguène | 1 | 16 | 15 | 96 | 93,75 | 6 | 6,4 | Chiens Caprins |
| | 2 | 11 | 9 | 89 | 81,82 | 8,09 | 9,89 | Bovins Chats |
| Ouacif | 1 | 4 | 3 | 34 | 75 | 8,5 | 11,33 | Chiens Ovins |
| Draa Ben Khedda | 1 | 12 | 8 | 47 | 66,67 | 3,92 | 5,875 | Chiens Ovins |
| | 2 | 8 | 6 | 40 | 75 | 5 | 6,67 | Chiens Ovins |
| Mekla | 1 | 9 | 5 | 44 | 55,56 | 4,89 | 8,8 | Chiens |
| Tizi Rached | 1 | 8 | 3 | 26 | 37,5 | 3,32 | 8,67 | Chiens |

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

Les taux d'infestation les plus élevées ont été enregistré a Bouzguene avec un pourcentage de (93,73% dans la première ferme et 81,82% dans la deuxième ferme) suivie par la deuxième ferme de DBK et Ouacif avec le même pourcentage 75%, puis Mekla 55,56 et enfin le taux d'infestation le plus bas a Tizi Rached avec un pourcentage de 37,5%.

Concernant l'intensité et l'abondance des charges parasitaires, les valeurs les plus élevées sont observées à Ouacif avec 11,33 espèces par individu infesté et 8,5 espèces par individu examiné. À Bouzeguène, la deuxième ferme présente 9,89 espèces par individu infesté et 8,094 espèces par individu examiné. À Mekla, les valeurs sont de 8,8 et 4,89 respectivement. Tizi Rached enregistre 8,67 espèces par individu infesté et 3,32 espèces par individu examiné. Enfin, la deuxième ferme de Draa Ben Khedda affiche 6,67 espèces par individu infesté et 5 espèces par individu examiné. (Tableau 12).

IV.1.2. Résultats de la collecte des puces dans la région de Tizi-Ouzou

IV.2.2. Le Sex-ratio des espèces récoltées

La détermination du sexe a pu montrer une forte dominance des femelles avec 85 individus par rapport aux mâles avec 14 puces (Tableau 7).

Les données illustrées dans les histogrammes des figures 14 et 15, montrent clairement la dominance du sexe femelle chez les deux espèces.

D’après le calcul de sex-ratio de nos échantillons qui est de valeur 6,07 (environ 85,86% de femelles), ce qui signifie que pour chaque 100 éclosions de mâles, nous avons noté environ 607 éclosions de femelles.

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

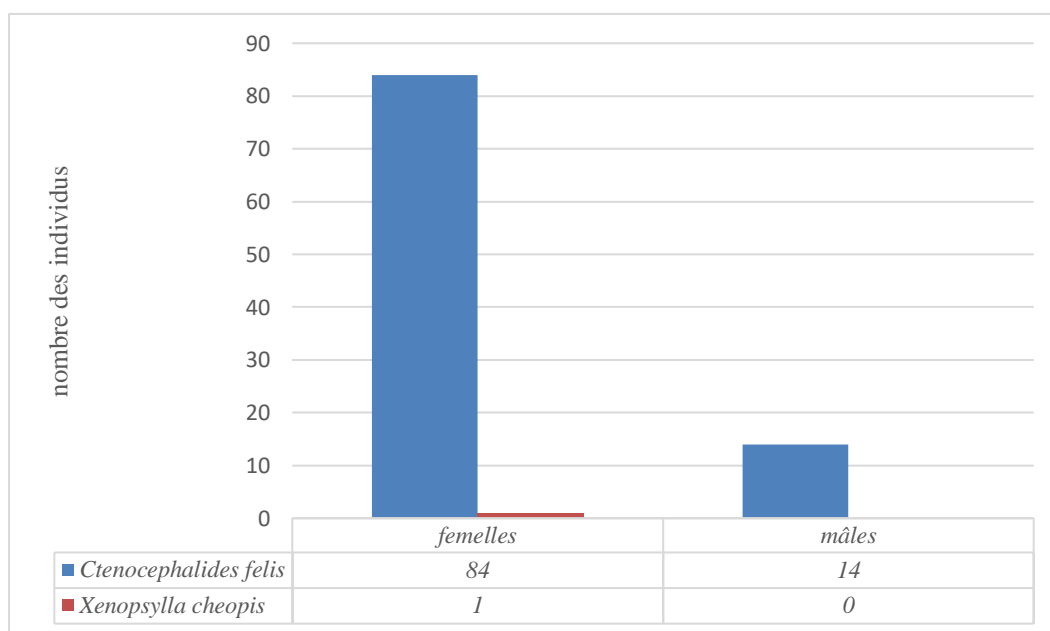


Figure 25 : Nombre de puces mâles et femelles récoltées chez les animaux échantillonnés en 2024.

IV.2.3. Exploitation des résultats obtenus dans les stations d'étude par les indices écologiques et parasitaires

IV.2.3.1. Exploitation des résultats obtenus par les indices écologiques

IV.2.3.1.1. 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%).

IV.2.3.1.2. La richesse totale des espèces de puces collectées dans les différentes stations

Les résultats de la richesse spécifique (S) des espèces de puces récoltées dans les quatre stations d'études (Bouzeguène, Draa Ben Khedda, Ouacif et Mekla) sont mentionnés dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Richesse totale des espèces de puces collectées dans les différentes stations.

| Station | Bouzeguène | Ouacif | Mekla | Draa Ben Khedda |
|------------------------|------------|--------|-------|-----------------|
| Richesse totale | 2 | 1 | 1 | 1 |

Les richesses totales des puces collectées dans les quatre stations sont comme suit : 2 espèces ont été collectées dans la station de Bouzeguène, il s'agit de *Ctenocephalides felis* et *Xenopsylla cheopis*. Une espèce représente la richesse totale des stations de Ouacif, Mekla, Draa Ben Khedda, est *Ctenocephalides felis* (Figure 26).

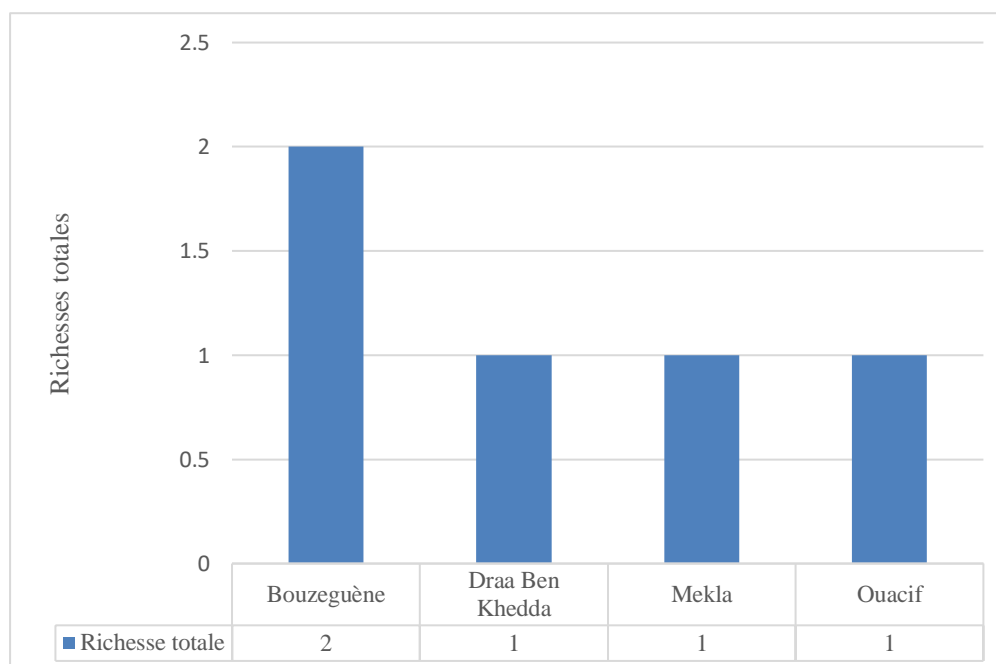


Figure 26 : Richesses totales des puces récoltées dans chaque station d'étude en 2024.

IV.2.4. Fréquence centésimale ou abondance relative

IV.2.4.1. Abondance relative (AR%) ou fréquence centésimale des espèces de puces 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 14 :

Tableau 14 : Abondance relative (AR%) des puces collectées dans les stations d'étude

| Espèce de puces | Nbre Ind | Abondance relative (%) |
|-------------------------------|----------|------------------------|
| <i>Ctenocephalides felis.</i> | 98 | 98,99% |
| <i>Xenopsylla cheopis</i> | 1 | 1,01% |
| Total | 99 | 100,00% |

La figure 27 montre que *Ctenocephalides felis.* est l'espèce la plus fréquente avec un taux de 98,99%. et *Xenopsylla cheopis* l'espèce la moins fréquente avec un taux de 1,01%.

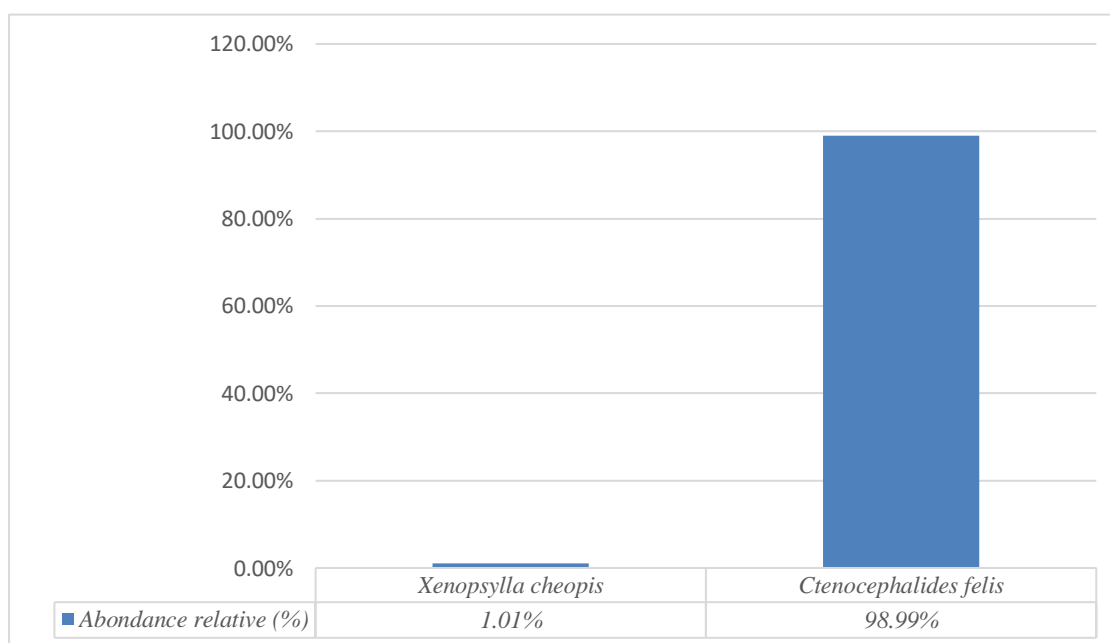


Figure 27 : Abondance relative (AR%) des puces collectées dans les stations d'étude en 2024.

Tableau 15 : Abondance relative (AR%) des espèces de puces collectées en fonction des stations d'étude.

| Espèce | Bouzeguène | | Ouacif | | Mekla | | Draa Ben Khedda | |
|-------------------------------|------------|--------|----------|--------|----------|--------|-----------------|--------|
| | Nbre Ind. | A.R(%) | Nbre Ind | A.R(%) | Nbre Ind | A.R(%) | Nbre Ind | A.R(%) |
| <i>Ctenocephalides felis.</i> | 41 | 97,62 | 9 | 100 | 27 | 100 | 21 | 100 |
| <i>Xenopsylla cheopis</i> | 1 | 2,38 | | | | | | |
| Total | 42 | 100 | 9 | 100 | 27 | 100 | 21 | 100 |

Le tableau ci-dessus (Tableau 15) montre les abondances relatives des espèces de puces 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 : 97,62% *Ctenocephalides felis.* et 2,38% *Xenopsylla cheopis.*

Dans les stations de Ouacif, Mekla, Draa Ben Khedda, les abondances relatives des espèces de puces récoltées durant la période d'études : *Ctenocephalides felis.* qui est l'espèce la seul échantillonnée, avec un pourcentage de 100%.

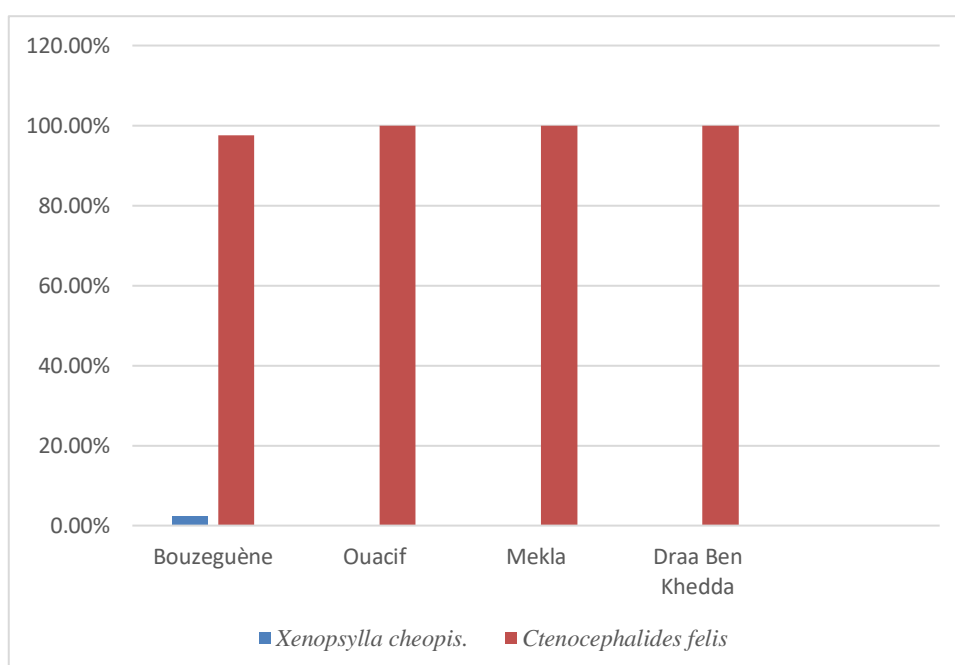


Figure 28 : Abondance relative (AR%) de chaque espèce de puces collectées dans les différentes stations en 2024.

IV.2.4.2. 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 puces capturés à la main dans les différentes stations d'étude sont illustrés dans le tableau 16.

Tableau 16 : 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) | 0.439 | 0.295 | 0.521 | 0.512 |
| H' max: (Bits) | 1 | 0 | 0 | 0 |
| E: | 0.439 | | | |

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

À partir de ces résultats, nous pouvons interpréter la diversité de chaque région comme suit :

Les valeurs de H' obtenues dans les différentes stations d'étude montrent une diversité relativement faible, notamment à Ouacif, Mekla et Draa-Ben-Khedda où elles sont relativement basses. Bouzeguène présente la valeur la plus élevée de H' , indiquant une diversité plus significative. Cette différence peut être attribuée à une plus grande variété d'habitats ou à des pratiques écologiques différentes dans ces régions.

En termes d'équité E , Bouzeguène montre une distribution plus équilibrée des espèces de puces, avec une valeur proche de 1, indiquant une répartition plus uniforme des effectifs entre les espèces observées. En revanche, Ouacif, Mekla et Draa-Ben-Khedda montrent une équité indéfinie en raison de valeurs de H'_{\max} égales à 0 (une seule espèce observée), suggérant une dominance claire d'une espèce sur les autres dans ces régions.

Cette analyse souligne l'importance de prendre en compte la diversité et l'équité lors de l'étude des populations d'espèces, en particulier dans des environnements variés ou sous différentes pressions écologiques.

IV.2.5. 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 17.

Tableau 17 : Indices parasitaires des puces collectées dans les quatre stations d'études

| Station | H | N | n | Prévalence (%) | Abondance | Intensité Parasitaire | Types d'hôtes examinés |
|------------------------|---|---|----|----------------|-----------|-----------------------|------------------------------------|
| Bouzeguène | 4 | 4 | 42 | 100 | 10,5 | 10,5 | Ovins Caprins Chats |
| Ouacif | 9 | 3 | 9 | 33,33 | 1 | 3 | Lapins |
| Draa Ben Khedda | 8 | 6 | 21 | 75 | 2,625 | 3,5 | Ovins Chiens |
| Mekla | 7 | 5 | 27 | 71,43 | 3,857 | 5,4 | Ovins Lapins Bovins Ovins |

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

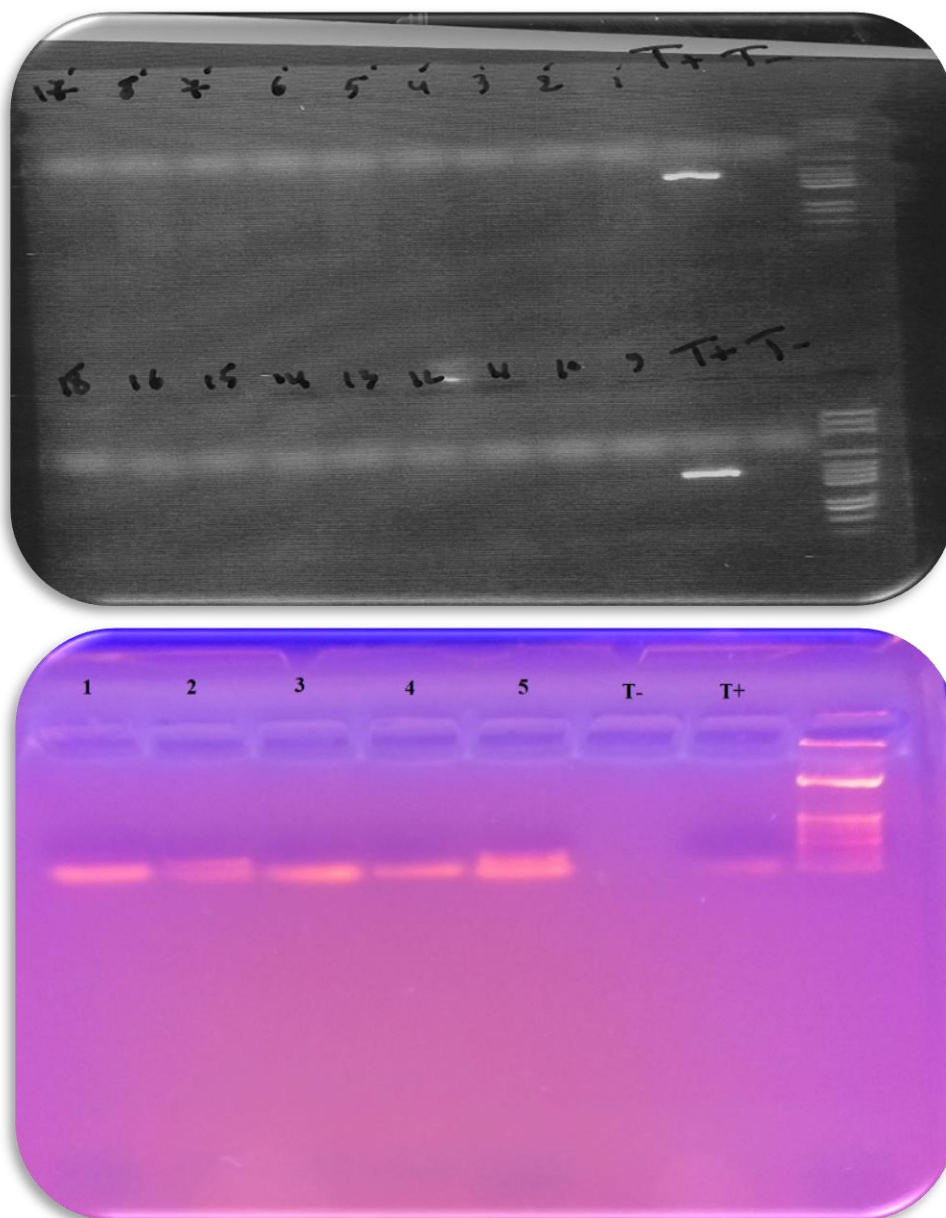
Le calcul des indices parasitaires montre que le taux d'infestation le plus élevé est enregistré à Bouzeguene avec un pourcentage de 100%, suivi par Draa-Ben-Khedda avec un pourcentage de 75%. Ensuite, la région de Mekla avec un pourcentage de 71,43%, et enfin Ouacif avec un pourcentage de 33,33%.

En ce qui concerne l'intensité et l'abondance des charges parasitaires, les plus élevées sont observées dans la région de Bouzeguene avec une valeur de 10,5 espèces parasites par individu infesté et 10,5 espèces parasites par individu examiné. Ensuite, la région de Mekla avec une valeur de 5,4 espèces parasites par individu infesté et 3,86 espèces parasites par individu examiné. Puis, la région de Draa-Ben-Khedda avec une valeur de 3,5 espèces parasites par individu infesté et 2,625 espèces parasites par individu examiné. Enfin, la région de Ouacif avec une valeur de 3 espèces parasites par individu infesté et 1 espèce parasite par individu examiné.

IV.3. Résultats de la PCR

IV.3.1. PCR Standard

Au total, 121 échantillons d'ADN provenant des tiques et des puces ont été analysés. On a réussi à identifier l'ADN *Rickettsia* sp dans 5 échantillons provenant de puces de l'espèce *ctenocephalides Felis* collectées sur des lapins dans la région de Mekla. Cependant, aucun positif n'a été observé chez les tiques.



Les figures 29 et 30 représentent Analyse par électrophorèse sur gel d'agarose à 1 % des ADN amplifiés par PCR ciblant ompA. La taille du produit amplifié ompA était d'environ 700 pb.

IV.3.2. qPCR

Les résultats de la recherche de *Coxiella burnetii* avec qPCR (PCR en temps réel) a révélée aucun positif détecté.

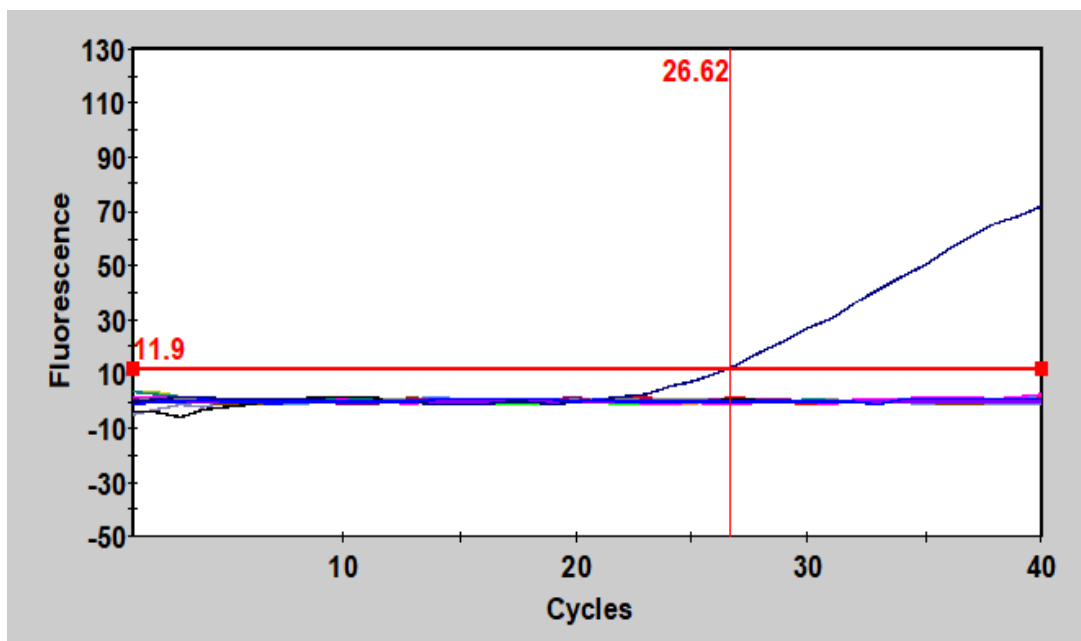


Figure 31 : Graphe des résultats de la détection de *Coxiella burnetii* par qPCR (Cas négatif).

Chapitre V : Discussions

Dans ce chapitre, nous allons discuter l'inventaire des tiques et puces parasitaires des animaux domestiques dans 5 stations dans la région de Tizi-Ouzou, ainsi l'exploitation des résultats trouvés avec les indices écologiques et parasitaires, et aussi les résultats de la PCR.

V.1. Discussion des résultats de la collecte des tiques dans les stations d'études de la région de Tizi-Ouzou

La collecte globale effectuée dans les différentes stations de la région Tizi-Ouzou (**Tizi Rached, Mekla, Ouacif, Draa ben Khedda et Bouzeguène**) durant l'année 2024 (du mars au mai) nous a permis de récolter 99 individus de puces qui appartiennent à 2 espèces : *Xenopsylla cheopis* et *Ctenocephalides felis*, et 376 individus de tiques appartenant à 2 espèces : *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus Turanicus*.

Parmi ces espèces de tiques et de puces qui sont réparties sur 3 genres : *Rhipicephalus* (pour les tiques), *Xenopsylla* et *Ctenocephalides* (pour les puces). On a trouvé celles qui sont présentes dans différentes stations communes, mais aussi des espèces absentes mais présentes dans d'autres stations. Cela peut s'expliquer par plusieurs paramètres, tels que la différence d'altitude entre les stations, l'état des étables, la végétation et les conditions climatiques, cette différence peut être aussi justifiée par la présence des animaux soient tout le temps à l'extérieur ou bien confinés dans les étables.

En Algérie plusieurs travaux ont été menés sur les ectoparasites des animaux domestiques, le cas de Khelailia (2015) à Blida. Nos résultats trouvés ressemblent à celui trouvés par Meftah (2016) dans la région de Médéa qui a trouvé la même espèce de puce « *ctenocephalides felis* ».

Plusieurs études aussi ont été faite sur la dynamique des espèces de tiques dans différentes stations dans la région de Tizi Ouzou. On comparant les résultats de notre inventaire de tiques qui montre la présence de 2 espèces d'un seul genre (*Rhipicephalus*) avec ceux de **Abdul Hussain et al., (2004)** qui ont recensé dix espèces, réparties sur tout le territoire de la région de Tizi-Ouzou et qui sont représentées essentiellement par 5 genres: *Boophilus*, *Rhipicephalus*, *Hyalomma*, *Ixodes*, et *Heamaphysalis*, on comparant aussi avec les 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*. Ces résultats ne corroborent pas avec les notre, (sauf le genre *Rhipicephalus* qui a été retrouvé).

L'inventaire des tiques réalisé 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: *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus* sp., *Ixodes ricinus*, *Hyalomma detritum detritum*, *Hyalomma* sp. **Bouizegarene et Larbi (2014)**, ont identifié 7 espèces appartenant à 2 genres dans la station Mekla. En revanche dans notre étude on a identifié que 2 espèces appartenant à 2 genres dans cette station.

Une 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. Deux inventaires 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* (**Boulkaboul, 2003 ; Benchikh-Elfegoun et al., 2007**). Une autre étude menée 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 quatre genres.

V.2. Discussion de sex-ratio

Le nombre de femelles est plus élevé que le nombre de mâles pour les 2 espèces (de tiques et de puces).

- Pour les tiques, cette prédominance des femelles 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 trouvés se rapprochent avec ceux amenés 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%). Aussi par **Dib et al., (2002)**, qui ont rapporté un taux d'infestation par des tiques femelles (67,47%) par rapport aux taux d'infestation par les 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, marque un taux de femelles 60,85% et les mâles 39,14%.

- La prédominance des femelles chez les puces peut s'expliquer par plusieurs facteurs biologiques et écologiques : L'adaptation à leurs l'hôte, le rôle crucial des femelles des puces dans la reproduction, la propagation de l'espèce, la stratégie de reproduction parthénogénétique (c'est-à-dire sans mâle), et les pressions sélectives, telles que la disponibilité des hôtes et les

conditions environnementales, peuvent également favoriser une plus grande proportion de femelles.

V.3. Discussion des résultats exploités par les indices écologiques

V.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 2024 est de l'ordre de 2 espèces présentes dans toutes les stations d'étude (*Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus Turanicus*), et pour ce qui concerne les puces aussi on a trouvé 2 espèces *Xenopsylla cheopis* et *ctenocephalides Felis* qui est la plus abondante dans toutes les stations d'études avec des variations de nombres. Ces différences peuvent être expliquées par les caractéristiques des stations, les conditions et les méthodes de travail, la période de l'année choisie, et par la durée d'étude.

Des études réalisées à Tizi-Ouzou ont donné des valeurs différentes dont, une richesse de 10 Espèces notées par **Abdul-Husain et al., (2004)**. Une richesse de 9 espèces a été signalée par **(Bouhous et al., 2008)** dans le Sud Algérien, région d'Adrar dans son étude sur l'Ixodidae chez le dromadaire. Une valeur de 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.

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. Également, **Derradj et Kohil, (2020)** ont recensé 7 espèces dans leur étude à Jijel.

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

Notre étude sur les différentes espèces, montre que l'espèce *Ctenocephalides Felis* avec un taux 98,99% (la plus abondante) et *Xenopsylla cheopis*, qui présente un taux de 1,01%. et pour les tiques l'espèce *Rhipicephalus turanicus* est la plus abondante avec un taux de 70,21%, suivie par *Rhipicephalus sanguineus* qui est la moins abondante avec un taux de 29,79%

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*.

V.4. Discussion des résultats obtenus par l'indice écologique de structure

V.4.1. Discussion à propos de l'indice de diversité Shannon-Weaver et de l'équitabilité

Les valeurs de H' (indice de diversité) des tiques obtenues dans les différentes régions d'étude sont variées avec H'max = 1 bit pour toutes les régions. Elles sont de 0.891 Bits à Bouzeguène avec une équitabilité de 0.891 ; 0.984 Bits à Draa Ben Khedda avec une équitabilité de 0.984, 0.684 Bits à Mekla avec une équitabilité de 0.684 et 0.834 Bits à Ouacif avec une équitabilité de 0.834, et 0.235 Bits à Tizi Rached avec une équitabilité de 0.235. Pour ce qui concerne les espèces de puces présentent un H'max = 1 bit, avec différentes valeurs de H'(indice de diversité), 0.439 Bits à Bouzeguène, 0.512 Bits à Draa Ben Khedda, 0.521 Bits à Mekla et 0,295 Bits à Ouacif. Ces variations, indiquent une diversité variable de ces espèces dans ces régions.

Les valeurs de l'équitabilité élevées dans certaines stations, signifient que les effectifs des espèces sont régulièrement répartis et que ces peuplements sont en équilibre.

Pour les valeurs moyennes, montrent encore une répartition relativement équilibrée des espèces, bien que moins prononcées. Alors que l'équitabilité très faible indique une faible diversité due à la dominance d'une seule espèce dans cette région (n'est pas en équilibre), donc le milieu n'est pas favorable.

Nos résultats de cette étude se rapprochent de ceux trouvés par **Bouizgarene et Larbi (2014)** dans la station de Bouzeguène avec une diversité de 3,26 Bits et une équitabilité de 0,73. Ainsi, de ceux trouvés par **Teguemount et Ilourmane (2016)** dans son inventaire des Ixodidae à Ain El Hammam avec une diversité de 2,1 Bits et une équitabilité de 0,7.

V.5. Discussion des résultats exploités par les indices parasitaires

Le calcul des indices parasitaires des puces montre que le taux d'infestation le plus élevé est enregistré à Bouzeguène avec un pourcentage de 100% avec une valeur de 10,5 espèces parasites par individu infesté et 10,5 espèces parasites par individu examiné, suivi par Draa Ben Khedda avec un pourcentage de 75%. Ensuite, la région de Mekla avec un pourcentage de 71,43%, et enfin Ouacif avec un pourcentage de 33,33%.

Le calcul des indices parasitaires des tiques 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 Bouzeguène avec 93,75% dans la première ferme et 81,82% dans la ferme 2, Draa

Ben Khedda dans la ferme 2 avec un pourcentage de 75%, et 66,67 % dans la ferme 1, et Ouacif avec un pourcentage de 75%, un taux de 55,56% à Mekla. Enfin, un pourcentage de 37,5% dans la ferme de Tizi Rached.

En ce qui concerne l'intensité et l'abondance : les charges parasitaires les plus élevées sont observées dans la ferme de la station Ouacif, sont d'une valeur de 11,3 espèces parasites par individu infesté et 8,5 espèces parasites par individu examiné et une prévalence de 75%.

Contrairement à plusieurs travaux, comme ceux de **Ferhouh et Djennadi (2015)** dans une recherche sur l'intensité et l'abondance des indices parasitaires, ils ont trouvé 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. Ainsi, 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.

Les résultats obtenus cette année dans notre étude sur les ectoparasites tiques et puces dans des régions et hôtes (animaux domestiques) communes en comparant à des années précédentes par exemple 2022/2023 et 2023/2024, Selon les données de mémoire fin d'étude (**Contribution à l'étude des Ixodidés dans la région de Tizi-Ouzou 2023/2024**) montre une différence dans les résultats de collecte de ces ectoparasites hématophages, de sexe ratio, des résultats exploités par les indices écologiques (la richesse spécifique S, l'abondance relative AR) dans les résultats de Indice parasitaire, de PCR Ainsi ceux de diversité Shannon Weaver et de l'équitabilité.

V.6. Discussion des résultats de la PCR

Dans nos résultats de la recherche des agents pathogènes : *Rickettsia* sp. et *Coxiella burnetii* dans nos échantillons de tiques et puces ,on a trouvé cinq cas positif dans les puce dans l'espèce *ctenocephalides Felis* sur lapins de la station de Mekla , ce qui signifie: la présence de *Rickettsia* sp . Les spécimens collectés au cours de cette étude. Comme aussi, **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 qPCR 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 que nous avons réalisée dans la région de Tizi-Ouzou vise à recenser les diverses espèces de tiques et de puces. Cette étude a duré trois mois (mars au mai 2024) et vise à identifier les agents bactériens transmis par ces ectoparasites chez les animaux domestiques.

La collecte d'échantillons a été réalisée dans cinq stations avec des climats variés : Bouzeguène, Ouacif, Mekla, Tizi Rached et Draa Ben Khedda. Cette étude a permis de collecter 36 tiques, dont 206 femelles et 170 mâles, ainsi que 99 puces, dont 14 mâles et 85 femelles.

L'identification morphologique des tiques, nous a permis de recenser 1 genre de tiques réparties en 2 espèces : *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus turanicus*, Ainsi 2 genres d'espèces de puces (*Ctenocephalides felis* et *Xenopsylla cheopis*). Les nombres variés d'une station à l'autre sont dus à l'impact et à l'influence des facteurs climatiques, écologiques et environnementaux sur ces ectoparasites.

Les différentes stations de la région de Tizi-Ouzou ont des abondances relatives de tiques allant de 29,79 % *Rhipicephalus sanguineus* à 70,21 % pour *Rhipicephalus turanicus* qui est la plus répandue. Pour les puces elle s'élève de 1,01% *Xenopsylla cheopis* à 98,99% pour l'espèce *Ctenocephalide felis* (la plus abondante).

Les données de l'indice de Shannon-Weaver (H' Bits) indiquent une faible variété de tiques dans les stations Tizi Rached (0.235) et Mekla (0.684). Le même résultat a été observé chez les puces dans les différentes stations d'étude. Alors que des valeurs obtenues dans la station de Bouzeguène (0.891), Ouacif (0.834) et Draa Ben Khedda (0.984) renseigne sur une grande diversité de tiques.

Les résultats de l'équitabilité des tiques enregistrés dans les stations Bouzeguène (0.891) et Draa Ben Khedda (0.984), Mekla (0.684) et Ouacif (0.834) suggèrent une certaine harmonie entre les effectifs des espèces collectées. À la différence de la station de Tizi Rached (0.235), les effectifs des espèces de tiques collectées ne sont pas stables. Tandis que les espèces puce présentent une distribution plus équilibrée, avec une valeur proche de 1 et une répartition plus homogène.

Les résultats des indices parasitaires des tiques 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

Conclusion

62,5% respectivement. Ainsi un taux d'infestation le plus élevé des puces est enregistré à Bouzguene avec un pourcentage de 100%, suivi par Draa Ben Khedda 75%. Ensuite, la région de Mekla avec 71,43%, et enfin Ouacif avec un pourcentage de 33,33%.

Les résultats de la PCR standard et la qPCR afin de rechercher les deux bactéries « *Rickettsia* sp. » et « *Coxiella burneti* », se sont révélés tous négatifs pour les tiques, mais cela n'élimine pas le rôle vectoriel de ces derniers, alors que la PCR Standard a montré la présence de cinq cas positif de *Rickettsia* sp chez les puces *Ctenocephalides felis* dans la station de Mekla sur les lapins, ce qui confirme que les puces sont des potentiels vecteur pathogènes et que différentes espèces de puces sont susceptibles de transmettre cette bactérie « *Rickettsia* sp ».

Afin de poursuivre notre travail, il est nécessaire d'étendre l'échantillonnage à d'autres stations de notre région d'étude et des régions environnantes sur d'autres périodes afin de renforcer nos connaissances sur les espèces présentes dans ces endroits, ainsi que de soutenir l'idée que les tiques et les puces peuvent être des vecteurs de maladies.

Références bibliographiques

Ait Bachir, M., & Meziane, D. (2006). Étude de la répartition des formations végétales le long du réseau hydrographique de l'oued Aussi. In Actes du colloque sur la biodiversité en Algérie (pp. 123-135). Alger.

Apanaskevich D.A., Oliver J.H.J., (2014) – Life cycles and natural history of ticks. In Biology of ticks, Eds Sonenshine D.E., Roe R.M., 2nd ed. Oxford, Oxford University Press, pp 59-73.

Arezki, M., & Messaoudi, A. (2014). Étude sur la végétation aquatique : bryophytes, macrophytes et algues. **Journal de l'écologie aquatique**, 10(2), 123-135.

Aubry R.M.C., Beauvallet Y., Cocquelin A., Claude F.D.F., Huang M., Leclercq L., Racapé J., 2001. *Lutte contre les Ectoparasites et Agents Nuisibles en milieu hospitalier Guide de bonnes pratiques.* Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales de l'Interrégional Paris, 127 p.)

Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1953). Traitement statistique des données climatiques de la station de Marseille. Marseille : Imprimerie municipale.

Barren et Morel P C., 1983 - Mesures agronomiques permettant une diminution des populations de la tiques Amblyomma Variegatum. *Rev.Elev.Mèd.Vét., pays trop, 41 : pp387_393*

Baxter C G., Vogelnest L J., Doggett S L (2009). Dermatoses caused by infestations of immature Ixodes spp. on dogs and cats in Sydney, Australia. *Australian Veterinary Journal.* 87 : 182-187.

Beau C., (2008) – *Les maladies transmises par les toques, problématique de santé publique en Alsace : Histoire de frontières.* Mémoire de fin d'études. Ecole des hautes études en santé publique. 62p

Beaucournu J.C., et Launay H. (1990). Les Pucés (Siphonaptères) de France et du Bassin Méditerranéen occidental, Faune de France et des régions limitrophes. Fédération Française des sociétés de sciences naturelles - ed, Paris France : 511p.

- 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
- Bel G C., Fischer L P., 2006.** *Histoire Médecine (histoire des grandes épidémies)*. France, 11p.
- 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.
- Bitam I., Katharina Dittmar, Philippe Parola, Michael F. Whiting, Didier Raoult. (2010)** (b). Fleas and flea-borne diseases. *International Journal of Infectious Diseases*, 14 : 667–676.
- Blary., J. (2004).** *Borrelia burgdorferi* et la maladie de Lyme. *Médecine Tropicale*, 64(3), 281-289.
- Bonnet S I., Binetruy F., Hernández-Jarguín., AM., et al. (2017).** The tick microbiome: why non-pathogenic microorganisms matter in tick biology and pathogen transmission. *Front cell infect microbiol.* 7: 236–50.
- Bouattour., A. (2004).** Tick-borne diseases in ruminants. *Veterinary Parasitology*, 121(1-2), 29-37.
- Boukaboul., S. (2003).**, *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 56(3-4), 155-160.
- Bowman et Nuttall., 2008** *Ticks: Biology, Disease and Control* publié par Alan S. Bowman, Patricia A. Nuttall
- Brown., W. C. (2012).** Anaplasmosis control: Past, present, and future. ***Journal of Veterinary Science***, 13(3), 141-162.
- Cadiergues M.C., Hourcq P., Cantaloube B., and Franc M., 2000** – Firstbloodmeal of *Ctenocephalides felis felis* (Siphonaptera: Pulicidae) on cats: time to initiation And duration of feeling. *J. Med. Entomol.*, 37(4): pp 634-636.
- Cadiergues., M. C. (2000).** Étude de la biologie de la puce (*Ctenocephalides felis felis* Bouché, 1835) en conditions expérimentales et naturelles. Thèse de doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- Camicas, J.-L., & Morel, P. C. (1977).** Les tiques du bétail en Afrique : revue systématique, nomenclature, répartition hôtes. Maisons-Alfort : Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT).
- Dajoz, R., (2000).** Précis d'écologie. Paris : Dunod.

- Dajoz, R., (2003).** *Écologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère* (3e éd.). Paris : Dunod.
- Dajoz, R., (2010).** Précis d'écologie. Paris : Dunod.
- Dantas-torres F., Chomel b.b., Otranto D., (2012)** Ticks and tick- borne diseases: a One Health perspective. *Trends Parasitol*, 28 :437–446.
- Degeilh., B. (2003).** Manifestations dermatologiques de la maladie de Lyme. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, 130(10), 943-947.
- Delofre P M., (2001).** *Contribution à l'étude des puces de chat : enquête épidémiologique en France*. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. 72p
- Direction de l'environnement de Tizi Ouzou., (2015).** Recensement des espèces végétales de la région de Tizi Ouzou. Tizi Ouzou, Algérie.
- Direction de l'environnement de Tizi Ouzou 2022.**
- Dobson S.J., Barker S.C., (1999)** – Phylogeny of the hard ticks (Ixodidae) inferred from 18S rRNA indicates that the genus *Aponomma* is paraphyletic. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 11 :288-295.
- Doby., J. M. (1981).** Les puces de l'homme et des animaux domestiques. **Encyclopédie Médico-Chirurgicale.**
- Doumenc D., grassé P P., 1998.** *Zoologie invertébrée. Edition masson sciences*, Paris, 1998, 296 pages.
- 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. 133p
- Duchemin J.-B., Fournier P.-E., Parola P. (2006).** Les Puces et les maladies transmises à l'homme. *Médecine Tropicale*, 66 (1) : 1-9.
- Duvallet G., Fontenille D., Robert V., (2017).** Entomologie médicale et vétérinaire. Marseille, Versailles : IRD Editions, Edition quae, 688 p.
- E. Séguy., 1944** *Insectes ectoparasites. Faune de France*, 43, (P. Lechevalier éd.), 1944
- ESCCAP., 2011_ lutte contre les ectoparasites des chiens et des chats.** Ed. European Scientific Counsel Companion Animal Parasite., Suisse, 13 p.
- Estrada-Peña, A., Venzal, J. M., & Nava, S. (2004).** The ticks (Acari: Ixodidae) of the Neotropical Zoogeographic Region. New York : International Academic Publishers.

F Madoui., 2013_*Caractérisation et dynamique des peuplements de puces de la faune sauvage et domestique : impact sur la santé.* Thèse de Doctorat, Fac. Scie. Bio., Univ. Badji Mokhtar Annaba, 167p.

Faurie, G., Praderie, F., & Schirmann, J. (1980). Climatologie. Paris : Armand Coli

Franç M., 1994 - Puces et méthodes de lutte - *Rev. sci. Tech. Off. int. Epiz.*, 13 (4) : pp 1019-1037.

George et al., 2002 George J C., Chastel C., Sochpathol E B ., 2002 _ Maladies vectorielles à tiques et modification de l'écosystème, lorraine. 95-100p.

Gilbert L., (2021). The Impacts of Climate Change on Ticks and Tick-Borne Disease Risk. *Annual Review of Entomology.* 66: 373–88.

Gray JS, Ogden NH., (2021). Ticks, Human Babesiosis and Climate Change. *Pathogens.* 4;10(11):1430. doi: 10.3390/pathogens10111430.

H Dobler G., et Pfeffer M., 2011 - Fleas as parasites of the family canidae. *Parasit Vectors,* 4: 139 p.

Heather M., Colemana., Trang Trinha., Nhat Le-minha., Marcus kleina., David J., Rosera., Robyn W., Tuckerb., Richard M., Stuetza., Gregory Petersa C., Stuart J., Khana., (2013) – Occurrence of ectoparasitocides in Australian beef cattle feedlot wastes. *Environmental Pollution ; Volume 174, p. 265–272.*

<http://fleasoftheworld.byu.edu>

<https://fr-ch.topographic-map.com/>

<http://www.insecte.org>

<http://www.microbiologybook.org>

<http://www.wikipédia.org>

Huber., P. (2010). "Morphologie interne des tiques". In *Les Acariens : Biologie, Identification et Importance Médicale*, pp. 123-158. Berlin : Springer-Verlag.

Huchet J.B., 2016 - L'animal-amphitryon : archéologie de l'ectoparasitisme. Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. *Anthropozoologica*, 51 (1) : pp 55-65.

Jean-Marie Doby (Les origines de nos puces et de nos poux)

Jongejan, F., & Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129(S1), S3-S14.

Keita K., (2007). Les tiques parasites des ovins dans les élevages des régions du centre et du sud de la côte d'ivoire. Thèse ; med. Vêt. Dakar; 15. 157 p.

Klompen H., Grimaldi D., (2001) – First mesozoic record of a parasitiform mite: a larval argasid tick in Cretaceous amber (Acari: Ixodida: Argasidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 94:10-15.

Klompen JSH., William C., Black I et al.,2005 _Systematics and biogeography of hard ticks ,a total evidence approach – cladistics.,16(1):pp79_102.

Klompen. J. S. H., Black, W. C., Keirans, J. E., & Oliver, J. H., (2005). "Evolution of ticks." *Annual Review of Entomology*, 50: 141-161.

Kocan, K. M., de la Fuente, J., Blouin, E. F., & Coetzee, J. F. (2010). *Ehrlichia, Anaplasma, and Related Anaplasmataceae: Host-Vector-Pathogen Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Latreille., P. A. (1825). Famille des puces. In: Cuvier, G., & Latreille, P. A. (Eds.), **Le Règne Animal Distribué d'Après son Organisation, Pour Servir de Base à l'Histoire Naturelle des Animaux et d'Introduction à l'Anatomie Comparée** (Vol. 3, pp. 205-214). Paris : Deterville.

Lecointre G., Le guyader H., 2013. *Classification phylogénétique du vivant (plantes à fleurs cnidaires insectes squamates oiseaux téléostéens)*, tome 2. Édition Belin, Paris, 607 pages.

Lecointre G., Le Guyader H., Visset D., (2006) – *Classification phylogénétique du vivant*. Paris, 560p.

Lounaci, A., (2005). Climatologie et bioclimatologie. Alger : Casbah Editi

Malik R., Farrow BRH., (1991). Tick Paralysis in North America and Australia. *Veterinary Clinics of North America : Small Animal Practice*. 21 : 157-171.

Mamadou S., 2012 _ Contribution a l'étude des tiques dans le sud-est de la mauritanie ; Thèse doctorat. Université cheikh antadiop. , Dakar ,132p.

Marchand B., (2014) – *Parasites et biodiversité : biologie et diversité des protistes et métazoaires parasites*, Ed. Ellipses Edition Marketing S.A., Paris cedex. 308p.

Meftah 1., 2016. Contribution à l'étude des ectoparasites des animaux domestique et sauvages De la région de souagui médéa. Mémoire de master 2 en biologie. Entomologie medicale.université de blida 178p.

Mémoire fin étude (Contribution à l'étude des Ixodidés dans la région de Tizi-Ouzou 2023/2024)

Morel., P. C. (2000). Les tiques d'Afrique et du bassin méditerranéen. Editions de l'IRD.

Morel., P.C. (2000). "Morphologie interne des tiques". In *Les Tiques*, pp. 45-89. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique.

Moulinier C., (2002). *Parasitologie et mycologie médicales, éléments de morphologie et de biologie.* EMinter, 796 pages.

Moulinier.C., (2003) – *Parasitologie et mycologie médicales.* Ed.E.M.Inter. Lavoisier. 796p.

Mutin, G., (1977). Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson. *Revue de Géographie Alpine*, 65(3), 457-469.

Nedjma, M., Benhamou, N., & Khelifa, R. (2005). **Applications de la PCR en biologie moléculaire.** *Revue des Sciences de la Vie*, 15(4), 567-579.

Panchout F., Pages consultées le 22 juin 2024. Le monde des insectes. https://collegesaintaubin.basecdi.fr/pmb/opac_css/index.php?lvl=publisher_see&id=1277

Panchout, D., (2007). **Biologie animale : Les arthropodes.** Paris: Dunod.

Perez-EID C. et Gilot B., 1998 – Les tiques : cycles, habitats, hôtes, rôle pathogène, lutte. *Médecine et maladie infectieuse*, 28 : pp335 – 343.

Perez-EID C.I., 2007 - *Les tiques. Identification, biologie, importance médicale et vétérinaire.* Ed. Lavoisier, Paris, 314 p.

Perez-EID. C., (2007) – *Les tiques : Identification, biologie, importance médicale et vétérinaire.* Ed. E. M. Inter. Paris. 316p

Poinar G., Brown A.E., (2003) – A new genus of hard ticks in Cretaceous Burmese amber (Acari: Ixodida: Ixodidae). *Systematic Parasitology*, 54: 199-205.

Porlier B., 2008 *les insectes.* Éditions gründ Paris ,224 page.

Ramade, F., (1993). *Éléments de biogéographie.* Paris : Armand Colin.

Ramade, F., (2003). *Écologie fondamentale* (4ème édition). Paris : Dunod.

Ramade, F., (2003). **Écologie fondamentale : Cours et exercices corrigés.** Paris : Dunod.

Ramade, F., (2009). *Biologie et écologie des insectes* (Vol. 2). Paris : Dunod.

Risco-Castillo V., (2018) Les tiques et leurs pouvoirs pathogènes. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité de Parasitologie, Mycologie, Maladies parasitaires et fongiques, Dermatologie., 44p.

Robert., V. (2010). Morphologie générale de *Paractenopsyllus juliamarinus*, femelle. **Revue Française d'Entomologie**, 32(3), 161-167.

Rodhain F., Perez-Eid C., (1985). *Les Tiques Ixodides : Systématique, Biologie, Importance Médicale. Précis D'entomologie Médicale et Vétérinaire.* edit 341-350.

Rothschild M., (1975). Recent advances in our knowledge of the order Siphonaptera. *Ann. Rev. Entomol.*, 20: 241-259.

Rousset, E., Durand, B., Berri, M., Dufour, P., Prigent, M., Delcroix, T., ... & Jourdain, E. (2003). Epidemiology and control of Q fever in ruminants. **Veterinary Research**, 34(5), 425-433.

Rouvier, R., Prin, Y., & Galiana, A. (1996). Improved method for the isolation of DNA from actinorhizal nodules of Casuarina and Allocasuarina. **Plant and Soil**, 184(2), 277-280.

Sarih et al., 2005, September 2010 Journal of Medical Microbiology 60(Pt 1):63-8

Schnittger, L., Florin-Christensen, M., & Morrison, D. A. (2012). Bovine babesiosis. **Parasitology**, 139(2), 227-235.

Semenza JC, Suk JE., (2018). Vector-borne diseases and climate change: a European perspective. **FEMS Microbiol Lett.** 1 ;365(2): fnx244. doi: 10.1093/femsle/fnx244.

Shramm F., De Martino S., Grillon A., 2013_La borréliose de lyme.*Revue franco phone de laboratoires.* 457 : pp37_48.

Silverman J., Rust M.K., Reiersen D.A., 1981_ Influence of températures and humidité on survival and développement on the cat flea, Ctenocephalides felis (Siphonaptera : Pulicidae). *J. Med. Entomol.*, 18, pp78-83.

Silverman, J., Rust, M. K., & Reiersen, D. A. (1981). A review of the biology and control of the cat flea, Ctenocephalides felis felis (Bouché). **Veterinary Parasitology**, 9(2), 243-259.

Simon M., 2009 - Eradication des puces : de la Biologie au traitement. Université Henri Poincare - Nancy 1, Faculte de pharmacie.181p.

Socholovschi. C., Doudier. B., Pages. F., et Parola. P., (2008) – Tique set maladies transmises à l'Homme en Afrique. *Med. Trop.*, 68 : 199-133.

Tissot Dupont., 1998 Médecine et Maladies Infectieuses ,Epidémiologie des maladies transmises par les tiquesEpidemiology of tick -borne diseases

Uilenber G., Hoogstraal H et Klein J M., 1979_*Les tiques (Ixodidea) de madagascar et leur role vecteur*, 152 p.

Uilenberg, G., (1979). "Ticks and tick-borne diseases." *Revue Scientifique et Technique* (International Office of Epizootics), 29(2): 135-154.

Walker, A. R., Bouattour, A., Camicas, J. L., Estrada-Peña, A., Horak, I. G., Latif, A. A., Pegram, R. G., & Preston, P. M. (2003). Ticks of Domestic Animals in Africa: A Guide to Identification of Species. Edinburgh: Bioscience Reports.

Wall R., Shearer D., (2001) – Veterinary ectoparasites: biology, pathology, and control, 2nd ed. Oxford, Blackwell Science.

Whiting, M. F., Whiting, A. S., Hastriter, M. W., & Dittmar, K. (2008). A molecular phylogeny of fleas (Insecta: Siphonaptera): Origins and host associations. **Cladistics**, 24(5), 677-707.

Zintl, A., Mulcahy, G., Skerrett, H. E., & Taylor, S. M. (2003). Bovine babesiosis. **Parasitology**, 126(S1), S63-S85.

Résumé

Les arthropodes ectoparasites des animaux domestiques (tiques et puces) qui sont strictement hématophages ont été échantillonnés dans 5 stations dans la région de Tizi Ouzou entre mars et mai 2024. La collecte des puces a été faite à l'aide d'une brosse et les tiques avec une pince. L'identification des puces a été réalisée en utilisant la clé de Kernif ainsi 2 espèces ont été identifiées : *Xenopsylla cheopis* et *Ctenocephalides felis* qui est la plus abondante avec un taux de 98,99%. Dans le cas des tiques nous sommes basés sur la clé d'identification de Moulinier permettant d'identifier 1 genre répartie sur 2 espèces : *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus Turanicus* la plus abondante avec un taux de 70,21 %.

Ce portage des arthropodes par les animaux domestiques peut conduire à la transmission de nombreuses bactéries à pouvoir virulent dont les principales appartiennent aux genres *Rickettsia* sp et *Coxiella burnetii*. La détection a été faite par des techniques de biologie moléculaire pour objectif d'étudier le portage d'agents pathogènes bactériens par ces ectoparasites hématophages collectés et d'adapter des techniques de biologie moléculaire innovantes à l'étude du portage bactérien par ces vecteurs.

Le calcul des indices parasitaires a montré que les taux d'infestation le plus élevé de tiques et de puces sont enregistrés dans la station Bouzeguène, ceci est dû à l'échantillonnage d'un seul individu la fois.

Les résultats de la PCR, a révélé cinq cas positifs de *Rickettsia* sp identifié sur les puces l'espèce *Ctenocephalides felis*, ce qui confirme que les puces sont de potentiels vecteurs de maladie, et aucun cas positif trouvé sur les tiques, mais cela n'élimine pas le rôle vectoriel de ces derniers.

Mots clés : Agents pathogènes, détection moléculaire, *Xenopsylla cheopis*, *Ctenocephalides felis*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus Turanicus*, Tiques, Puces, hôtes, Tizi-Ouzou, Bactéries, *Rickettsia* sp, *Coxiella burnetii*.

Summary

Hematophagous ectoparasites of domestic animals (ticks and fleas) were sampled at 5 stations in the Tizi Ouzou region between March and May 2024. Fleas were collected with a brush and ticks with tweezers. Fleas were identified using Kermif's key, and 2 species were identified: *Xenopsylla cheopis* and *Ctenocephalides felis*, which was the most abundant with a rate of 98.99%. In the case of ticks, we used Moulinier's identification key to identify 1 genus spread over 2 species: *Rhipicephalus sanguineus* and *Rhipicephalus Turanicus*, the most abundant with a rate of 70.21%.

This carriage of arthropods by domestic animals can lead to the transmission of numerous virulent bacteria, the main ones belonging to the genera *Rickettsia* sp and *Coxiella burnetii*. Detection was carried out using molecular biology techniques, with the aim of studying the carriage of bacterial pathogens by these collected hematophagous ectoparasites, as well as adapting innovative molecular biology techniques to the study of bacterial carriage by these vectors.

The calculation of parasite indices showed that the highest infestation rates of ticks and fleas were recorded at the Bouzeguène station, due to the sampling of a single individual at a time. The PCR results revealed five positive cases of *Rickettsia* sp identified on fleas of the species *Ctenocephalides felis*, confirming that fleas are potential disease vectors, and no positive cases found on ticks, but this does not rule out the vector role of the latter.

Key words: Pathogens, molecular detection, *Xenopsylla cheopis*, *Ctenocephalides felis*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus Turanicus*, Ticks, Fleas, hosts, Tizi-Ouzou, Bacteria, *Rickettsia* sp, *Coxiella burnetii*.

ملخص

تم أخذ عينات من الطفيليات الخارجية للحيوانات الداجنة (القراد والبراغيث) في 5 محطات في منطقة تيزي وزو بين مارس ومايو 2024. تم جمع البراغيث بفرشاة والقراد بملاقط. تم التعرف على البراغيث باستخدام مفتاح Kernif، وتم تحديد نوعين من البراغيث *Xenopsylla cheopis*: *Ctenocephalides felis*، الذي كان الأكثر وفرة بنسبة 98.99%. أما في حالة القراد، فقد استخدمنا مفتاح Moulinier للتعرف على جنس واحد موزعة على نوعين: *Rhipicephalus Turanicus* و *Rhipicephalus sanguineus*، وكان الأكثر وفرة بنسبة 70.21%. يمكن أن يؤدي نقل الحيوانات الأليفة للمفصليات عن طريق الحيوانات الأليفة إلى انتقال العديد من البكتيريا الخبيثة، وأهمها التي تنتمي إلى جنسي *Rickettsia sp* و *Coxiella burnetii*. وقد استُخدمت تقنيات البيولوجيا الجزيئية للكشف عنها، بهدف دراسة نقل مسببات الأمراض البكتيرية بواسطة هذه الطفيليات الخارجية التي تم جمعها من الحيوانات الداجنة، بالإضافة إلى تكييف تقنيات البيولوجيا الجزيئية المبتكرة لدراسة نقل البكتيريا بواسطة هذه النواقل. وأظهر حساب مؤشرات الطفيليات أن أعلى معدلات الإصابة بالقراد والبراغيث سجلت في محطة بوزغان، وذلك بسبب أخذ عينات من فرد واحد في كل مرة.

كشفت نتائج اختبار تفاعل البوليميراز المتسلسل عن خمس حالات إيجابية *Rickettsia sp* التي تم تحديدها على البراغيث من نوع *Ctenocephalides felis*، مما يؤكد أن البراغيث ناقل محتمل للمرض، ولم يتم العثور على أي حالات إيجابية على القراد، ولكن هذا لا يستبعد دور هذا الأخير كناقل للمرض.

الكلمات المفتاحية: مسببات الأمراض، الكشف الجزيئي، القراد، البراغيث، عائل، تيزي وزو، البكتيريا ..
Coxiella burnetii, *Rickettsia sp*, *Rhipicephalus Turanicus*, *Rhipicephalus sanguineus*,
Xenopsylla cheopis.