

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI  
OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET  
DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



## MÉMOIRE

De fin d'études  
En vue d'obtention du diplôme de  
MASTER en Sciences Biologiques  
Spécialité : Biologie des populations et des organismes

### Thème

**Situation épidémiologique de la Borréliose de Lyme dans la  
région de Tizi-Ouzou**

Travail réalisé par : IGHILAHIRIZ Liza

Devant le jury composé de :

|               |                  |                                 |                        |
|---------------|------------------|---------------------------------|------------------------|
| Présidente    | TALEB TOUDERT K. | MCA.                            | UMMTO                  |
| Promotrice    | BENELDJOUZI A.   | Attachée d'études<br>niveau II. | Institut Pasteur Alger |
| Co-promotrice | BRAHMI K.        | Professeur.                     | UMMTO                  |
| Examinatrice  | LEKMACHE Y.      | MAA.                            | UMMTO                  |

Année universitaire : 2021/2022

## *Remerciements*

En premier lieu je remercie dieu de m'avoir donné la force, le courage et la patience afin de réaliser ce modeste travail.

Je tiens à adresser mes vifs remerciements à ma 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 ma profonde reconnaissance.

Je remercie profondément ma co-promotrice **Mme BRAHMI Karima**, Professeur 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 ma profonde reconnaissance.

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

Je remercie **Mme TALEB TOUDERT Karima**. Maître de conférence classe A à l'U.M.M.T.O. Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury et à **Mme LEKMACHE Yasmina** Maître-assistante classe A, à l'U.M.M.T. O pour avoir apporté une lecture attentive et une évaluation à mon travail. Recevez mes chaleureux remerciements et soyer assuré de mon profond respect.

Mes remerciements s'adressent aussi au vétérinaire de DBK, **Dr. MAGHRICI Aghilass** pour avoir eu l'amabilité de prêter son aide avec l'échantillonnage et les prélèvements sanguins.

Je remercie également mon camarade **Chabane Amar** qui m'a beaucoup aidée dans l'échantillonnage à Bouzeguène, je t'en suis profondément reconnaissante.

Je tiens à remercier également les éleveurs de Bouzeguène et de DBK qui ont bien voulu m'accueillir et me permettre d'effectuer mon échantillonnage.

A **Mlle DJOUAHER Thinhinane** et **Mme CHAHED Soumeya** Doctorantes à l'U.M.M.T.O, pour leur aide dans la réalisation de ce travail. Soyez assurées de ma reconnaissance.

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

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A la mémoire de mon père, j'espère que de là-haut tu es fière de moi, parti trop tôt, parti trop jeune, je te porterai à jamais dans mon cœur très cher papa.*

*A ma maman chérie que je ne pourrai jamais remercier assez pour sa patience, sa compréhension, sa bienveillance, sa présence lors de cette période épuisante ses efforts pour m'alléger la pression comme elle le pouvait, et pour tout son amour, maman je t'aime.*

*A ma chère tante « Houria » et son mari « Cherif » ainsi que mon oncle « Hamid » et sa femme « Rachida » qui m'ont chaleureusement accueillie chez eux tout au long de mon séjour à Alger, je voudrais vous adresser toute ma gratitude.*

*A ma cousine « Samia » pour tous ses conseils et son aide et ses encouragements au cours de tous mon cursus. Merci chère cousine.*

*A tous mes amis (GG, Nassima, Mohamed, Amar, Kenza, Lydia) qui m'ont tant encouragée, soutenue moralement, et surtout qui ont vécu avec moi ce périple du début jusqu'à la fin avec ses hauts et ses bas, et aussi à tous les autres que j'ai involontairement omis de citer mais qui se reconnaîtront à travers ces lignes, Merci d'être présents à mes côtés.*

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 1:</b> A: Ixodidae, B : Argasidae .....  | 4  |
| <b>Figure 2 :</b> Systématique des tiques .....  | 4  |
| <b>Figure 3 :</b> Cycle de vie de <i>Ixodes ricinus</i> .....  | 7  |
| <b>Figure 4 :</b> A : Aperçu du pathogène qui cause la maladie de Lyme " <i>Borrelia burgdorferi</i> " entre les globules rouges à l'aide d'un microscope électronique, B : Aperçu de " <i>Borrelia burgdorferi</i> " sous un microscope à fond noir ..... | 11 |
| <b>Figure 5 :</b> A : Aperçu d'un érythème migrant, B : Aperçu d'un érythème migrant sur la jambe .....  | 13 |
| <b>Figure 6 :</b> Situation géographique de la wilaya de TiziOuzou.....  | 17 |
| <b>Figure 7 :</b> Ferme moderne au niveau de DBK .....   | 19 |
| <b>Figure 8 :</b> vue extérieur et intérieur sur ferme moderne au niveau de Bouzeguène .....   | 19 |
| <b>Figure 9 :</b> Ferme au niveau de la région de Bouzeguène, B : Chien échantillonné au niveau de ferme, C : chèvre échantillonnée au niveau de ferme .....   | 19 |
| <b>Figure 10 :</b> Protocole extraction d'un ADN avec le kit speciale QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany .....  | 23 |
| <b>Figure 11 :</b> Etapes d'extraction d'ADN avec le CTAB.....   | 25 |
| <b>Figure 12 :</b> Hotte-biocap.....   | 26 |
| <b>Figure 13 :</b> Nymphe de <i>Ixodes ricinus</i> . A : Vue dorsale, B : vue centrale .....   | 30 |
| <b>Figure 14 :</b> Nymphe de <i>Haemaphysalis punctata</i> . A : Vue dorsale, B : vue ventrale .....   | 30 |
| <b>Figure 15 :</b> Mâle de <i>Hyalomma anatolicium</i> . A : Vue dorsale, B : vue ventrale.....  | 30 |
| <b>Figure 16 :</b> Femelle de <i>Hyalomma anatolicium</i> . A : Vue dorsale, B : vue ventrale .....  | 30 |
| <b>Figure 17 :</b> Femelle de <i>Rhipicephalus bursa</i> . A : Vue dorsale, B : vue ventrale, C : stigmate de l'espèce.....  | 31 |
| <b>Figure 18 :</b> A : Femelle de <i>Rhipicephalus bursa</i> Vue dorsale, B : vue ventrale, de l'espèce femelle .....  | 31 |
| <b>Figure 19 :</b> Vue dorsale sur mâle de <i>Rhipicephalus sanguines</i> .....  | 31 |
| <b>Figure 20 :</b> Femelle de <i>Rhipicephalus sanguines</i> . A : Vue dorsale, B : vue ventrale, C : stigmate.....  | 31 |
| <b>Figure 21 :</b> Femelle de <i>Rhipicephalus turanicus</i> . A : Vue dorsale, B : Vue Ventrale ; C : femelle gorgée.....   | 32 |
| <b>Figure 22 :</b> Mâle de <i>Rhipicephalus turanicus</i> . A : Vue dorsale, B : Vue Ventrale.....   | 32 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 23</b> : Mâle de <i>Hyalomma detritum</i> A : Vue dorsale, B : vue ventrale .....  | 32 |
| <b>Figure 24</b> : Richesse spécifique des tiques collectées dans les régions d'études en 2021 .....                                 | 34 |
| <b>Figure 25</b> : Richesse spécifique des tiques collectées dans les régions d'études en 2022 .....                                 | 34 |
| <b>Figure 26</b> : Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les régions d'études en 2021 .....                            | 36 |
| <b>Figure 27</b> : Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les régions d'études en 2022 .....                            | 36 |
| <b>Figure 28</b> : Abondance relative des tiques échantillonnées en fonction des deux régions.....                                   | 37 |
| <b>Figure 29</b> : Abondance relative des tiques échantillonnées en fonction en régions d'étude ...                                  | 38 |
| <b>Figure 30</b> : Bandes d'ADN révélées lors d'une électrophorèse sur gel d'agarose .....   | 42 |
| <b>Figure 31</b> : Graphe représentant un résultat négatif de la détection de la bactérie <i>Borrelia</i> par PCR en Temps réel..... | 50 |
| <b>Figure 32</b> : Graphe représentant un résultat positif de la détection de la bactérie <i>Borrelia</i> par PCR en Temps réel..... | 50 |

## Liste des tableaux

|  |       |
|--|-------|
| <b>Tableau 1 :</b> Espèces du complexe <i>Borrealia burgdorferi</i> sensu lato .....   | 9-10  |
| <b>Tableau 2 :</b> Les produits du mix .....   | 26    |
| <b>Tableau 3 :</b> Liste des espèces récoltées dans les différentes régions de la wilaya de Tizi-Ouzou.....                              | 29    |
| <b>Tableau 4 :</b> Richesse spécifique des tiques collectées dans les régions d'études .....   | 33    |
| <b>Tableau 5 :</b> Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les régions d'études en 2021 et 2022 en fonction des espèces..... | 35    |
| <b>Tableau 6 :</b> Abondance relative des tiques échantillonnées en fonction des régions d'études.....                                   | 37    |
| <b>Tableau 7 :</b> Indices parasitaires des tiques échantillonnées dans les deux régions d'études en 2021 .....                          | 38-39 |
| <b>Tableau 8 :</b> Indices parasitaires des tiques échantillonnées dans les deux régions d'études en 2022 .....                          | 40-41 |
| <b>Tableau 9 :</b> Liste des échantillons utilisés pour la PCR en temps réel.....  | 43-48 |

## Listes des abréviations

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| <b>DBK</b> | Draa Ben Khedda                     |
| <b>PCR</b> | Polymerase Chain Reaction           |
| <b>ADN</b> | Acide Desoxy Ribonucléique          |
| <b>EM</b>  | Erythème migrant                    |
| <b>S.l</b> | sensu lato                          |
| <b>S.S</b> | sensu stricto                       |
| <b>ACA</b> | Acrodermatite chronique atrophiante |
| <b>%</b>   | pourcentage.                        |
| <b>T°</b>  | Température.                        |
| <b>°C</b>  | Degré Celsius.                      |
| <b>µl</b>  | Microlitre.                         |
| <b>Km</b>  | kilomètre.                          |
| <b>Cm</b>  | centimètre.                         |
| <b>Mm</b>  | millimètre.                         |

## Sommaire

|   |    |
|---|----|
| Liste des figures   |    |
| Liste des tableaux  |    |
| Remerciements   |    |
| Dédicaces   |    |
| Introduction.....   | 1  |
| <b>Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les tiques et la maladie de Lyme</b> |    |
| I.1- Généralités.....   | 3  |
| I.2-Systématique.....   | 4  |
| I.3- Morphologie générale.....  | 5  |
| I.4- Cycle de développement.....  | 5  |
| I.4.1- Stades de développement.....   | 6  |
| I.4.1.1 Œuf.....  | 6  |
| I.4.1.2- Larve.....   | 6  |
| I.4.1.3- Nymphe.....  | 6  |
| I.4.1.4- Adulte.....  | 6  |
| I.4.1.5- Accouplement.....  | 7  |
| I.5- Importance médicale et vétérinaire.....                                      | 7  |
| I.5.1- Rôle pathogène direct.....   | 7  |
| I.5.2- Rôle vecteur.....  | 8  |
| I.6- La maladie de Lyme.....  | 8  |
| I.6.1- Bactérie responsable.....  | 10 |
| I.6.2- Aspect clinique.....   | 12 |
| I.6.2.1- Chez le chien.....   | 12 |

|   |    |
|---|----|
| I.6.2.2- Chez les bovins .....  | 12 |
| I.6.2.3- Chez l'homme .....   | 12 |
| I.6.2.3.1- Phase 1 : la borréliose de Lyme précoce .....                      | 12 |
| I.6.2.3.2- Phase 2 : Borréliose de Lyme disséminée précoce .....              | 13 |
| I.6.2.3.3 - Phase 3 : Borréliose de Lyme tardive .....                        | 15 |
| I.6.2.3.4 - Syndrome de post-traitement de la borréliose de Lyme (PTLDS)..... | 16 |

## **Chapitre 2 : Matériels et Méthodes**

|  |    |
|--|----|
| II.2.1- présentation de la région de Tizi-Ouzou .....                        | 17 |
| II.2.1.1- Présentation de la région de DBK.....                              | 17 |
| II.2.1.2- Présentation de la région de Bouzeguène.....                       | 18 |
| II.2.1.3- Présentation de la région de Ain El Hammam .....                   | 18 |
| II.2.1.3 – Données sur la faune et la flore de la région de Tizi-Ouzou ..... | 18 |
| II.2.1.4- Période et objectif d'étude.....                                   | 18 |
| II.2.1.5 - Choix des régions d'études.....                                   | 18 |
| II.2.1.6 - Types d'élevages.....   | 18 |
| II.2.2- Matériels utilisé dans l'étude .....                                 | 19 |
| II.2.2.1- Matériels biologiques .....  | 20 |
| II.2.2.2- Matériels non biologiques .....                                    | 20 |
| II.2.3. Méthodes utilisé dans l'étude .....                                  | 20 |
| II.2.3.1- La méthode de récolte des tiques .....                             | 20 |
| II.2.3.2- La méthode d'identifications des tiques .....                      | 20 |
| II.2.3.3 - Détection moléculaire de <i>Borrelia</i> sp .....                 | 21 |
| II.2.3.3.1- Extraction d'ADN génomique .....                                 | 21 |
| II.2.3.4 - Electrophorèse sur gel d'agarose 0.8 % .....                      | 25 |
| II.2.3.5 - Amplification de l'ADN génomique.....                             | 25 |
| II.2.3.6 - Préparation du mix .....  | 26 |
| II.2.3.7 - Principe de la RT-PCR.....  | 26 |
| II.2.3.7.1 - Les étapes de la RT-PCR .....                                   | 27 |
| II.2.4- Méthodes d'exploitation des résultats.....                           | 27 |
| II.2.4.1- Richesse spécifique (ou totale) .....                              | 27 |

|   |    |
|---|----|
| II.2.4.2- Fréquence centésimale ou abondance relative.....              | 27 |
| II.2.4.3- Exploitation des résultats par les indices parasitaires ..... | 28 |

### **Chapitre 3 : Résultats**

|  |    |
|--|----|
| III.1. – Résultats de la récolte des tiques dans la région de Tizi-Ouzou .....   | 29 |
| III.2. – Exploitation des résultats obtenue dans les régions d'études par les indices écologiques et parasitaires.....             | 32 |
| III.2.1. – Exploitation des résultats par les indices écologiques .....  | 33 |
| III.2.1.1. – Richesse spécifique... ..   | 33 |
| III.2.1.2 Fréquence centésimale ou abondance relative.....   | 34 |
| III.2.1.2.1 – Abondance relative (AR%) ou fréquence centésimale des différentes espèces collectées dans les régions d'études ..... | 35 |
| III.2.1.2.2 – Abondance relative (AR%) ou Fréquence centésimale des tiques en fonction des régions d'études.....                   | 36 |
| III.2.2- Exploitation des résultats par les indices parasitaires.....  | 38 |
| III.2.3. – Résultats de l'électrophorèse sur gel d'agarose.....  | 42 |
| III.2.4. – Résultats de la PCR en temps réel .....   | 43 |

### **Chapitre IV : Discussion des résultats**

|  |    |
|--|----|
| IV.1 – Discussion des résultats de la collecte des tiques dans les stations d'études de la région de Tizi-Ouzou.....   | 51 |
| IV.2 – Discussion des résultats exploité par les indices écologiques.....  | 52 |
| IV.2.1 – Discussion des résultats exploité par la richesse spécifique (S).....   | 52 |
| IV.2.2 - Discussion des résultats exploité par la Fréquence centésimal ou abondance relative (AR%) des différentes espèces collectées dans les régions d'études..... | 52 |
| IV.3 - Discussion des résultats exploité par les indices parasitaires... ..  | 53 |
| IV.4 – Discussion des résultats de la PCR en temps réel... ..  | 53 |
| Conclusion et perspectives.....  | 54 |
| Références bibliographiques .....  | 56 |



# *Introduction*

# Introduction

---

## Introduction

Les tiques sont des arthropodes de l'ordre des Acariens, et du sous-ordre des Méstigmata, connue depuis des centaines d'années, en effet les écrits les rapportant remontent aussi loin qu'Homère et Aristote (**PETER et BROSSARD, 1998 ; SOCOLOVSKI et al., 2008**). Ce sont des parasites hématophages communs entre la majorité des vertébrés, que l'on trouve en grand nombre pendant les périodes les plus sèches de l'année, et occasionnellement elles peuvent même piquer l'être humain (**ABDUL-HUSSAIN et al., 2004 ; SOCOLOVSKI et al., 2008**). C'est un groupe très diversifié rassemblant environ 900 espèces dans le monde, reparties sur trois familles : Les Ixodidae appelé également tiques dures, les Argasidae ou alors les tiques molles et les Nuttalliellidae (**DUVALLET et al., 2017**). L'actualité nous montre que certaines maladies peuvent aisément franchir la barrière des espèces et toucher l'Homme, et les tiques sont réputées pour véhiculer plusieurs de ces maladies, pour cela elles sont considérées parmi les vecteurs les plus importants au monde (**DUVALLET et al., 2017**).

De nombreux travaux dans le monde ont été réalisés sur les tiques et les maladies transmises par ces dernières, comme celui de **BEAU (2008)** sur les maladies transmises par les tiques en Alsace, on peut citer également le travail de **FRANCOIS (2008)** sur les tiques chez les bovins en France ou encore le travail de **SOCOLOVSKI et al (2008)** sur les tiques et maladies transmises à l'homme en Afrique.

En Algérie il y a eu plusieurs travaux sur ce sujet à l'instar de celui de **AISSAOUI (2002)** sur les principales espèces de tiques des bovins dans la région d'El-Taref, ou encore les travaux de **BENCHIKH-ELFEGOUN (2007)** à Jijel sur l'activité saisonnière des tiques et celui de **BOULKABOUL (2003)** à Tiaret sur le parasitisme des tiques. A Tizi-Ouzou par contre très peu de données sur les tiques et les pathogènes qu'elles véhiculent. Dans ce cas nous pouvons citer l'unique travail de **FERHOUH et DJENNADI (2015)** portant sur un inventaire de tiques et la détection moléculaire des Rickettsia. La majorité des autres travaux se sont limités à des inventaires tel que celui de **BOUIZGARENE et LARBI (2014)**.

Notre étude a pour objectif de recenser les espèces de tiques qui parasitent les animaux domestiques (bovins, caprins, chiens, chats) dans trois stations : Ain El Hammam, Bouzeguène et DBK sur deux années 2021 et 2022, et aussi investiguer sur les agents pathogènes qu'elles véhiculent, et notre intérêt se porte tout particulièrement sur une de ces maladies, qui est : La maladie de Lyme.

# Introduction

---

Le travail est subdivisé en quatre chapitre :

Le premier chapitre porte sur les données bibliographiques en rapport avec les tiques et sur la maladie de Lyme.

Le deuxième chapitre met en évidence la méthodologie de travail utilisée sur le terrain et au laboratoires ainsi que les différentes méthodes nécessaires pour exploiter les résultats.

Le troisième chapitre concerne les résultats obtenus.

Le dernier chapitre traite la discussion des résultats.

Enfin le travail est clôturé par une conclusion.

*Chapitre I : Données bibliographiques  
sur les tiques et la maladie de Lyme*

Ce chapitre présente les généralités sur les tiques autant que parasites, leur systématique, leur morphologie générale, leur cycle de développement ainsi que ses différents stades, et le rôle vecteur qu'elles occupent dans la transmission des maladies.

### **I.1. - Généralités**

Les tiques font partie de l'embranchement des arthropodes, classe des arachnides, groupe des acariens (du grec akari = mite) ordre des méstagmates (**TISSOT-DUPOND et RAOULT, 1993 ; EUZEBRY, 2005**). Parasitant la quasi-totalité des vertébrés, pendant au moins une partie de leur cycle de vie (l'homme étant un hôte accidentel).

Leur répartition est très étendue, elle va des régions les plus froides aux plus chaudes, le seul critère est la présence d'un hôte potentiel (**PEREZ-EID et GILOT, 1998**). Ce sont des ectoparasites hématophages obligatoire et ils sont actuellement considérés comme étant les deuxièmes vecteurs mondiaux de maladies infectieuses humaines après les moustiques. En effet elles peuvent transmettre des maladies virales telle que l'arbovirose ; parasitaires comme la babésiose ; ou encore bactériennes telles que les borrélioses, (**DUVALLET et al., 2017 ; AUBRY et GAÜZERE, 2021**).

Ce sont des invertébrés au corps globuleux non segmenté pourvu de quatre paires de pattes au stade adulte et exceptionnellement de trois paires de pattes "hexapodes" au stade larvaire similairement aux insectes (**PEREZ-EID et GILOT, 1998**). Ils possèdent une grande taille allant de 1 mm pour les larves, à 3-4 mm pour les adultes non gorgés, voir même plus pour les femelles gorgées étant donné qu'elles prennent un repas sanguin, tandis que le mâle est peu ou pas hématophage (**ANOPHEL, 2014 ; DUVALLET et al., 2017**).

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

- Les Ixodidae ou tiques dures : regroupent 700 espèces, elles sont nommées ainsi à cause de la présence d'une plaque dure (scutum) sur leur face dorsale (Fig. 1A).
- Les Argasidae ou tiques molles : regroupent 200 espèces. Cette famille est dépourvue de scutum (Fig. 1B).
- Les Nuttalliellidae : est une famille intermédiaire entre les deux précédentes, n'inclut qu'une seule espèce qui est « *Nuttalliella namaqua* ».



Figure (1A ; 1B) – A : Ixodidae et B : Argasidae, (MULLEN et DURDEN, 2019)

I.2. - Systématique

La systématique selon KLOMPEN *et al.*, (2007) ; MANS *et al.*, (2011) ; BURGER *et al.*, (2012) ; MANS *et al.*, 2012 ; BURGER *et al.*, (2013) est présentée comme suite (Fig. 2) :

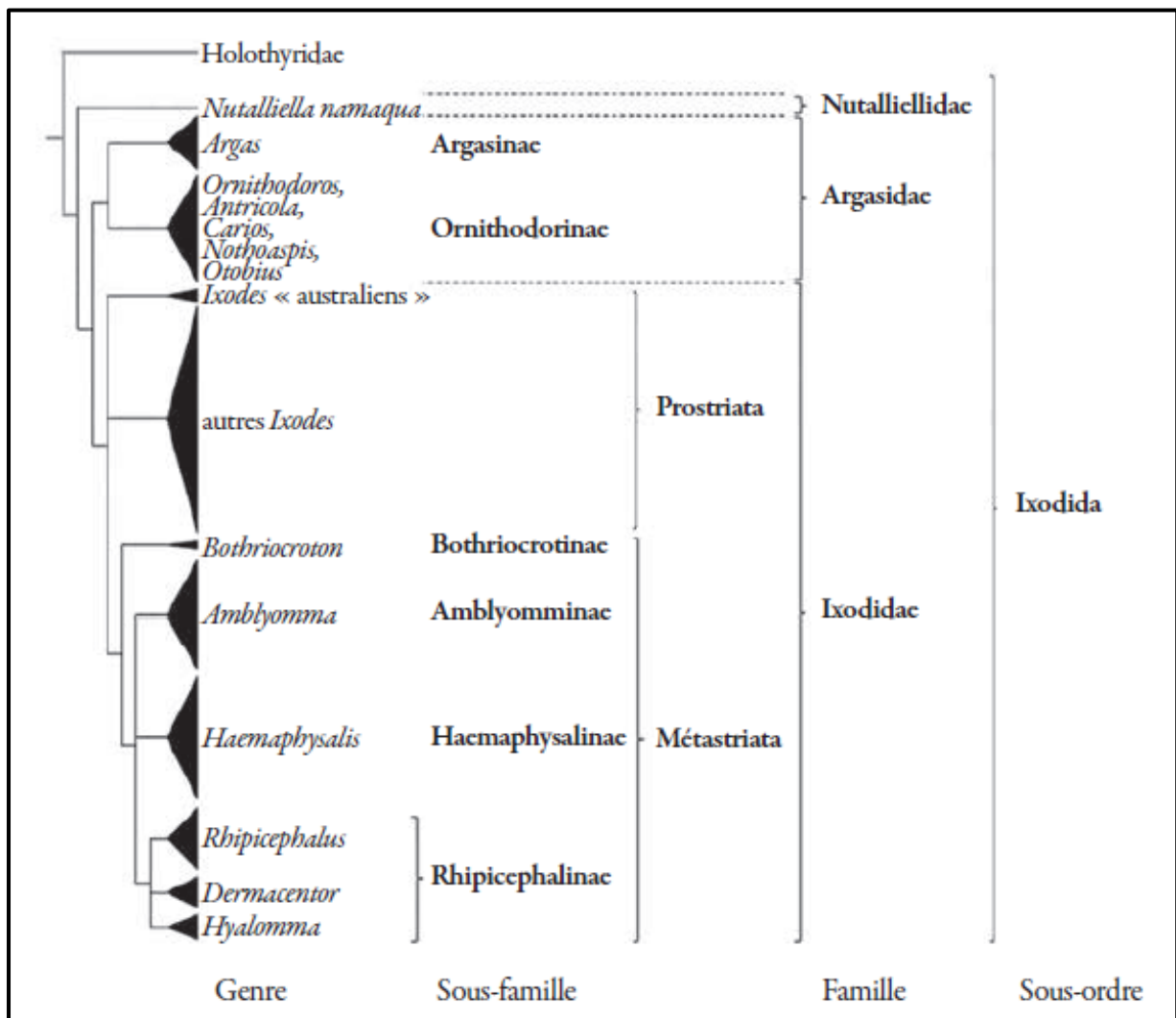


Figure 2 – Systématique des tiques selon (KLOMPEN *et al.*, 2007 ; MANS *et al.*, 2011 ; BURGER *et al.*, 2012 ; MANS *et al.*, 2012 ; BURGER *et al.*, 2013).

### I.3. - Morphologie générale

Les tiques n'ont pas de tête proprement dite, appelée gnathosome ou capitulum elle est située à l'avant du corps et porte les pièces buccales qui regroupent : les organes sensoriels (pédipalpes), le rostre qui est constitué des organes coupants (chélicères) et d'un organe médian immobile (l'hypostome) contenant des dents permettant l'ancrage des tiques dans la peau de l'hôte. Le capitulum est utilisé pour l'identification. En effet la forme de la base ainsi que la longueur des pièces piqueuses aident à différencier les genres. A la différence des insectes qui présentent 3 segments (tête, thorax, abdomen) les tiques n'ont que deux parties ; le gnathosome et l'idiosome qui est la fusion du prosome et l'opistosome (chez les arachnides) (SOCOLOVSKI *et al.*, 2008 ; DUVALLET *et al.*, 2017). Au niveau de la partie supérieure de l'idiosome (podosome) on retrouve : les quatre paires de pattes, le port génital. Et au niveau de la partie inférieure de l'idiosome (opistosome) : les stigmates et l'anus limité par le sillon anal (SOCOLOVSKI *et al.*, 2008 ; DUVALLET *et al.*, 2017). A l'extrémité de l'idiosome on retrouve chez certaines espèces dans les deux sexes une série régulière de ronflements qu'on appelle "festons", ils peuvent être moins visibles chez la femelle gorgée. Leurs présences ou absences ainsi que leurs nombres peuvent aider à l'identification (ESTRADA PENA *et al.*, 2004). Le mâle est différent de la femelle sur plusieurs aspects : Le scutum recouvre la totalité de la face dorsale chez les mâles puisqu'ils changent peu de volume au cours des repas contrairement aux femelles (YAPI, 2007). La présence des plaques adanales chez les mâles sur leurs faces ventrales, aux côtés de l'anus avec leurs différentes formes aident à l'identification (ESTRADA PENA *et al.*, 2004).

### I.4. - Cycle de développement

Les tiques sont des parasites qui alternent entre une phase parasitaire sur l'hôte et une phase libre sur le sol (90% de leur existence) durant tous les stades de leur vie (PEREZ-EID, 2007 ; PAROLA *et al.*, 2013). Elles ont une vie relativement longue en tant qu'arthropodes, qui peut atteindre deux ans (COURTIOUX et HAMIDOVIC, 2020), en raison de la difficulté de la recherche de l'hôte mais aussi, des conditions climatiques externes (telles que la température, l'humidité ou encore la photopériode) (PEREZ-EID et GILOT, 1998). Les tiques dures présentent quatre stades de développement dont trois sont actifs : œuf, larve, nymphe, adulte (mâle et femelle) (PAROLA et RAOULT, 2001). Le passage entre ces trois stades ne peut se faire qu'après ingestion d'un repas sanguin suivi par une période de mue et de digestion appelée diapause (un état caractérisé par un métabolisme réduit et un développement ralenti, pour reprendre son cycle de vie une fois que les conditions sont de nouveau favorables)

(TISSOT-DUPOND et RAOULT, 1993 ; PAROLA *et al.*, 2013).

D'après BOULANGER et MCCOY, (2015) chaque étape de développement d'une tique (larve, nymphe ou adulte) est dénommée « stase » et le mot « stade » fait référence à des mues successives sans métamorphose. On peut employer les deux termes indifféremment chez les tiques dures puisque les trois stases sont équivalentes à trois stades.

#### **I.4.1. - Stades de développement**

##### **I.4.1.1. - Œuf**

Le cycle évolutif commence avec l'œuf. La ponte des œufs se fait à l'abri (sous une pierre, dans la litière végétale, dans une crevasse du sol) le temps d'incubation en général prend entre 20 à 50 jours mais il varie selon l'espèce et les conditions climatiques. En effet les œufs sont au repos en hiver, cela dit des variations trop brusques du climat peuvent tuer les œufs (SACCA, 1982).

##### **I.4.1.2. - Larve**

De l'œuf sort une larve hexapode, qui est gonflée et molle à la naissance, elle prend quelques jours pour durcir et se mettre ensuite à la recherche d'un hôte. Cela étant fait, elle prend sur ce dernier son repas sanguin qui durera entre 3 à 12 jours, elle se laissera tomber au sol pour y accomplir sa pupaison à l'abri pendant 2 à 8 semaines (SACCA, 1982 ; CAMICAS *et al.*, 1998 ; YAPI, 2007).

##### **I.4.1.3. - Nymphe**

La nymphe présente des similitudes avec le stade précédent en ce qui concerne le temps de durcissement et la recherche de l'hôte. A son tour, elle subit une mue qui est généralement plus longue de 20 à 25 jours dans les conditions les plus défavorables (SACCA, 1982 ; CHARTIER *et al.*, 2000 ; SOCOLOVSKI *et al.*, 2008).

##### **I.4.1.4. - Adulte**

La recherche du troisième hôte débute après un temps de durcissement, sauf que le repas est d'un volume plus important et prend plus de temps. Seule la femelle prend un vrai repas sanguin, pour assurer la ponte, le mâle ne se nourrit pas ou peu (SACCA, 1982 ; PEREZ-EID, 2007).

### I.4.1.5. - Accouplement

L'accouplement a lieu sur l'hôte, la femelle commence son repas mais ne le termine qu'après la fécondation (PAROLA et RAOULT, 2001). A la fin du repas la femelle se laisse tomber pour digérer le sang et pour la ponte (Fig. 3). Le nombre d'œufs dépend de l'importance des repas sanguins ainsi que de l'espèce (PEREZ-EID, 2007). Il varie entre 1000 et 20000 œufs (ANOPHEL, 2014). Après l'oviposition la femelle meurt par dessiccation, le mâle quant à lui meurt juste après la fécondation (VAYSSIR-TAUSSAT, 2016).

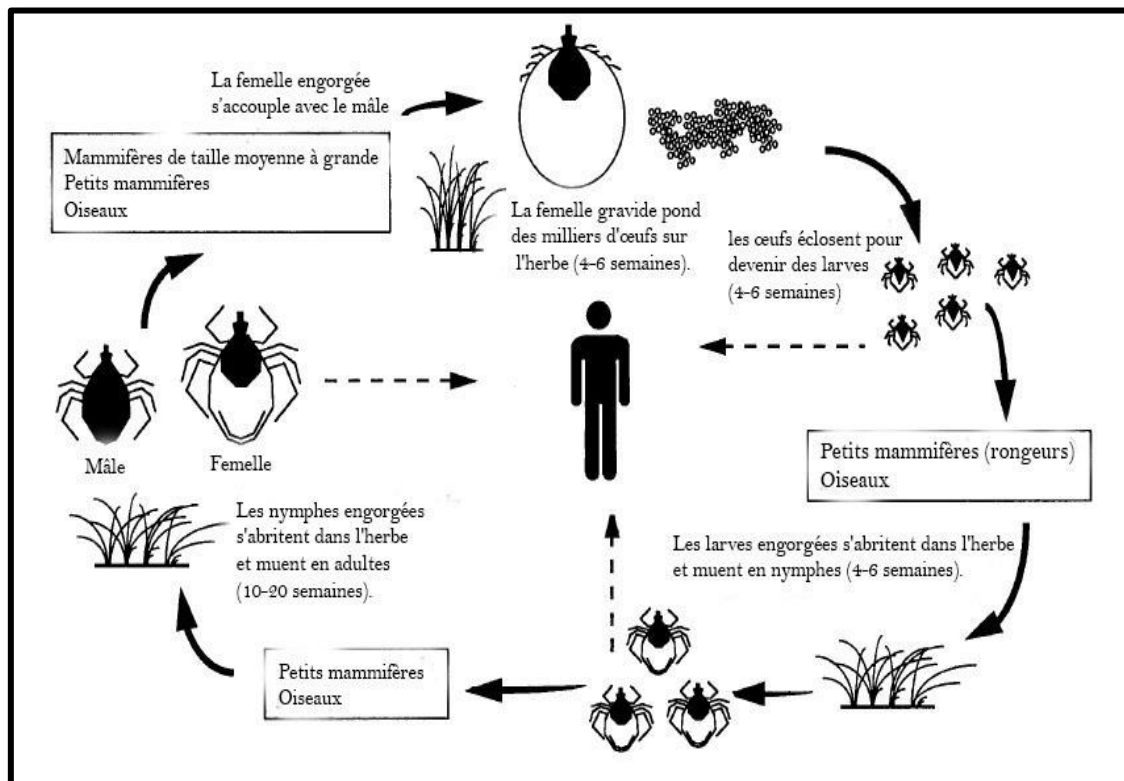


Figure 3 – Cycle de vie de *Ixodes ricinus* (PAROLA et RAOULT, 2001).

## I.5. - Importance médicale et vétérinaire

Les tiques transmettent la plus grande variété d'agents infectieux au monde, (TOLEDO et al., 2009). En effet, elles sont d'une importance primordiale en médecine humaine et vétérinaire ; les secondes après les moustiques (BOULANGER et MCCOY, 2015) pourtant aucune tique n'est spécifique à l'être humain. Ce dernier est piqué lorsqu'il pénètre dans le biotope de la tique (PEREZ-EID, 2007).

### I.5.1. - Rôle pathogène direct

Après la piqûre, l'action mécanique causée par les lésions provoque une inflammation locale "un érythème" et favorise les infections cutanées. L'action toxique via la salive, quand a

elle peut entraîner une paralysie chez l'individu piqué (**GUIGUEN et DEGEILH, 2001**). L'action traumatique est engendrée lorsque les chélicères et l'hypostome s'insèrent dans les tissus de la peau, ils causent des lésions sur l'épiderme qui seront par la suite des portes d'entrée à des infections bactériennes secondaires (**PEREZ-EID et GILOT, 1998**). Enfin l'action spoliatrice due à longueur des repas des tiques dures ainsi que leur nombre souvent élevé sur un animal, peut engendrer un affaiblissement des animaux (moins vif) ressenti d'avantage chez les petits vertébrés, en conséquence les éleveurs subissent des pertes en viande et en lait (**GUIGUEN et DEGEILH, 2001 ; PEREZ-EID,2007**).

### **I.5.2. - Rôle vecteur**

On parle de rôle vecteur indirect quand la transmission d'un germe infectieux est prélevée d'un animale lors d'un repas précédent ou reçu d'une tique (**PEREZ-EID, 2007**). Les pathologies transmises par les tiques les plus connues du monde médical sont l'Anaplasmose, la Babésioses, l'Encéphalite à tiques et la Borréliose de Lyme (**QUILLERY, 2013 ; LELONG, 2015**).

### **I.6. - La maladie de Lyme**

A la fin du XIX<sup>e</sup> les premières observations de la maladie de Lyme ont été publiées, parmi elles, les travaux pionniers du physicien Arvid Afzelius qui a signalé à la société de dermatologie suédoise une éruption rougeâtre qu'il avait remarquée, il a supposé qu'elle provenait d'une piqûre de la tique du mouton "*Ixodes*", ses recherches par contre n'ont été publiées qu'en 1920 - 1930 où d'autres cas de cette irruption cutanée ont été rapportés, plus tard ces manifestations cutanées seront nommées "érythème migrant", ces mêmes signes cliniques avait déjà été décrits peu auparavant par des auteurs allemands.

En 1940 des cas de gonflements des articulations ont été rapportés à Long Island, (New York) où on considérait que c'était une épidémie puisque la majorité des patients étaient de Montauk, alors on lui donna le nom de "Montauk knee ". Toutes ces observations ne suffisaient pas pour autant afin de soupçonner une nouvelle maladie, en raison des symptômes peu flagrants comparés à ceux des autres maladies, mais aussi à cause du nombre relativement bas des cas identifiés, la maladie de Lyme demeurera donc inconnue jusqu'en 1977 lorsque le docteur Allen Steere « rhumatologue de Yale » fit le rapprochement entre une épidémie d'arthrite infantile qui sévissait dans la ville de Lyme, Connecticut, et un épisode précédent d'érythème migrant causé par la morsure d'une tique. A partir de là on attribua le nom de "maladie de Lyme" a cette maladie en référence à l'endroit où elle a été reconnue pour la première fois. Cependant il faudra

attendre 1982 pour que l'entomologiste médicale "Willy Burgdorfer", travaillant au "National Institute of Health Rocky Mountain Laboratory" identifie le spirochète responsable de la maladie nommé après lui "*Borrelia burgdorferi*", après cette découverte on utilisa le terme "borréliose de Lyme" pour désigner la nouvelle maladie (YANNIELLI, 2004 ; Haut conseil de la santé publique, 2014). En 2010 une étude de séquençage du génome complet de "Otzi" l'homme de glace a été lancée, découvert plus tôt en 1991 par deux randonneurs dans la partie italienne des Alpes de l'Otztal. Les résultats de cette recherche ont révélé une correspondance de 60% avec le génome de *Borrelia burgdorferi*, autrement dit l'homme de glace du Tyrol serait le 1<sup>er</sup> cas humain infecté par l'agent pathogène de la borréliose de Lyme (KELLER *et al.*, 2012). La maladie de Lyme est une spirochétose transmise par les tiques (TRANCHANT et WARTER, 2003). C'est la zoonose la plus répandue dans les pays tempérés (AUBRY et GAUZERE, 2017). Elle est difficile à diagnostiquer en raison de ses différentes atteintes et symptômes (WATON *et al.*, 2007) qui changent en fonction du vecteur, de la souche de la bactérie responsable ainsi que la phase de la maladie (plus la maladie est avancée plus les symptômes sont graves) (Tab.1).

**Tableau 1** – Espèces du complexe *Borrelia burgdorferi* « *sensu lato* » (MCCOY et BOULANGER, 2015).

| Espèce de <i>Borrelia</i>           | Répartition géographique          | Vecteurs principaux   | Hôtes/Réservoirs principaux connus | Pouvoir pathogène                                 |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|---|
| <i>B. afzelii</i>                   | Europe Asie                       | <i>I. ricinus</i> <i>I. persulcatus</i>   | Rongeurs                           | Borréliose de Lyme (atteinte cutanée-ACA**)       |
| <i>B. americana</i>                 | Amérique du Nord Sud-Est et Ouest | <i>I. minor</i>   | Oiseaux                            | Non pathogène                                     |
| <i>B. andersoni</i>                 | Amérique du Nord                  | <i>I. dentatus</i>  | Lapins                             | Non pathogène                                     |
| <i>B. bavariensis</i>               | Europe                            | <i>I. ricinus</i>   | Rongeurs                           | Borréliose de Lyme (neuroborréliose)              |
| <i>B. bissettii</i>                 | Europe Amérique du Nord et du Sud | <i>I. ricinus</i><br><i>I. scapularis</i><br><i>I. pacificus</i>                    | Rongeurs                           | Potentiellement pathogène                         |
| <i>B. burgdorferi sensu stricto</i> | Europe Amérique du Nord           | <i>I. ricinus</i><br><i>I. uriae</i><br><i>I. scapularis</i><br><i>I. pacificus</i> | Rongeurs                           | Borréliose de Lyme (préférentiellement arthrites) |
| <i>B. californensis</i>             | États-Unis                        | <i>I. jellisonii</i><br><i>I. pacificus</i><br><i>I. spinipalpis</i>                | Cerf hémione                       | Non pathogène                                     |
| <i>B. carolinensis</i>              | États-Unis                        | <i>I. minor</i>   | Rongeurs, oiseaux                  | Non pathogène                                     |

**Tableau 1** – Espèces du complexe *Borrealia Burgdorferi* « *sensu lato* » (MCCOY et BOULANGER, 2015) (Suite).

|                        |  |  |                                   |  |
|------------------------|--|--|-----------------------------------|--|
| <i>B. chiliensis</i>   | Amérique du Sud  | <i>I. stilesi</i>  | Rongeurs                          | Non documenté                                |
| <i>B. finlandensis</i> | Europe   | <i>I. ricinus</i>  | Lièvre variable                   | Non pathogène                                |
| <i>B. garinii</i>      | Europe Asie, îles d'Amérique du Nord, arctiques et subantarctiques | <i>I. ricinu</i><br><i>I. persulcatus</i><br><i>I. uriae</i>     | Oiseaux, rongeurs, oiseaux marins | Borréliose de Lyme (neuroborréliose)         |
| <i>B. japonica</i>     | Japon  | <i>I. ovatus</i>   | Rongeurs                          | Non pathogène                                |
| <i>B. kurtenbachii</i> | États-Unis   | <i>I. scapularis</i>   | Rongeurs                          | Potentiellement pathogène                    |
| <i>B. lusitaniae</i>   | Europe Afrique du Nord   | <i>I. ricinus</i><br><i>I. uriae</i>                             | Lézards, rongeurs, oiseaux de mer | Potentiellement pathogène                    |
| <i>B. sinica</i>       | Asie   | <i>I. ovatus</i>   | Rongeurs                          | Non pathogène                                |
| <i>B. spielmanii</i>   | Europe   | <i>I. ricinus</i>  | Loirs, rongeurs                   | Borrélioses de Lyme (atteinte cutanée-ACA**) |
| <i>B. tanukii</i>      | Asie   | <i>I. tanuki</i>   | Inconnu                           | Non pathogène                                |
| <i>B. turdii</i>       | Europe et Asie   | <i>I. turdus</i>   | Oiseaux                           | Non pathogène                                |
| <i>B. valaisiana</i>   | Europe Asie  | <i>I. ricinus</i><br><i>I. columnae</i><br><i>I. nipponensis</i> | Oiseaux, lézards                  | Potentiellement pathogène                    |
| <i>B. yangtzensis</i>  | Asie   | <i>I. granulatus</i><br><i>I. nipponensis</i>                    | Rongeurs                          | Non pathogène                                |

### I.6.1. - Bactérie responsable

Avant l'identification de l'agent pathogène de la borréliose de Lyme, le genre de *Borrelia* regroupait essentiellement des espèces causant la fièvre récurrente (transmises exclusivement par un genre de tiques molles) en revanche l'agent pathogène qui cause la maladie de Lyme est transmis par des tiques dures, plus particulièrement par celles du genre "*Ixodes ricinus*" qui est connu pour transmettre plusieurs agents pathogènes en raison de son large spectre d'hôtes. On parle d'un groupe bactérien nommé "*Borrelia burgdorferi sensu lato*" qui regroupe 18 espèces réparties en fonction des régions (BELOUIS et al., 2015). On retrouve donc :

En Europe : *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. spielmanii*, *B. valaisiana*, *B. lusitaniae*.

Aux Etats unis : on retrouve principalement *B. burgdorferi s.s* (HAUT COMITE DE CONSEIL, 2014, VAYSSIER-TAUSSAT, 2016).

En Afrique : *B. burgdorferi s.s.* ; *B. afzelii* ; *B. garinii* (SOCOLOVSKI et al., 2008).

Après le séquençage de *B. burgdorferi s.s.* En 1997 en provenance du nord de l'Europe et de l'Amérique, il s'est avéré qu'elles étaient deux populations distinctes génétiquement (MULLEN et DURDEN, 2019).

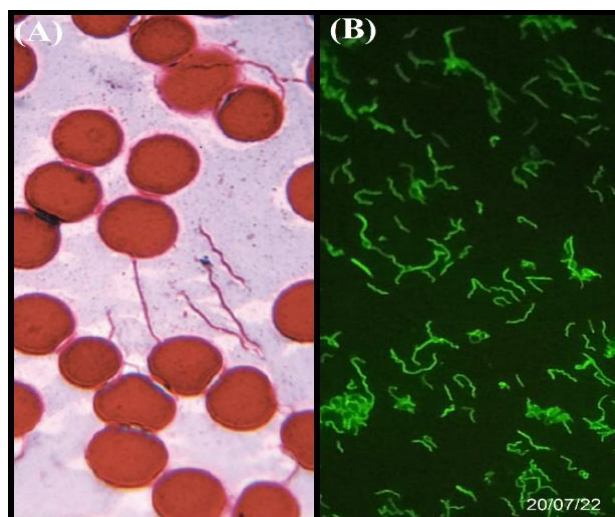
3 des espèces du complexe *B. burgdorferi s.l.* sont considérées comme pathogènes pour l'homme : *B. burgdorferi s.s.* ; *B. afzelii* ; *B. garinii* (PEREZ-EID, 2007).

*Borrelia* fait partie des spirochètes, un groupe distinct des autres bactéries. Ils se différencient par leurs formes typiques spirales (Fig. 4 A et B), en effet leurs morphologies sont similaires à celle d'un "tire-bouchon" (STEERE et al., 2004) en raison de la présence d'endoflagelle qui leur permet également d'être mobile (OLSON et al., 2013 ; IZAC et MARCONI, 2019).

Les spirochètes appartiennent à l'ordre des spirochetales et contiennent deux familles ; les leptospiraceae qui contient le genre leptospira et les spirochaetaceae, qui regroupe 4 genres : *spirochaeta*, *christispira*, *treponema*, *borrelia*.

Les genres *spirochaeta* et *christispira* sont considérés comme des organismes vivants libres et commensales ; *treponema* et *borrelia* ainsi que *leptospira* quant à eux sont des espèces pathogènes (COLE.JR, 1990).

Récemment le genre *Borrelia* a été divisé en deux sous genres : *Borrelia* et *Borreliella*. Les espèces qui causent la fièvre récurrente ayant été découverte en 1<sup>er</sup> garderont la dénomination "*Borrelia*", quant aux spirochètes responsables de la maladie de Lyme, ils seront désignés dorénavant par "*Borreliella*" (ADELOU GUPTA, 2014).



**Figure 4** – (A) : Aperçu du pathogène qui cause la maladie de Lyme "*Borrelia burgdorferi*" entre les globules rouges à l'aide d'un microscope électronique. (YANNIELLI, 2004).

(B) : Aperçu de "*Borrelia burgdorferi*" sous un microscope à fond noir (Originelle, Institut Pasteur, 2022).

### **I.6.2. - Aspect clinique**

La maladie de Lyme ne touche pas uniquement l'homme, elle a été décrite plus anciennement chez les chiens et les bovins (**BELOUIS et al., 2015**).

#### **I.6.2.1. - Chez le chien**

Les symptômes s'ils existent ne surviennent qu'après cinq à six mois depuis la piqûre de tique mais 90 % des cas d'animaux atteints sont asymptomatiques. Parmi les symptômes qui se manifestent chez le chien on peut noter : Une boiterie qui est le symptôme majeur, une arthrite, fatigue, fièvre, perte d'appétit, des lésions cutanées non spécifiques, des troubles cardiaques, rénaux et neurologiques (épilepsie, agressivité, paralysie...etc) (**COUDERRT et DONAS, 2013**).

#### **I.6.2.2. - Chez les bovins**

La majorité des cas sont asymptomatiques. La maladie de Lyme constitue cela dit un problème de troupeau puisqu'elle réduit la production laitière notamment des primipares. Le tableau clinique est constitué dans la forme aiguë par une fièvre, anorexie, asthénie, perte de poids progressive, des lésions cutanées (érythème cutané de la mamelle), et parfois viennent s'ajouter des avortements (**BELOUIS et al., 2015**).

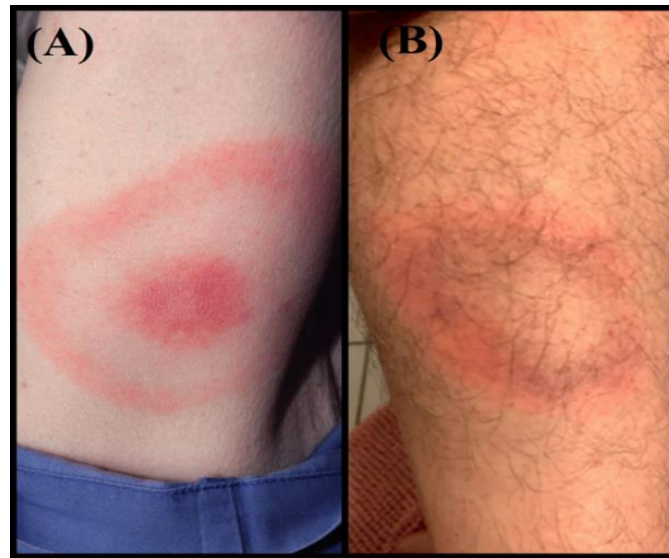
#### **I.6.2.3. - Chez l'homme**

La maladie de Lyme se manifeste en trois phases successives dans le temps. Les signes cliniques sont très variés en fonction du stade de la maladie (**HAUT COMITE DE CONSEIL, 2014 ; BOYER et al., 2019**).

##### **I.6.2.3.1. - Phase 1 : la borréliose de Lyme précoce**

L'un des symptômes les plus caractéristiques qui succèdent à une piqûre de tique et qui survient dans 60 % des cas est " l'érythème migrant " (**COUTIUX ET HAMIDOVIC, 2020 ; BELOUIS et al., 2015**). Ce dernier ne se manifeste pas directement après la morsure. En effet il peut prendre quelques jours voire quelques semaines, on parle d'un intervalle allant de 3 à 32 jours (**STEERE et al 1984**). Il s'agit d'une papule rouge sous forme d'anneau centrée par le point de piqûre (Fig. 5), ronde ou ovale surtout sur les périphéries (**HAUT COMITE DE CONSEIL, 2014**). Elle survient généralement sur les jambes chez les adultes et dans la partie supérieure du corps chez les enfants souvent accompagnée de légères démangeaisons, brûlures ou de douleurs (**STUPICA et al., 2014**).

Au départ, cette lésion a généralement un diamètre supérieur ou égal à 5 cm, mais elle s'étend et grossit au fil du temps pour atteindre parfois 75 cm. (BOYER *et al.*, 2019).



**Figure 5** – (A) : Aperçu d'un érythème migrant. (COURTIOUX et HAMIDOVIC, 2020).

(B) : Aperçu d'un érythème migrant sur la jambe. (COIFFIER et TATTEVIN, 2021).

Aux côtés de l'érythème migrant, un syndrome pseudo grippal (hyperthermie modérée, céphalée, myalgie, arthralgie et adénopathie) vient s'ajouter au tableau clinique de cette 1<sup>ère</sup> phase (BELOUIS *et al.*, 2015).

#### **I.6.2.3.2. - Phase 2 : Borréliose de Lyme disséminée précoce**

Après la 1<sup>ère</sup> phase, qui peut passer inaperçue, il est possible dans certains cas que la bactérie se propage en l'espace de quelques semaines par la circulation sanguine et lymphatique. De ce fait plusieurs symptomatologies sont possibles, en fonction de l'organe touché et du pouvoir pathogène des différentes espèces du groupe *Borrellia burgdorferi. s.l* (BOYER *et al.*, 2019 ; MCCOY et BOULANGER, 2015).

Parmi ces manifestations cliniques :

##### **A. - Atteintes dermatologiques**

###### **A.1. - Lésion cutanées**

On observe des lésions cutanées se rapprochant de l'EM, généralement plus petit, il s'agit de l'érythème migrant multiple (STEERE *et al.*, 2004 ; BOYER *et al.*, 2019).

###### **A.2. - Lymphocytose borélien**

C'est un renflement rouge bleuâtre solitaire, d'un diamètre de quelques centimètres, qui

est une forme rare et précoce de la borréliose de Lyme, se manifestant chez les enfants sur le lobe de l'oreille, et sur le sein chez l'adulte, il apparaît souvent à proximité d'un EM récent mais dure plus longtemps que ce dernier (STUPICA *et al.*, 2014 ; FIGONI *et al.*, 2019).

### **B. - Atteinte neurologique**

La neuroborréliose précoce comprend une atteinte des nerfs crâniens et périphériques. L'un des symptômes cliniques principal est la douleur due à une radiculonevrite. Elle se situe généralement dans la région thoracique ou abdominale, et se manifeste sous forme de ceinture à prédominance nocturne. Si elle n'est pas traitée, elle peut persister pendant des semaines. La méningite borélienne ressemble à une légère méningite virale sauf que celle-ci est inhabituellement prolongée avec l'alternance des phases d'améliorations et de détériorations. N'importe quel nerf crânien peut être affecté comme ; l'atteinte des nerfs moteurs qui se manifeste par une parésie, ou encore l'atteinte des nerfs faciaux qui peut conduire à une paralysie faciale périphérique. Une neuroborréliose de Lyme précoce non traitée développe des caractéristiques d'encéphalomyélites disséminées qui ressemblent à la sclérose en plaque (STUPICA *et al.*, 2014).

### **C. - Atteinte articulaire**

L'arthrite de Lyme survient deux à six mois après, en général c'est la manifestation la plus tardive de la phase précoce disséminée. Elle consiste en des crises intermittentes d'inflammations d'une ou plusieurs articulations principalement les grosses articulations, le plus souvent celle du genou, suivie du coude, puis de la cheville et parfois de l'épaule et de la hanche. Habituellement l'articulation touchée est douloureuse et enflée, cette inflammation dure quelques semaines à plusieurs mois, et elle est souvent récurrente (STUPICA *et al.*, 2014 ; BOYER *et al.*, 2019).

### **D. - Atteinte cardiaque**

Elle se manifeste par des troubles de la conduction auriculoventriculaire ou par une myopéricardite, ces atteintes sont cela dit rares et surviennent des semaines après le début de l'infection (FRANCOIS *et al.*, 2003).

### **E. - Atteinte ophtalmologique**

Parmi les atteintes rares on cite également les manifestations oculaires qui peuvent être dues à la possibilité que les yeux soient affectés, et ce principalement en raison de

l'inflammation du tissu oculaire tel que : la conjonctivite, la kératite ou la neuropathie optique...etc. Ou secondairement à cause de manifestations extra oculaires tel qu'une parésie de nerfs crâniens ou une myosite (STUPICA *et al.*, 2014).

### **I.6.2.3.3. - Phase 3 : Borréliose de Lyme tardive**

La borréliose de Lyme tardive ou la phase chronique commence généralement des mois voire des années après une morsure de tiques (STEERE *et al.*, 2004 ; BRATON *et al.*, 2008). Environ 60% des cas non traités présentent des crises intermittentes d'arthrite (STEERE *et al.*, 2004). Ce stade est caractérisé par l'atteinte des articulations, du système nerveux périphériques, de la peau et des tissus mous sous-cutanés (DURAY *et al.*, 1998).

Parmi ces manifestations :

#### **A. - Atteintes dermatologiques**

##### **A.1. - Acrodermatite chronique atrophiante**

C'est une manifestation tardive. Elle siège au niveau des membres inférieurs et touche les patients de plus de 40 ans (FRANCOIS *et al.*, 2003).

L'ACA se caractérise par une enflure oedémateuse de la peau de couleur rouge bleuâtre. Elle se transforme en phase chronique avec une atrophie épidermique, et des lésions irréversibles de l'épiderme et du derme (WITTMAN *et al.*, 2016 ; FIGONI *et al.*, 2019).

#### **B. - Atteintes neurologiques**

##### **B.1 - Le syndrome neurologique tardif ou la neuroborréliose de Lyme (LNB) chronique :**

C'est une manifestation rare touchant moins de 1 à 2 % des patients atteints de Lyme. La LNB chronique est définie comme un processus pathologique actif et continu pendant plus de six mois avec une inflammation persistante du LCR (liquide céphalo rachidien). Les patients atteints peuvent présenter des cas de myélites, méningoencéphalites, de méningites chroniques, ou d'atteinte des nerfs crâniens en particulier le nerf auditif avec des céphalées, malaises, pertes de poids importantes, surdités sensorielles, troubles progressifs de la marche spastique-ataxique, des paraphrénies spastiques, troubles sphinctériens, ou même dans certains cas des accidents vasculaires cérébraux lacunaires (HANSEN *et al.*, 2013). La relation entre la sérologie positive de Lyme et ce tableau neurologique ne peut pas toujours être prouvée, il en résulte des difficultés de diagnostic (FRANCOIS *et al.*, 2003).

## **B.2. - Atteintes psychiatriques**

Plusieurs manifestations variées ayant un lien direct avec la maladie de Lyme ont été rapportées : dépression sévère, irritabilité, attaque de panique, manie, troubles de la pensée, hallucinations auditives, visuelles, olfactives, tableau de type schizophrénique, troubles de personnalité. 90% des patients souffrant de dépression majeure n'avaient pas d'histoire préalable avec celle-ci. En effet les manifestations d'irritabilité et de dépression seraient directement liés à une atteinte tardive d'encéphalopathie (**FALLON et al., 1993 ; CREANGE, 2007**).

### **I.6.2.3.4. - Syndrome de post-traitement de la borréliose de Lyme (PTLDS)**

Appelé également maladie de Lyme chronique ou simplement post-Lyme. Ces termes désignent les personnes présentant des symptômes inexplicables au-delà de six mois après la fin du traitement antibiotique (**BRATTON et al., 2008**). Les manifestations typiques de Lyme tel que l'EM, lymphocytome, acrodermatite, méningite, disparaissent (**BOYER et al., 2019**). Cela dit dans certains cas persiste une asthénie, des douleurs musculo-squelettiques, myalgies, troubles d'humeurs, de la mémoire (**RANQUE-GARNIER et al., 2019**). La fréquence de ces derniers serait plus élevée chez les patients qui n'ont pas eu une confirmation du diagnostic initiale par l'examen du LCR (**RAUER et al., 2018**).

10% des patients ayant souffert d'un précédent épisode d'arthrite de Lyme, présentent une inflammation persistante des articulations pendant plusieurs mois ou même années après le traitement (**STEERE et al., 2004**).

## *Chapitre II : Matériels et méthodes*



### **II.2.1.2- Présentation de la région de Bouzeguène**

Bouzeguène est une commune située à 70 km au sud-est de Tizi-Ouzou, elle s'étend sur une superficie de 66,9 km<sup>2</sup>, avec une altitude de 600 à 800 m, la région est délimitée par la forêt de Yakourene et celle de l'Akfadou.

### **II.2.1.3.- Ain El Hammam**

Ain El Hammam est une commune située à 45 km au sud-est de Tizi-Ouzou et à 95 km au nord-est de Bouira. Elle dispose d'une superficie de 38,55 km<sup>2</sup>, et elle est située à 1200 m d'altitude.

### **II.2.1.3. – Données sur la faune et la flore de la région de Tizi-Ouzou**

La végétation de la région de Tizi-Ouzou est très diversifiée, en effet elle regroupe 402 espèces végétales recensées par la direction de l'environnement dans la région, dont 155 espèces médicinales, (**CONSERVATION DES FORÊTS DE TIZI-OUZOU, 2022**).

Quant aux espèces animales sur les 108 espèces recensées, 82 sont des espèces d'oiseaux dont 6 sont protégées, 13 mammifères dont 9 protégés et 13 reptiles tous protégés (**CONSERVATION DES FORÊTS DE TIZI-OUZOU, 2022**).

### **II.2.1.4. - Période et objectif d'étude**

Notre étude effectuée dans les trois sites de la wilaya de Tizi-Ouzou (DBK, Bouzeguène et Ain El Hammam) durant la période allant du mois de mars au mois de mai 2022. L'objectif de ce travail est de recenser les espèces de tiques qui parasitent les animaux domestiques et aussi investiguer sur les agents pathogènes qu'elles véhiculent.

### **II.2.1.5. - Choix des régions d'études**

Le choix des régions d'études s'est fait en fonction de l'accessibilité et de la disponibilité des animaux domestiques, sur lesquels le prélèvement des échantillons de tiques a été effectué. Les élevages sont tous de petits effectifs de différentes espèces : Chiens, Chats, Caprins et Bovins et ils ont tous été choisis aléatoirement.

### **II.2.1.6. - Types d'élevages**

#### **Elevage moderne**

Les étables modernes sont construites avec des briques et du ciment. Elles sont aérées, propres et les éleveurs utilisent des techniques modernes de nettoyage (Fig. 7, 8 et 9).



Figure 7 - Ferme moderne (Originelle, DBK, 2022).



Figure 8 – vue extérieure et intérieure sur ferme moderne (Originelle, Bouzeguène, 2022).



Figure (9A, 9B, 9C) – A : Ferme moderne. B : Chien échantillonné au niveau de la ferme. C : chèvre échantillonnée au niveau de la ferme (Originelle, Bouzeguène, 2022).

## II.2.2. - Matériels utilisés dans l'étude

Pour effectuer ce travail, nous avons utilisé différents types de matériels, qu'ils soient biologiques ou non biologique.

### II.2.2.1. - Matériels biologiques

Il est constitué de bovins sur lesquels on a effectué notre échantillonnage, mais aussi

des tiques récoltées sur ces derniers et sur lesquelles le matériel génétique a été extrait.

### II.2.2.2. - Matériels non biologiques

Il se manifeste par tous les appareils et le matériels utilisés qui a permis d'identifier les tiques mais aussi d'extraire le matériel génétique de ces dernières.

### II.2.3. - Méthodes utilisées dans l'étude

Les méthodes utilisées dans cette étude consistent : en la méthode de collecte des tiques sur le terrain, la méthode employée pour les identifier ainsi que les méthodes d'extractions de l'ADN et la détection des agents pathogènes véhiculés par ces acariens avec la RT-PCR.

#### II.2.3.1. - Méthode de récolte des tiques

La récolte des tiques s'est faite après un examen minutieux et complet du corps de l'animal de façon à ce que toutes les tiques soient retirées. Le prélèvement a été réalisé à l'aide d'une pince fine placée près du capitulum de façon à garder le rostre et la base du capitulum intactes (deux éléments essentiels pour l'identification).

Les tiques ont été conservées dans des tubes de l'éthanol 70°, étiquetés et numérotés.

#### II.2.3.2. - Méthode d'identifications des tiques

Cette partie a été effectuée au laboratoire d'épidémiologie parasitaire à l'Institut Pasteur d'Algérie. L'identification des stades adultes a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire. La manipulation est faite dans des boîtes de Pétri, en utilisant des pinces fines. On commence par identifier le genre puis l'espèce. L'identification du genre des tiques a été faite selon la clé dichotomique de **MOULINIER. (2003)**, et les caractères morphologiques de certaines parties du corps de la tique (rostre, yeux, feston...).

- Le rostre : sa longueur et sa forme.
- Le sillon anal : sa position par rapport à l'orifice anal.
- Les festons : présence ou absence et aspect du feston médian.
- Yeux : s'ils existent.
- Plaques ventrales mâles : présence, nombre et forme.

La diagnose des espèces a été faite à l'aide du guide d'identification des espèces

**d'ESTRADA PENNA *et al.*, (2004)** et en se basant sur certains détails morphologiques :

- Le nombre et la forme des festons.
- La forme des plaques adanales.
- La présence ou l'absence de l'appendice caudal.

- La forme des stigmates.
- La distribution et la taille des ponctuations interstitielles.
- La coloration des pattes.

### **II.2.3.3. - Détection moléculaire de *Borrelia* sp.**

Afin de rechercher la présence de *Borrelia* sp, dans les tiques et dans le sang prélevé des hôtes parasités, nous procédons d'abord à l'extraction de l'ADN génomique des tiques et du sang puis à l'amplification de l'ADN et enfin, on passe à la révélation des agents pathogènes présents.

#### **II.2.3.3.1. - Extraction d'ADN génomique**

Pour l'extraction d'ADN nous avons utilisé deux méthodes : l'extraction par un kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany) (Fig. 10) pour les tiques et le CTAB (Fig. 11) pour les tiques et pour le sang. L'extraction de l'ADN passe par trois étapes : la lyse, purification, élution. La différence existante entre l'extraction de l'ADN à partir des tiques et du sang se situe au niveau de la première étape qui est la lyse. En effet les tiques sont considérées comme étant des tissus complexes, nous avons effectué une lyse mécanique puis une lyse chimique que ce soit par le kit ou par le solvant CTAB. Contrairement au sang dont la structure plus simple, l'extraction est réalisée par simple lyse chimique.

**A. - Extraction avec le kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany)****La lyse :**

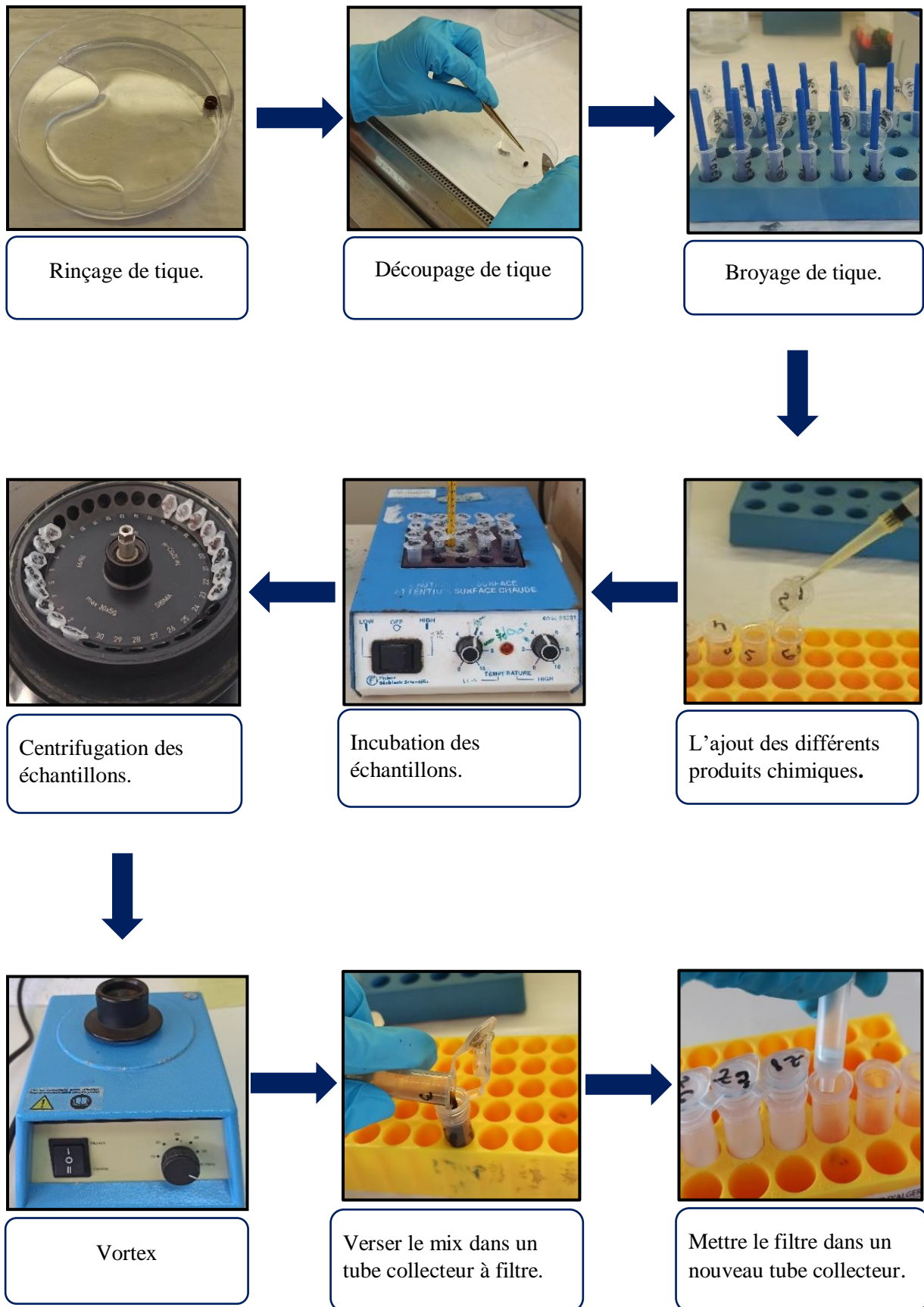
- Rincer les tiques pour éliminer toute trace d'alcool.
- Découper les échantillons en petits morceaux et les mettre dans tubes Eppendorf.
- Les broyer à l'aide de mortiers.
- Ajouter 180 µl d'ATL.
- Ajouter 20 µl de la protéinase k.
- Incuber les échantillons dans un bain à sec à 56° pendant 2 h ou à 37° pendant toute la nuit.
- Centrifuger à 8000 tr/min pendant 1 minute.
- Ajouter 200 µl de AL, puis agiter avec le vortex pendant 15 seconde.
- Incuber au bain à sec à 70° pendant 10 minutes.
- Centrifuger rapidement.
- Ajouter 200 µl d'éthanol.
- Verser le mix dans les tubes collecteurs à filtres (Fig. 16).
- Centrifuger à 8000 tr/ min pendant 1 minute.

**Purification :**

- Jeter l'éluât et mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Réaliser un premier lavage en ajoutant 500 µl d'AW1.
- Centrifuger pendant 1 minute à 8000 tour/min.
- Jeter l'éluât et mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Réaliser un deuxième lavage en ajoutant 500 µl d'AW2.
- Centrifuger pendant 3 min à 10000 tour/min.
- Jeter l'éluât et placer le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Centrifuger une nouvelle fois à 10000 tours/min pendant 1 min.

**Elution**

- Placer le filtre dans un tube Eppendorff.
- Ensuite ajouter 200 µl de tampon AE.
- Incuber 1 à 5 min environs à T° ambiante.
- Centrifuger une dernière fois pendant 1 min à 8000 tours/min.
- Récupérer l'éluât qui contient l'échantillon d'ADN.
- Conserver l'échantillon à +4°C.



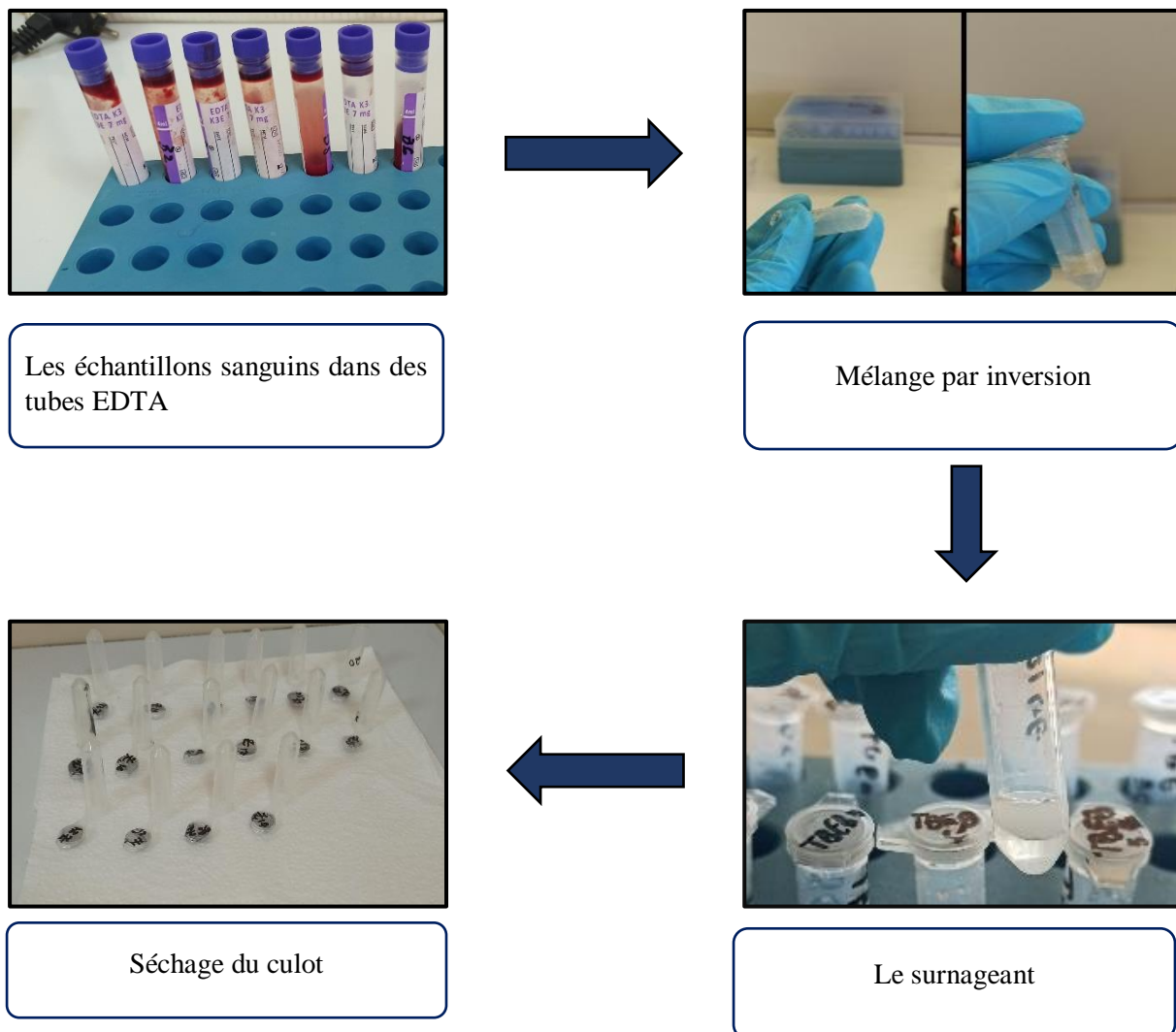
**Figure 10** – Protocole Extraction d’ADN avec le kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany) (Originelle, Pasteur, 2022).

**B. - Extraction avec le CTAB**

Le CTAB est un solvant qui sert à effectuer un broyage chimique. Avant son emploi, il faut lui rajouter du Béta-mercaptoethanol. Pour chaque échantillon, nous rajoutons 200 µl de CTAB et 4 µl de Béta-mercaptoethanol. Cette étape doit être effectuée dans une hotte chimique en raison de la toxicité de ce produit.

- Ajouter 200 µl de CTAB dans chaque 200 µl de sang.
- Laisser incuber au bain sec à 65°C pendant 1h.
- Ajouter 200 µl de chloroforme et mélanger par inversion.
- Centrifuger pendant 5 min à 12000 tours/min.
- Récupérer le surnageant et le mettre dans un nouveau tube, veiller à ne pas toucher la couche inférieure lors du pipetage, en cas de contamination centrifuge.
- Ajouter 200 µl d'isopropanol et mélanger par inversion.
- Centrifuger pendant 15 minutes à 12000 tours/min.

- Vider l'isopropanol, bien égoutter puis ajouter 200 µl d'éthanol 70°.
- Centrifuger 5 minutes à 12000 tours/min.
- Vider l'éthanol.
- Sécher le culot pendant 5 minutes maximum au Speed-Vac, ou sur la paillasse pendant toute une nuit.
- Ajouter 20 µl d'eau bi-distillé et laisser suspendre sur la paillasse une demi-journée ou toute une nuit puis conserver à 20° C.



**Figure 11** – Etapes d'extraction d'ADN avec le CTAB (Originelle, Pasteur, 2022).

#### II.2.3.4. - Electrophorèse sur gel d'agarose 0.8 %

La technique d'électrophorèse sur gel d'agarose à 0.8% 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 transilluminateur dans une chambre noire. Si notre extraction se conclue par un échec il n'y aura pas de trace d'ADN.

#### II.2.3.5. - Amplification de l'ADN génomique

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

un appareil appelé thermocycleur.

### II.2.3.6. - 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 (Fig. 12).

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 (Tab.2). Le mix est ensuite transvasé dans les tubes à raison de 15  $\mu\text{l}$  ensuite 5  $\mu\text{l}$  d'ADN sont ajoutés.

Le mix est distribué dans les tubes comme suit :

**Tous les échantillons** : 5  $\mu\text{l}$  d'ADN extrait de nos échantillons + 15  $\mu\text{l}$  de mix.

**Témoin positif** : 5  $\mu\text{l}$  d'ADN positif + 15  $\mu\text{l}$  de mix.

**Témoin négatif** : 5  $\mu\text{l}$  d'eau distillé stérile + 15  $\mu\text{l}$  de mix

**Tableau 2** : Les produits du mix.

| Produit               | Rôle                            | Volume pour un échantillon |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Master mix            | Remplace le Kit.                | 10 $\mu\text{l}$           |
| Primer 1              | Le Reverse et le Forward.       | 0.5 $\mu\text{l}$          |
| Primer 2              |                                 | 0.5 $\mu\text{l}$          |
| Sonde                 | Pour la détection du pathogène. | 2 $\mu\text{l}$            |
| Eau distillée stérile | Pour l'équilibre.               | 2 $\mu\text{l}$            |
| Total mix             | -                               | 15 $\mu\text{l}$           |



**Figure 12-** Hotte-biocap (Originelle, Institut Pasteur, 2022)

### II.2.3.7. - Principe de la RT-PCR

Il existe plusieurs PCR, mais dans notre travail on a utilisé la RT-PCR. Le principe de cette RT-PCR est le même que celui de la PCR classique, excepté 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. Les résultats sont exprimés en nombre de cycles requis pour que la quantité d'ADN amplifiée soit détectable. Ainsi si la quantité initial d'ADN est faible le nombre de cycles requis sera élevé, et le contraire est juste également.

### II.2.3.7.1. - Les étapes de la RT-PCR

La RT-PCR se déroule en trois étapes successives qui sont :

#### A.1. - La dénaturation : 94° C

La première période s'effectue à 94°C afin de dénaturé l'ADN en simple brin, en effet à cette T° les liaisons hydrogène ne peuvent se maintenir.

#### A.2. - L'hybridation : 40 – 70° C

La baisse de la T° lors de cette phase permet la reformation des liaisons hydrogènes, il en résulte l'hybridation des amorces.

#### A.3. - Elongation 72° C

La 3<sup>ème</sup> phase sert à activer la Taq polymérase qui catalyse la réplication à partir des ADN monocaténaire amorcés. A la fin de chaque cycle, résulte 2 copies d'ADN. Il faut 40 tours pour synthétiser une quantité analysable d'ADN, au-delà de ces 40 tours, il n'y a plus de matériel génétique pour permettre la poursuite du processus, l'ADN risque donc soit de s'enrouler sur soi ce qui peut en résulter de faux négatifs soit se retrouver à nouveau en 1 seule brin ce qui sa forme la moins stable.

### II.2.4. - Méthodes d'exploitation des résultats

#### II.2.4.1. - Richesse spécifique (ou totale)

D'après (RAMADE, 1984), la richesse totale symbolisé par **S** est le nombre total des espèces que comporte le peuplement pris en considération.

#### II.2.4.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative

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

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

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

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

### II.2.4.3. - Exploitation des résultats par les indices parasitaires

La prévalence est calculée par l'abondance et l'intensité moyenne de tiques trouvées chez les bovins. Les indices parasitaires proposés par **MARGOLIS et al. (1982)** sont les suivants.

#### **A. - La prévalence (P) :**

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

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

#### **B. - L'abondance (A) :**

Elle comprend au rapport du nombre total des individus d'une espèce parasite ( $n$ ) au nombre total des individus examinés ( $H$ ).

$$A = n/H$$

#### **C. - Intensité parasitaire (I)**

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

$$I = n/N$$

## ***Chapitre III : Résultats***

Dans ce chapitre nous allons exposer les résultats de l'inventaire des régions d'études, les exploiter par les indices écologiques et parasitaires ainsi que rechercher l'agent pathogène par PCR.

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

La collecte effectuée au niveau de la région de Tizi-Ouzou pendant la période qui s'étend du mois de Mars au mois de Mai nous a permis de collecter 169 tiques dont 57 femelles, 16 femelles et 96 nymphes. Les prélèvements ont été effectués sur les bovins, caprins, chiens et chats, les résultats sont mentionnés dans le (Tab.3).

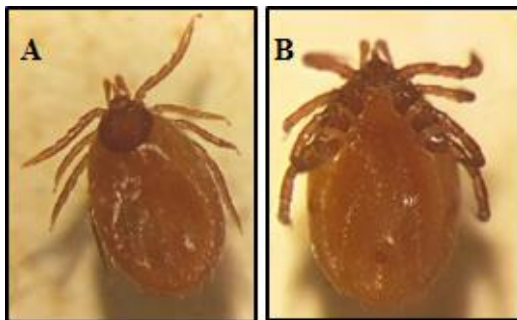
**Tableau 3** – Liste des espèces récoltées dans les différentes régions de la wilaya de Tizi- Ouzou (2021-2022).

| Régions            | Nombre d'Individus | Nombre d'espèces | Espèces                         | Nombre d'individus par espèces | Nombre d'individus femelle | Nombre d'individus mâle |
|--------------------|--------------------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Ain El Hammam 2021 | 19 espèces         | 1                | <i>Ixodes ricinus</i>           | 19                             | Nymphes                    |                         |
| Bouzeguène 2021    | 87 espèces         | 3                | <i>Hyalomma anatolicum</i>      | 10                             | 5                          | 5                       |
|                    |                    |                  | <i>Ixodes ricinus</i>           | 76                             | Nymphes                    |                         |
|                    |                    |                  | <i>Haemaphysalis punctata</i>   | 1                              | Nymphe                     |                         |
| Bouzeguène 2022    | 56 espèces         | 3                | <i>Rhipicephalus bursa</i>      | 15                             | 14                         | 1                       |
|                    |                    |                  | <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | 18                             | 14                         | 4                       |
|                    |                    |                  | <i>Rhipicephalus turanicus</i>  | 23                             | 19                         | 4                       |
| DBK 2022           | 7 espèces          | 2                | <i>Hyalomma detritum</i>        | 2                              | 1                          | 1                       |
|                    |                    |                  | <i>Rhipicephalus bursa</i>      | 5                              | 4                          | 1                       |
| Total              | 169 espèces        | 7                | -                               | 169                            | 57                         | 16                      |

L'inventaire effectué dans la région de Tizi-Ouzou en 2021 et 2022 a permis de récolter 169 individus répartis sur 7 différentes espèces dont certaines sont communes entre les régions telles que : *Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus bursa* et *Rhipicephalus sanguineus*.

En 2021 une seule espèce a été retrouvée dans la région de Ain El Hammam avec 19 individus tous au stade nymphal, il s'agit de : *Ixodes ricinus* (Fig. 13), alors que dans la région de Bouzeguène trois espèces ont été dénombrées avec 87 individus, représentées par : *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis punctata* (Fig. 14) et *Hyalomma anatolicum* (Fig. 15 et 16).

En 2022 sur les trois régions échantillonnées, nous avons recensé : trois espèces à Bouzeguène avec 56 individus qui correspondent à *Rhipicephalus bursa* (Fig. 17 et 18), *Rhipicephalus sanguineus* (Fig. 19 et 20) et *Rhipicephalus turanicus* (Fig. 21 et 22) et pour finir 7 individus ont été récoltés à DBK répartis sur deux espèces : *Hyalomma detritum* (Fig. 23) et *Rhipicephalus bursa*.



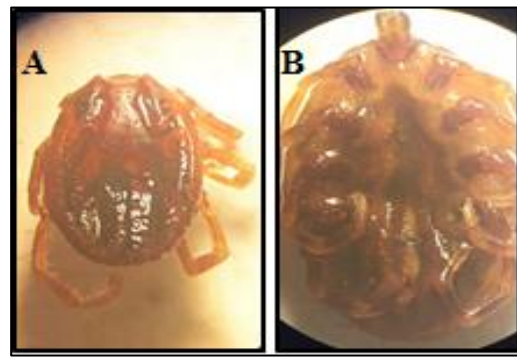
**Figure 13** – Nymphe de *Ixodes ricinus* (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



**Figure 14** – Nymphe de *Haemaphysalis punctata* (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



**Figure 15** – Mâle de *Hyalomma anatolicum* (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



**Figure 16** – Femelle de *Hyalomma anatolicum* (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



**Figure 17** – Femelle de *Rhipicephalus bursa* (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale ; (C) : stigmat (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



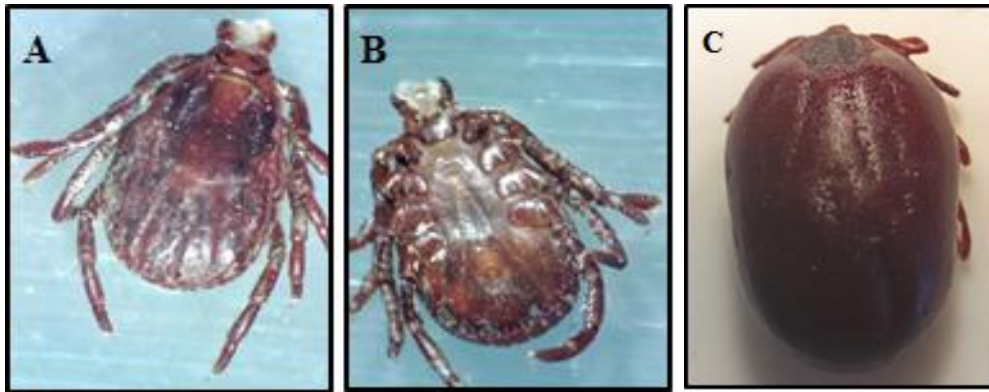
**Figure 18** – Mâle de *Rhipicephalus bursa* (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



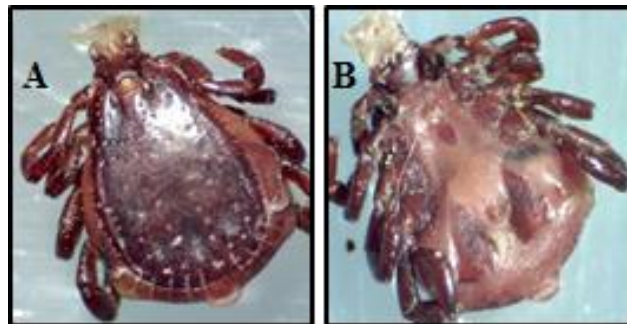
**Figure 19** – vue dorsale sur un mâle de *Rhipicephalus sanguineus* (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



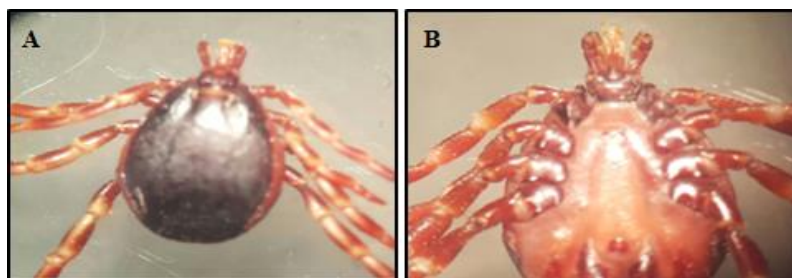
**Figure 20** – Femelle de *Rhipicephalus sanguineus*. (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale ; (C) : stigmat (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



**Figure 21** – Femelle de *Rhipicephalus turanicus* (A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale ; (C) : femelle gorgée (Originelle, Institut Pasteur, 2022).



**Figure 22** – Mâle de *Rhipicephalus turanicus*.  
(A) : vue dorsale ; (B) : vue ventrale  
(Originelle, Institut Pasteur, 2022).



**Figure 23** – Mâle de *Hyalomma detritum*. (A) : vue dorsale ; (B) :  
vue ventrale (Originelle, Institut Pasteur, 2022).

### III.2. – Exploitation des résultats obtenue dans les régions d'études par les indices écologiques et parasitaires

Les résultats obtenus sont exploités par les indices écologiques ainsi que les indices parasitaires.

### III.2.1. – Exploitation des résultats par les indices écologiques

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

#### III.2.1.1. – Richesse spécifique

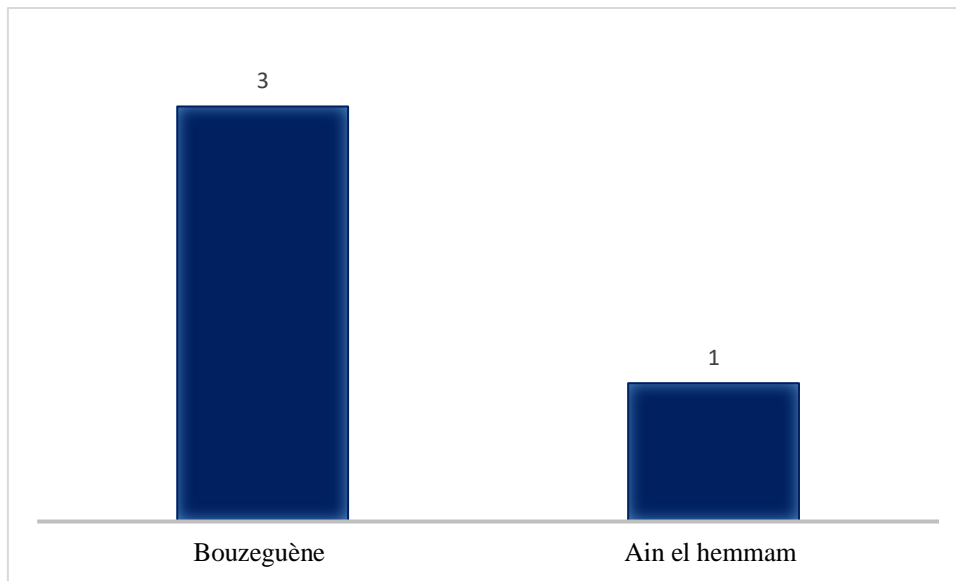
Les résultats de la richesse spécifique (S) des espèces de tiques récoltées dans les deux régions d'études (DBK et Bouzeguène) sont mentionnés dans le (Tab.4).

**Tableau 4** - Richesse spécifique des tiques collectées dans les régions d'études.

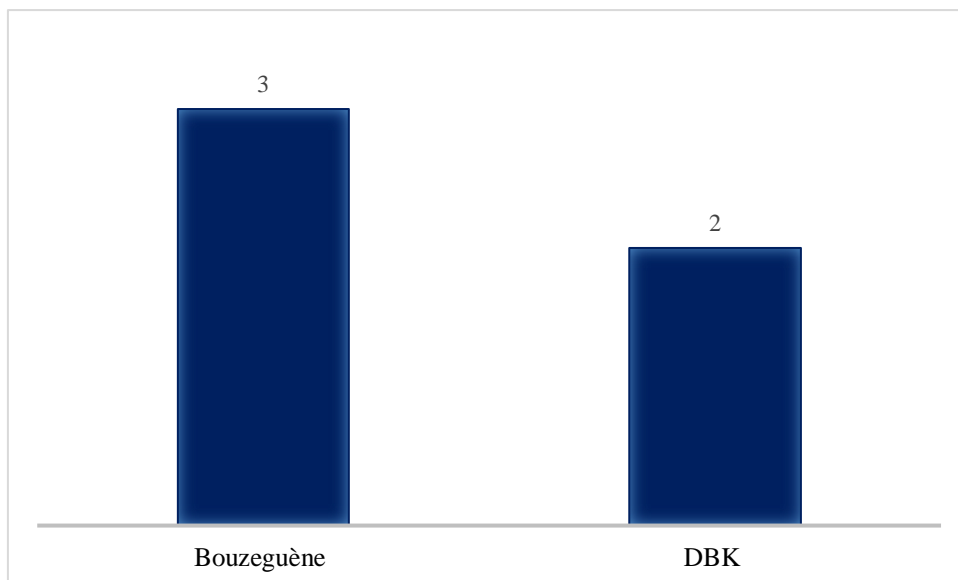
| Régions                 | 2021       |               | 2022       |     |
|-------------------------|------------|---------------|------------|-----|
|                         | Bouzeguène | Ain El Hammam | Bouzeguène | DBK |
| Type de Richesse        |            |               |            |     |
| Richesse spécifique (S) | 3          | 1             | 3          | 2   |

La richesse totale des espèces collectées en 2021 est représentée par 1 espèce pour la région de Ain El Hammam : *Ixodes ricinus*, tandis qu'elle est constituée de trois espèces dans la région de Bouzeguène : *Hyalomma anatolicum*, *Ixodes ricinus* et *Haemaphysalis punctata* (Fig. 24). En 2022 la richesse totale de la région de Bouzeguène est comparable à celle de 2021, mais les espèces qui la représentent diffèrent et se traduisent par *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus*. La richesse totale est similaire pour la région restante (DBK) et elle s'élève à deux espèces qui sont : *Hyalomma detritum* et *Rhipicephalus bursa* (Fig. 25).

Nous remarquons que certaines espèces sont communes entre les régions d'études. Ainsi *Ixodes ricinus*, est retrouvé dans les deux stations de Ain El Hammam et Bouzeguène pour l'année 2021, *Rhipicephalus bursa* commune entre les deux stations : Bouzeguène et Dbk pour l'année 2022.



**Figure 24** - Richesse spécifique des tiques collectées dans les régions d'études en 2021



**Figure 25** - Richesse spécifique des tiques collectées dans les régions d'études en 2022.

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

Les résultats de l'abondance relative (AR%) sont présentés en fonction des différentes espèces dans le tableau.5 et également en fonction des régions d'étude où l'échantillonnage a été effectué (tab.6).

### III.2.1.2.1 – Abondance relative (AR%) ou fréquence centésimale des différentes espèces collectées dans les régions d'études

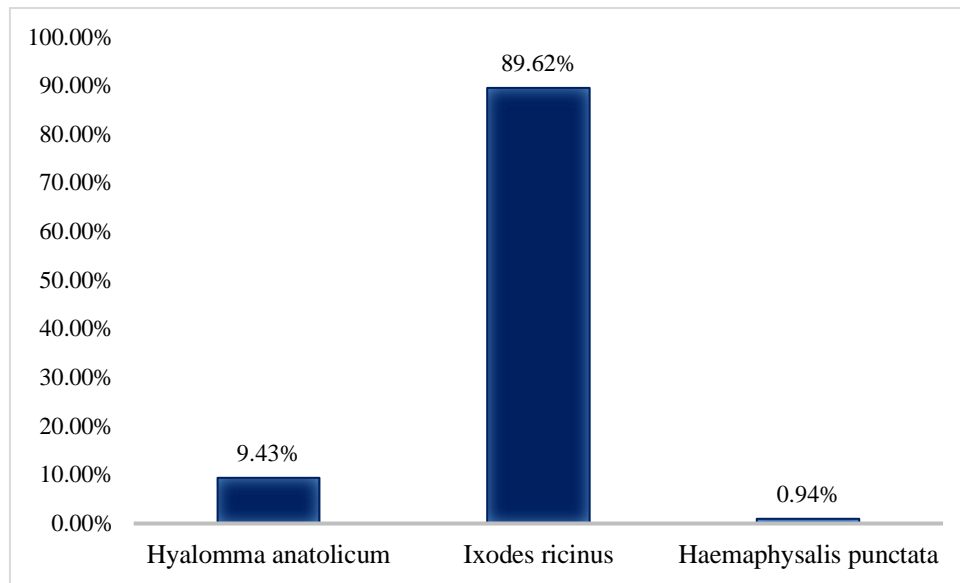
Les résultats de l'abondance relative des différentes espèces collectées dans les régions d'études sont représentés dans le tableau. 5.

**Tableau 5** – Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les régions d'études en 2021 et 2022 en fonction des espèces.

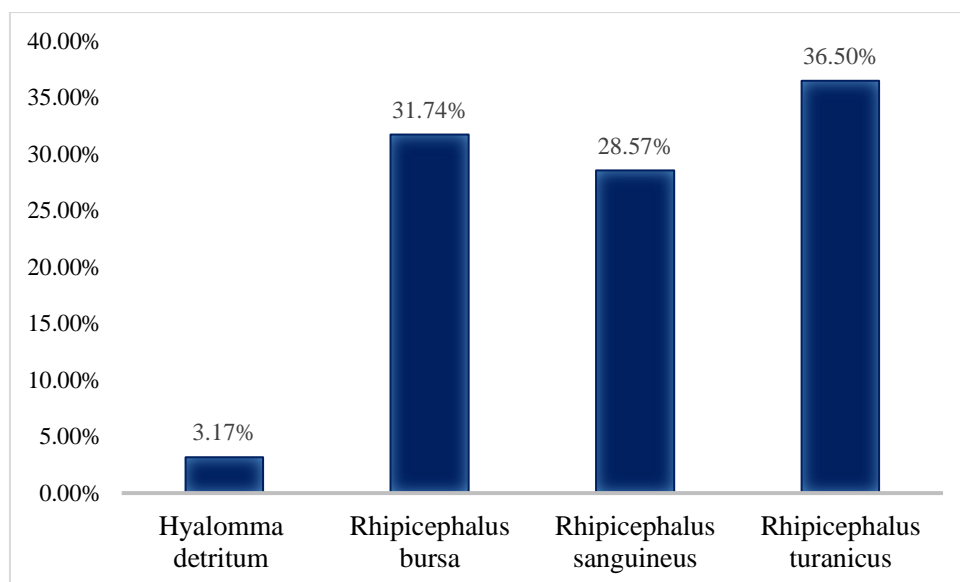
|                                 | 2021      |        | 2022     |        |
|---------------------------------|-----------|--------|----------|--------|
|                                 | Nbr. Indv | AR %   | Nbr Indv | AR %   |
| <i>Hyalomma anatolicum</i>      | 10        | 9,43%  | -        | -      |
| <i>Hyalomma detritum</i>        | -         | -      | 2        | 3,17%  |
| <i>Rhipicephalus bursa</i>      | -         | -      | 20       | 31,74% |
| <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | -         | -      | 18       | 28,57% |
| <i>Rhipicephalus turanicus</i>  | -         | -      | 23       | 36,50% |
| <i>Ixodes ricinus</i>           | 95        | 89,62% | -        | -      |
| <i>Haemaphysalis punctata</i>   | 1         | 0,94%  | -        | -      |
| Tôtal                           | 106       | 100%   | 63       | 100%   |

Pour l'année 2021 les abondances relatives sont comme suit ; 89,62 pour l'espèce *Ixodes Ricinus*, suivie de 9,43% pour *Hyalomma anatolicum*, et enfin 0,94% pour *Haemaphysalis punctata* (Fig. 26).

En 2022 c'est l'espèce *Rhipicephalus turanicus* qui a le taux d'abondance le plus élevé avec 36,50%, elle est suivie de *Rhipicephalus bursa* avec 31,74%, ensuite par *Rhipicephalus sanguineus* avec 28,57% et pour finir le taux le plus bas est celui de *Hyalomma detritum* avec 3,17% (Fig. 27).



**Figure 26** – Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les régions d'études en 2021.



**Figure 27** – Abondance relative (AR%) des tiques collectées dans les régions d'études en 2022.

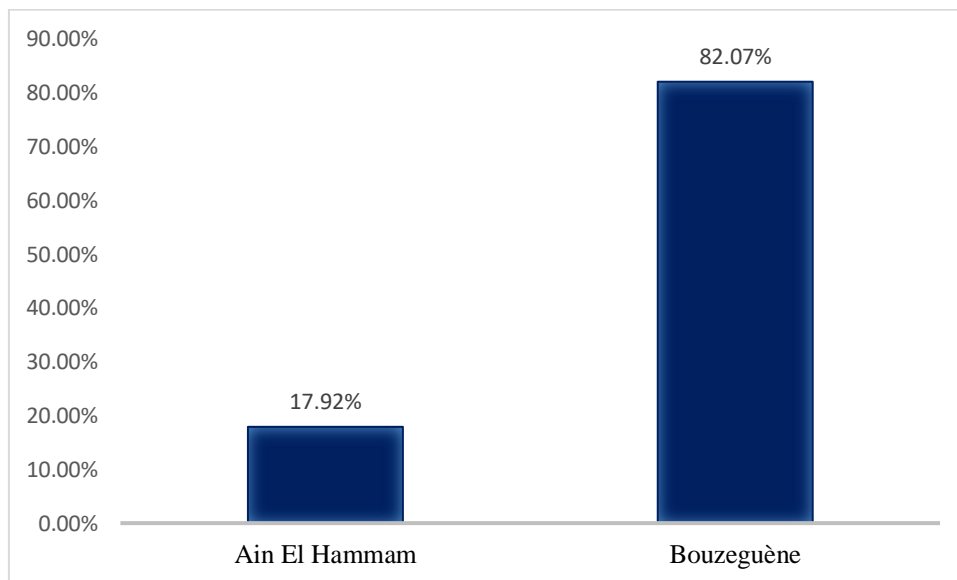
### III.2.1.2.2 – Abondance relative (AR%) ou Fréquence centésimale des tiques en fonction des régions d'études

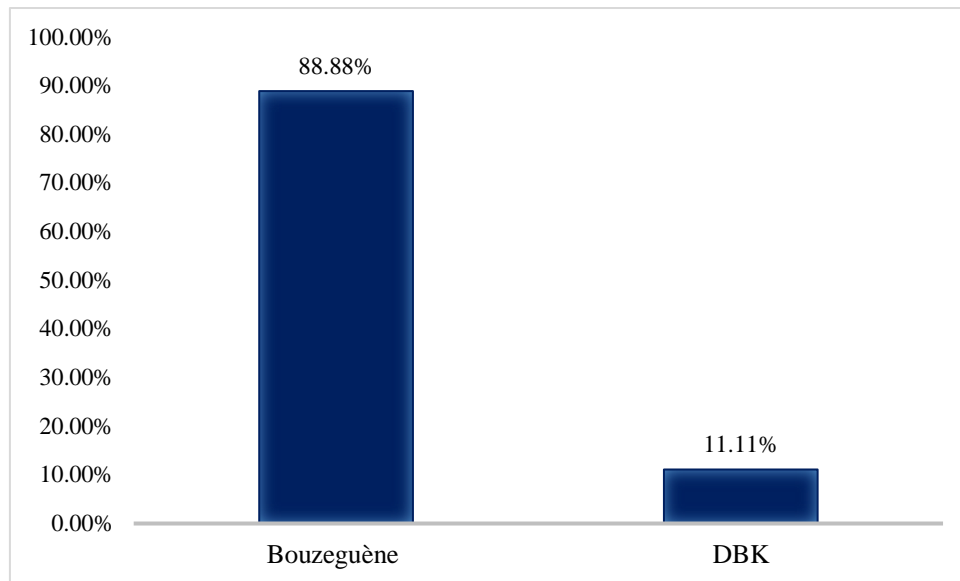
Les résultats de l'abondance relative des tiques collectés en fonction des régions d'études sont présentés dans le tableau. 6.

**Tableau 6** – Abondance relative des tiques échantillonnées en fonction des régions d'études.

|               | 2021               |        | 2022               |        |
|---------------|--------------------|--------|--------------------|--------|
|               | Nombre d'individus | AR %   | Nombre d'individus | AR %   |
| Ain El Hammam | 19                 | 17,92% | -                  | -      |
| Bouzeguène    | 87                 | 82,07% | 56                 | 88,88% |
| DBK           | -                  | -      | 7                  | 11,11% |
| Total         | 106                | 100%   | 63                 | 100%   |

L'abondance la plus élevée a été enregistrée en 2021 à Bouzeguène avec un taux de 82,07% suivie de Ain El Hammam avec 17,92% toujours pour la même année (Fig. 28). En 2022 c'est également à Bouzeguène qu'on enregistre le taux le plus élevé avec 88,88% elle est suivie de DBK avec 11,11% (Fig. 29).

**Figure 28** - Abondance relative des tiques échantillonnées en fonction des deux régions.



**Figure 29** - Abondance relative des tiques échantillonnées en fonction des régions d'études.

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

Les résultats des tiques échantillonnées dans les régions d'études en 2021 et en 2022 sont exploités par les indices parasitaires qui sont la Prévalence (**P**), l'Abondance (**A**) et l'Intensité parasitaire (**I**), les résultats sont mentionnés dans les tableaux. 7 et 8.

Les résultats des tiques échantillonnées dans les régions d'études : Bouzeguène et Ain El Hammam en 2021 sont groupés dans le tableau. 7.

**Tableau 7** – Indices parasitaires des tiques échantillonnées dans les deux régions d'études en 2021.

|                       | Nombre d'individus examinés (H) | Nombre d'individus infestés (N) | Nombre d'individus parasites (n) | Prévalence (P) | Abondance (A) | Intensité parasitaire (I) |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|---------------------------|
| Ferme 1<br>15/05/2021 | 1                               | 1                               | 1                                | 100%           | 1             | 1                         |
| Ferme 2<br>05/09/2021 | 15                              | 6                               | 52                               | 40%            | 3,46          | 8,66                      |
| Ferme 3<br>18/10/2021 | 21                              | 7                               | 34                               | 33,33%         | 1,61          | 4,85                      |

|            |    |   |    |     |      |      |
|------------|----|---|----|-----|------|------|
| Ferme 4    | 16 | 8 | 19 | 50% | 1,18 | 2,37 |
| 04/11/2021 |    |   |    |     |      |      |

Le calcul des indices parasitaires nous a permis d'obtenir un taux de 100 % dans la ferme B1 alors qu'il n'est que de 50% dans la ferme A1 et 40% dans la ferme B2 et enfin de 33,33% dans la ferme B2. De ce qui est de l'abondance, le taux le plus élevé a été dans la ferme B2 avec 3,46, ensuite viennent les ferme B3 et A1 avec des taux de 1,61 et 1,18 respectivement ensuite vient la ferme B1 avec 1. Pour l'intensité parasitaire la ferme B2 présente un taux de 8,66, ensuite la ferme B3 avec 4,85 et en dernier les fermes A1 et B1 avec les taux respectifs de 2,37 et de 1 (Tab. 7).

Les résultats des tiques échantillonnées dans les régions d'études : Bouzeguène et DBK en 2022 sont représentés dans le tableau 8.

**Tableau 8** – Indices parasitaires des tiques échantillonnées dans les deux régions d'étude en 2022.

|                      | Nombre d'individus examinés (H) | Nombre d'individus infestés globale (N) | Nombre d'individus infestés (N) |      | Nombre d'individus parasites (n) | Prévalence globale (P) | Prévalence (P) |        | Abondance (A) | Intensité parasitaire (I) | Intensité parasitaire (I) |      |
|----------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|------|----------------------------------|------------------------|----------------|--------|---------------|---------------------------|---------------------------|------|
|                      |                                 |   | femelle                         | Mâle |                                  |                        | femelle        | Mâle   |               |                           | femelle                   | Mâle |
| Ferme B1<br>08/04/22 | 5                               | 2                                       | 2                               | -    | 4                                | 40%                    | 40%            | -      | 0,8           | 2                         | 2                         | -    |
| Lieu A1<br>19/04/22  | 1                               | 1                                       | 1                               | -    | 2                                | 100%                   | 100%           | -      | 1             | 2                         | 2                         | -    |
| Lieu A2<br>22/04/22  | 3                               | 1                                       | 1                               | -    | 2                                | 33,33%                 | 33,33%         | -      | 0,66          | 1                         | 1                         | -    |
| Ferme B2<br>22/04/22 | 13                              | 6                                       | 3                               | 3    | 18                               | 46,15%                 | 23,07%         | 23,07% | 1,38          | 3                         | 6                         | 6    |

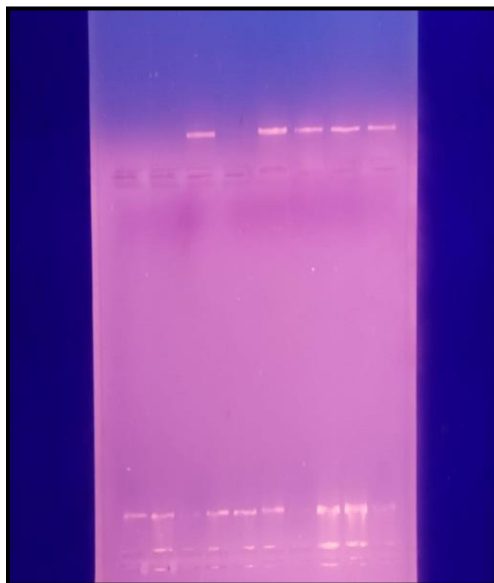
**Tableau 8** – Indices parasitaires des tiques échantillonnées dans les deux régions d'étude en 2022.

|                         |    |   |   |   |   |        |        |      |       |      |      |     |
|-------------------------|----|---|---|---|---|--------|--------|------|-------|------|------|-----|
| Lieu A3<br>24/04/22     | 1  | 1 | - | 1 | 2 | 100%   | -      | 100% | 2     | 1    | -    | 2   |
| Ferme<br>D1<br>24/04/22 | 12 | 2 | 2 | - | 3 | 16,66% | 16,66% | -    | 0,25  | 1,5  | 1,5  | -   |
| Lieu A4<br>27/04/22     | 1  | 1 | - | 1 | 2 | 100%   | -      | 100% | 2     | 2    | -    | 2   |
| Ferme<br>D1<br>28/04/22 | 10 | 3 | 3 | - | 4 | 30%    | 30%    | -    | 0,4   | 1,33 | 1,33 | -   |
| Ferme<br>B1<br>29/04/22 | 8  | 4 | 2 | 2 | 9 | 50%    | 25%    | 25%  | 1,125 | 2,25 | 4,5  | 4,5 |

Le calcul des indices parasitaires nous a permis d'estimer le taux de prévalence global de 100% dans les lieux A1, A3 et A4, et de 33,33% dans le lieu A2. Les taux élevés de 100% enregistrés seraient dus à l'échantillonnage d'un seul individu représenté par soit une chèvre, un chat ou encore un chien. Le taux d'abondance relevé est de 1 et 0,66 pour les lieux A1 et A2 respectivement et de 2 pour les lieux A3 et A4. Concernant les fermes D1 dont l'échantillonnage a été effectué deux fois, nous avons relevé un taux de prévalence global de 16,66% et de 30% avec un taux d'abondance globale relativement faible (0,25 et 0,4). La ferme B1 (aussi échantillonnée en deux fois) indique des taux de prévalence globaux de 40% et de 50%. L'abondance est, par contre plus élevée que D1 avec des valeurs de 0,4 et 1,125. La ferme B2 présente un taux de prévalence de 46,15% avec une abondance de 1,38. Nous remarquons également que les taux d'intensité parasitaire entre les deux sexes ne constituent pas une grande différence (Tab. 8)

### III.2.3. – Résultats de l'électrophorèse sur gel d'agarose

La technique d'électrophorèse réalisée sur gel d'agarose a permis de mettre en évidence grâce à un transilluminateur les bandes d'ADN illustrées dans la Figure 30.



**Figure 30** – Bandes d'ADN révélées lors d'une électrophorèse sur gel d'agarose (**Originelle, Institut Pasteur, 2022**).

**III.2.4. – Résultats de la PCR en temps réel**

L'ADN extrait a été conservé à + 4° C sous un code de LY et Z. En plus de nos échantillons récoltés dans les régions de Bouzeguène, DBK et Ain el Hammam nous avons utilisé d'autres échantillons conservés au laboratoire afin d'élargir notre recherche, ces échantillons proviennent de Tamda et Ouadhia. Voici ci-dessous illustré dans le tableau 9, la liste des ADN utilisés pour la PCR en temps réel.

**Tableau 9** – Liste des échantillons utilisés pour la PCR en temps réel.

| Code Eppendorf | Type d'échantillon | Hôte  | Région     | Nombre de tiques | Sexe des tiques | Genre                | Espèces           | Résultat de PCR |
|----------------|--------------------|-------|------------|------------------|-----------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| LY1            | tique              | Bovin | bouzeguène | 5                | Femelle         | <i>Hyalomma</i>      | <i>anatolicum</i> | -               |
| LY2            | tique              | Bovin | bouzeguène | 5                | Mâle            | <i>Hyalomma</i>      | <i>anatolicum</i> | -               |
| LY3            | tique              | Bovin | bouzeguène | 15               | /               | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY4            | tique              | Bovin | bouzeguène | 14               | /               | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY5            | tique              | Bovin | bouzeguène | 4                | /               | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY6            | tique              | Bovin | bouzeguène | 7                | /               | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY7            | tique              | Bovin | bouzeguène | 7                | /               | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY8            | tique              | Bovin | bouzeguène | 4                | /               | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY9            | tique              | Bovin | bouzeguène | 2                | /               | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY10           | tique              | Bovin | bouzeguène | 1/2 d'indv       | Femelle         | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | -               |
| LY11           | tique              | Bovin | bouzeguène | ½ de 9 indv      | Mâle            | <i>Rhipicephalus</i> | <i>bursa</i>      | -               |
| LY12           | tique              | Bovin | bouzeguène | ¼ de 7 indv      | Femelle         | <i>Rhipicephalus</i> | <i>bursa</i>      | -               |

**Tableau 9** – Liste des échantillons utilisés pour la PCR en temps réel (suite)

|      |       |        |                    |                   |         |                      |                   |   |
|------|-------|--------|--------------------|-------------------|---------|----------------------|-------------------|---|
| LY13 | tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ de 8 indiv      | Mâle    | <i>Rhipicephalus</i> | <i>turanicus</i>  | - |
| LY14 | tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ de 7 indiv      | Mâle    | <i>Rhipicephalus</i> | <i>turanicus</i>  | - |
| LY15 | Tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ de 4 indiv      | Mâle    | <i>Rhipicephalus</i> | <i>bursa</i>      | - |
| LY16 | Tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ de 4 indiv      | Femelle | <i>Rhipicephalus</i> | <i>bursa</i>      | - |
| LY17 | Tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ d'un indiv      | Nymphe  | <i>Rhipicephalus</i> | <i>sp</i>         | - |
| LY18 | Tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ de 5 indiv      | Mâle    | <i>Rhipicephalus</i> | <i>turanicus</i>  | - |
| LY19 | Tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ d'un indiv      | Mâle    | <i>Rhipicephalus</i> | <i>bursa</i>      | - |
| LY20 | tique | Bovin  | bouzeguène         | ½ de 3 indiv      | Femelle | <i>Rhipicephalus</i> | <i>bursa</i>      | - |
| LY21 | tique | Bovin  | Illoula<br>oumalou | 1/2 d'1 indiv     | Femelle | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |
| LY22 | tique | Bovin  | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 3<br>indiv | Mâle    | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |
| LY23 | tique | Caprin | bouzeguène         | 1/2 de 1<br>indiv | Femelle | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |
| LY24 | tique | Caprin | bouzeguène         | 1/2 de 1<br>indiv | Mâle    | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |
| LY25 | tique | Chat   | bouzeguène         | 1/2 de 2<br>indiv | Femelle | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |
| LY26 | tique | Bovin  | bouzeguène         | 5 indiv           | Nymphe  | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | - |

**Tableau 9** – Liste des échantillons utilisés pour la PCR en temps réel (suite)

|      |       |       |               |              |         |                     |                 |   |
|------|-------|-------|---------------|--------------|---------|---------------------|-----------------|---|
| LY27 | tique | Bovin | bouzeguène    | 7 indiv      | Nymphe  | <i>Ixodes</i>       | <i>ricinus</i>  | - |
| LY28 | tique | Bovin | bouzeguène    | 5 indiv      | Nymphe  | <i>Ixodes</i>       | <i>ricinus</i>  | - |
| LY29 | tique | Bovin | ain el hemmam | 5 indiv      | Nymphe  | <i>Ixodes</i>       | <i>ricinus</i>  | - |
| LY30 | tique | Bovin | bouzeguène    | 1 indiv      | Nymphe  | <i>Ixodes</i>       | <i>ricinus</i>  | - |
| LY31 | Tique | Bovin | Ouadhia       | ½ de 5 indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY32 | Tique | Bovin | Ouadhia       | ½ de 5 indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY33 | Tique | Bovin | Ouadhia       | ½ de 3 indiv | Femelle | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY34 | Tique | Bovin | Oaudhia       | ½ de 2 indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY35 | Tique | Bovin | Ouadhia       | ½ de 2 indiv | Femelle | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY36 | tique | Bovin | Tamda         | ½ d'un indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | + |
| LY37 | Tique | Bovin | Tamda         | ½ d'un indiv | Femelle | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY38 | tique | Bovin | Tamda         | ½ d'un indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY39 | Tique | Bovin | Tamda         | ½ d'un indiv | Femelle | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY40 | tique | Bovin | Tamda         | ½ de 2 indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY41 | tique | Bovin | DBK           | 1/4 de 1 ind | Femelle | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY42 | tique | Bovin | DBK           | 1/2 de 1 ind | Mâle    | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |
| LY43 | tique | Bovin | DBK           | 1/2 de 1     | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY44 | tique | Bovin | DBK           | 1/2 de 1     | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY45 | tique | Bovin | DBK           | 1/2 de 1     | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |

**Tableau 9** – Liste des échantillons utilisés pour la PCR en temps réel (suite)

|      |       |       |                    |                  |         |                     |                 |   |
|------|-------|-------|--------------------|------------------|---------|---------------------|-----------------|---|
| LY46 | tique | Bovin | DBK                | 1/2 de 1         | Mâle    | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY47 | tique | Bovin | DBK                | 1/2 de 1         | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY48 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 1         | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY49 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 1         | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY50 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 1         | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY51 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 1         | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY52 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 1         | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY53 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 2 ind     | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY54 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 de 1         | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY55 | tique | Bovin | Illoula<br>oumalou | 1/2 d'un<br>indv | Femelle | <i>Ripicephalus</i> | <i>bursa</i>    | - |
| LY56 | Tique | Bovin | Tamda              | ½ d'un indv      | Femelle | <i>Hyalomma</i>     | <i>detritum</i> | - |

**Tableau 9** – Liste des échantillons utilisés pour la PCR en temps réel (suite)

|      |       |       |               |              |         |                 |                 |   |
|------|-------|-------|---------------|--------------|---------|-----------------|-----------------|---|
| LY57 | Tique | Bovin | Tamda         | ½ d'un indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i> | <i>detritum</i> | - |
| LY58 | Tique | Bovin | Tamda         | ½ d'un indiv | Mâle    | <i>Hyalomma</i> | <i>detritum</i> | - |
| LY59 | Tique | Bovin | tamda         | ½ d'un indiv | Femelle | <i>Hyalomma</i> | <i>detritum</i> | - |
| LY60 | tique | Bovin | tamda         | ½ d'un indiv | Femelle | <i>Hyalomma</i> | <i>detritum</i> | - |
| Z1   | Sang  | Bovin | DBK           | /            | /       | /               | /               | - |
| Z2   | Sang  | Bovin | DBK           | /            | /       | /               | /               | - |
| Z3   | Sang  | Bovin | DBK           | /            | /       | /               | /               | - |
| Z4   | Sang  | Bovin | DBK           | /            | /       | /               | /               | - |
| Z6   | Sang  | Bovin | DBK           | /            | /       | /               | /               | - |
| Z7   | Sang  | Bovin | DBK           | /            | /       | /               | /               | - |
| Z8   | Sang  | Bovin | bouzequène    | /            | /       | /               | /               | - |
| Z9   | Sang  | Bovin | bouzequène    | /            | /       | /               | /               | - |
| Z10  | Sang  | Bovin | bouzequène    | /            | /       | /               | /               | - |
| Z11  | Sang  | Bovin | bouzequène    | /            | /       | /               | /               | - |
| Z12  | Sang  | Bovin | bouzequène    | /            | /       | /               | /               | - |
| Z13  | tique | Bovin | bouzequène    | 3            | /       | <i>Ixodes</i>   | <i>ricinus</i>  | - |
| Z14  | tique | Bovin | ain el hemmam | Morceaux     | Femelle | <i>Ixodes</i>   | <i>ricinus</i>  | - |
| Z15  | tique | Bovin | ain el hemmam | 1            | Nymphe  | <i>Ixodes</i>   | <i>ricinus</i>  | - |
| Z16  | tique | Bovin | ain el hemmam | 4            | Nymphe  | <i>Ixodes</i>   | <i>ricinus</i>  | - |

**Tableau 9** – Liste des échantillons utilisés pour la PCR en temps réel (suite)

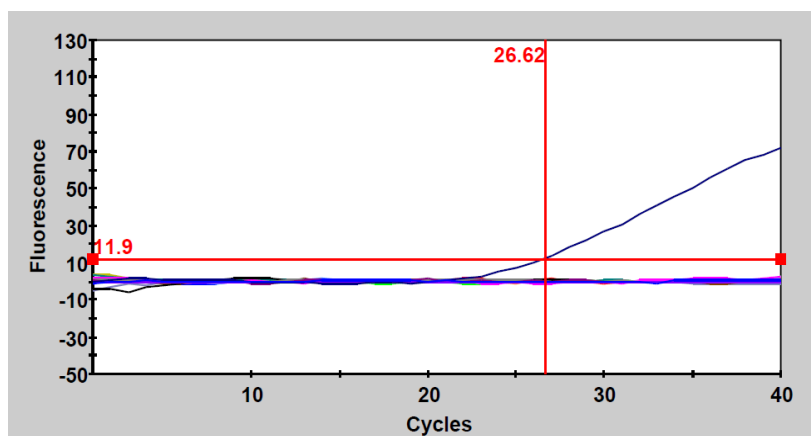
|     |       |          |               |   |         |                      |                   |   |
|-----|-------|----------|---------------|---|---------|----------------------|-------------------|---|
| Z17 | tique | Bovin    | bouzeguène    | 2 | Nymphe  | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | - |
| Z18 | tique | Bovin    | ain el hemmam | 4 | Nymphe  | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | - |
| Z19 | tique | Bovin    | ain el hemmam | 1 | Nymphe  | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | - |
| Z20 | tique | Bovin    | ain el hemmam | 2 | Nymphe  | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | - |
| Z21 | tique | Bovin    | ain el hemmam | 2 | Nymphe  | <i>Ixodes</i>        | <i>ricinus</i>    | - |
| Z22 | Tique | Herisson | bouzeguène    | 1 | Nymphe  | <i>Haemaphysalis</i> | <i>punctata</i>   | - |
| Z23 | Tique | Bovin    | bouzeguène    | 1 | Mâle    | <i>Ripicephalus</i>  | <i>bursa</i>      | - |
| Z24 | Tique | Bovin    | bouzeguène    | 2 | Mâle    | <i>Ripicephalus</i>  | <i>turanicus</i>  | - |
| Z25 | Tique | Bovin    | bouzeguène    | 2 | Femelle | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |
| Z26 | Tique | Bovin    | bouzeguène    | 3 | Femelle | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |
| Z27 | Tique | Bovin    | bouzeguène    | 2 | Femelle | <i>Ripicephalus</i>  | <i>bursa</i>      | - |
| Z28 | Tique | Bovin    | bouzeguène    | 2 | Femelle | <i>Ripicephalus</i>  | <i>sanguineus</i> | - |

Le premier lot d'échantillons qui a été utilisé pour la première PCR est composé de 23 échantillons plus le témoin positif et négatif cela fait un total de 25 échantillons, ces derniers correspondent dans le tableau ci-dessus au code LY 1 à 10 ensuite de LY 21 jusqu'à 30 et pour finir de LY 41 jusqu'à 43. Ce sont tous de l'ADN extrait à partir de tique en provenance de Bouzeguène, Ain El Hammam et de DBK les résultats de cette première PCR sont tous négatifs, ce résultat est illustré dans la (Fig. 31).

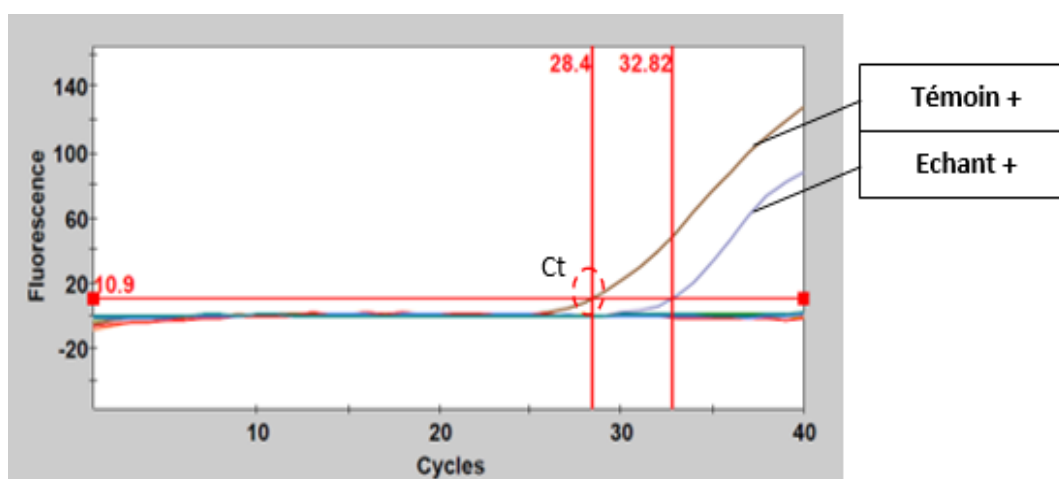
La deuxième PCR a été effectuée sur les 25 échantillons les témoins positifs et négatifs inclus, les codes allant de LY 44 à 55 sont des échantillons d'ADN prélevés à partir de tiques collectées dans les deux régions de DBK et Illoula oumalou et Z1 à Z12 représentent un matériel génétique extrait à partir de sang de bovin des régions de DBK et de Bouzeguène les résultats sont tous négatifs également.

Pour la 3<sup>ème</sup> PCR on a testé 27 échantillons enregistrés sous le code de Z13 jusqu'à Z28. Tous appartenant à des tiques prélevées de la région de Bouzeguène et Ain El Hammam.

La quatrième et dernière PCR regroupe les échantillons allant de LY 11 à 20 suivie de LY 31 jusqu'à 40 et pour finir de LY 56 à 60, les tiques de ce dernier lot proviennent de Bouzeguène, Ouadhia et Tamda, parmi elles on a obtenu un positif il s'agit du tube LY 36 qui contient des tiques en provenance de Tamda, et dont l'espèce est : *Hyalomma detritum*, ce résultat est illustré dans la (Fig. 32).



**Figure 31** - Graphe représentant un résultat négatif de la détection de la bactérie *Borrelia* par PCR en Temps réel.



**Figure 32** – Graphe représentant un résultat positif de la détection de la bactérie *Borrelia* par PCR en Temps réel.

Le témoin positif est représenté par la ligne exponentielle au-dessus du seuil au bout du 28<sup>ème</sup> tour, tandis que l'échantillon positif lui commence à s'élever au-dessus du seuil vers le 32<sup>ème</sup> tour.

## *Chapitre IV : Discussion des résultats*

Dans ce chapitre nous allons discuter l'inventaire des tiques parasites des animaux domestiques dans la région de Tizi-Ouzou, on discutera également l'exploitation de ces résultats avec les indices écologiques et parasitaires et aussi les résultats de la PCR.

#### IV.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 régions de Tizi-Ouzou durant l'année 2021 à 2022 nous a permis de récolter 106 espèces qui appartiennent à sept espèces : *Ixodes ricinus*, *Hyalomma anatolicum*, *Haemaphysalis punctata*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus* et *Hyalomma detritum*.

Durant l'année 2021, on a recensé à Ain El Hammam 19 individus tous au stade nymphal qui appartiennent à l'espèce : *Ixodes ricinus*. Tandis qu'à Bouzeguène durant la même année on a noté la présence de 87 individus réparties en 3 espèces à savoir : *Ixodes ricinus*, *Hyalomma anatolicum* et *Haemaphysalis punctata*.

Durant l'année 2022 on a recensé 56 individus à Bouzeguène répartis en trois espèces : *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus*, quant à la région de DBK durant la même année nous avons retrouvé sept individus appartenant à deux espèces différentes : *Hyalomma detritum*. *Rhipicephalus bursa*.

En contrepartie l'étude de (FERHOUH et DJENNADI, 2015) sur l'inventaire comparatif des tiques de la région de Bouzeguène, et la détection moléculaire des Rickettsia (bactéries à développement intracellulaire obligatoire) a révélé l'existence de neuf espèces qui sont : *Hyalomma marginatum marginatum*, *Hyalomma detritum detritum*, *Hyalomma* sp, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus* sp, *Boophilus* sp, *I. ricinus*, *Ixodes* sp).

Une autre étude réalisée par (BERKAIN, 2015) sur l'inventaire des Arthropodes et l'étude de quelques parasitoses Bovines dans la région de Draa Ben Khedda et Freha (Tizi-Ouzou) a révélé la présence de cinq espèces appartenant toute à la famille *Hyalomma*. L'inventaire des tiques effectué par BENCHABANE (2021) sur (Acari : Ixodidae) parasites des animaux domestiques dans la région de Tizi-Ouzou, cette dernière a révélé la présence de 298 réparties sur quatre espèces sui sont : *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus* sp, *Ixodes ricinus*.

Une autre étude dans la région de Tizi-Ouzou de (ABDUL-HUSSAIN, 2004) a recensé dix espèces réparties sur tout le territoire de la wilaya et qui sont représentées essentiellement par quatre genre : *Boophilus*, *Rhipicephalus*, *Hyalomma*, *Ixodes*, et *Haemaphysalis*, ces résultats corroborent avec les notre appart pour le genre *Boophilus* qui n'as pas été retrouvé. D'après cette même étude et celle de (BENCHIKH-ELFEGOUN, 2007) également les conditions climatiques influencent sur l'apparition et le développement des espèces ces résultats ont montré que *Ixodes* ainsi que *Haemaphysalis* et *Hyalomma* (appart *H. detritum*) présente une activité automnale par contre *Rhipicephalus* présente une activité printanière quant à *Hyalomma detritum* elle serai présente au printemps comme en été et ceci se rapproche de nos résultats.

## IV.2 – Discussion des résultats exploité par les indices écologiques

### IV.2.1 – Discussion des résultats exploité par la richesse spécifique (S)

La richesse totale des tiques collectées en 2021 et en 2022 dans les régions d'études est de l'ordre de sept espèces qui sont : *Ixodes ricinus*, *Hyalomma anatolicum*, *Haemaphysalis punctata*, *Hyalomma detritum*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus turanicus*, *Rhipicephalus sanguineus*. Trois d'entre elles ont été retrouvées dans la région de Bouzeguène que ce soit pour l'année 2021 comme pour l'année 2022 et deux espèces ont été retrouvées dans les régions de Ain El Hammam et DBK. En contrepartie l'étude de (BOUIZEGAREN et LARBI, 2014) dans la région de Tizi Ouzou a révélé une richesse totale de neuf espèces, dans une autre étude dans la wilaya de Jijel effectuée par (DERRADJ et KOHIL, 2020) a également recensé sept espèces. Une autre étude également dans la wilaya de Jijel (BENCHIKH-ELFEGOUN, 2007) a noté l'existence de cinq espèces.

Ces différences peuvent être expliquées par les caractéristiques des stations, et leurs conditions différentes ainsi que par les multiples méthodes de travail utilisées, et aussi par la période de l'échantillonnage.

### IV.2.2 - Discussion des résultats exploités par la Fréquence centésimal ou abondance relative (AR%) des différentes espèces collectées dans les régions d'études

L'espèce *Ixodes ricinus* s'est montré la plus abondante avec un taux de 89,62 %, puis vient *Rhipicephalus turanicus* avec 36,50%, ensuite *Rhipicephalus sanguineus* avec 28,57 %, et *Rhipicephalus bursa* avec 37,74%, *Hyalomma anatolicum* avec 9,43%, *Hyalomma detritum* avec 3,17 %, et pur finir le taux le plus bas est celui de *Haemaphysalis punctata* avec 0,94 %. Alors que les résultats de l'études menée par AISSAOUI et al. (2002), a montré que l'espèce la plus abondante est *Rhipicephalus bursa*. Dans une autre étude effectuée 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.

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

Le calcul des indices parasitaires montre que le taux d'infestation le plus élevé en 2021 est enregistré dans la ferme 1, de même en 2022 dans les lieux d'échantillonnages A1, A3, A4 avec un taux de 100 % ceci serait dû au faible échantillonnage d'un seul individu la fois, le taux le plus élevé après celui-ci en 2021 est celui de la ferme 4 et de B1 en 2022 avec le taux respectif de 50%, le taux le plus bas pour l'année 2021 a été recensé dans la ferme 3 avec 33,33% et en 2022 dans la ferme D1 avec 16,66 %. Comparativement à notre étude **BOULKABOUL (2003)** a trouvé que 3 espèces du genre *Hyalomma* étaient dominantes sur les bovins, *Hyalomma excavatum* et *Hyalomma marginatum marginatum* avec un taux d'infestation de 13%, en seconde position l'espèce *Rhipicephalus bursa* avec un taux d'infestation de 11%. Il a rapporté également que le taux d'infestation le plus faible était enregistrée chez l'espèce *Hyalomma detritum detritum* avec un pourcentage de 3%.

### IV.4 – Discussion des résultats de la PCR en temps réel

Dans notre recherche d'agent pathogène provoquant la borréliose de Lyme sur les tiques nous avons obtenu un cas positif. L'échantillon porteur d'agent pathogène est un mâle de l'espèce *Hyalomma detritum* collecté dans la région de Tamda.

Selon **BOUATTOUR et al. (2004)**, *Ixodes ricinus* est identifié comme vecteur primaire de *Borrelia* et les autres espèces sont considérées comme secondaires. En effet deux études effectuées sur la recherche de *Borrelia* sur l'espèce *Ixodes ricinus* une réalisée à Tunis par Bouattour et l'autre au Maroc par **SARIH et al. (2003)**, ont toutes deux abouti à des résultats positifs, Donc, on peut dire que les tiques ont un potentiel de transmettre *Borrelia* et cela par différentes espèces de tiques.

## *Conclusion et perspectives*

## Conclusion et perspectives

---

### Conclusion

Notre travail consiste à recenser les différentes espèces de tiques dans plusieurs sites d'échantillonnages de la région de Tizi-Ouzou sur deux années 2021 et 2022 et également à rechercher de potentiels agents pathogènes que véhicule les tiques notamment celui responsable de la borréliose de Lyme.

L'échantillonnage effectué sur les trois stations qui sont : Ain El Hammam, Bouzeguène et DBK a permis de récolter 169 individus dont 57 femelles et 16 mâles, représenté essentiellement sept espèces qui sont : *Ixodes ricinus*, *Hyalomma anatolicum*, *Hyalomma detritum*, *Haemaphysalis punctata*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus*.

Les tiques sont des ectoparasites communs entre la quasi-totalité des vertébrés, en effet elles ont été retrouvées sur différents hôtes au cours de notre inventaire : bovins, caprins, chiens, chats mais peuvent piquer l'homme occasionnellement. Elles sont également considérées comme des vecteurs de maladies, classées deuxième mondialement après les moustiques.

Les abondances relatives des espèces retrouvées dans la région de Tizi-Ouzou sont comme ce qui suit : *Hyalomma anatolicum* : 9,43% ; *Hyalomma detritum* : 3,17% ; *Haemaphysalis punctata* : 0,94% ; *Ixodes ricinus* : 89,62% ; *Rhipicephalus bursa* : 31,74% ; *Rhipicephalus sanguineus* : 28,57% ; *Rhipicephalus turanicus* : 36,50%.

Le calcul des indices parasitaires a montré que le taux d'infestation le plus élevé a été enregistré dans la ferme 1 en 2021, et dans les lieux d'échantillonnages A1, A3, A4 en 2022 avec un taux respectif de 100%, ceci est dû à l'échantillonnage d'un seul individu la fois, le taux le plus élevé après celui-ci est celui de la ferme 4 en 2021 et de B1 en 2022 avec le taux respectif de 50%, le taux le plus bas pour l'année 2021 a été recensé dans la ferme 3 avec 33,33% et en 2022 dans la ferme D1 avec 16,66%.

Après l'analyse des tiques collectées et de celles utilisées au laboratoire, les résultats de la PCR ont révélé la présence de *Borrelia* dans un mâle de l'espèce *Hyalomma detritum*. Cela démontre que les différentes espèces de tiques sont susceptibles de transmettre *Borrelia*, ce qui constitue un risque important de transmission pour l'homme.

Afin de se protéger efficacement des tiques, il est nécessaire de bien connaître leur cycle de vie ainsi que leurs modalités de transmissions.

Pour faire suite à notre travail, il serait intéressant d'élargir l'échantillonnage vers d'autres sites de notre région d'étude ainsi que les régions avoisinantes afin de renforcer nos connaissances sur les différentes espèces qui peuplent ces endroits mais aussi d'appuyer le fait que les tiques sont de potentiels vecteurs de maladies. Et également afin d'enrichir nos

## Conclusion et perspectives

---

informations sur la situation de la maladie de Lyme qui reste encore très mal connue à Tizi-Ouzou mais aussi en Algérie suite au manque de travaux sur le sujet.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

- ABDUL-HUSSAIN, A. S., BITAM, I., ABDUL-HUSSAIN, M.S., COZMA, V. (2004).** Aperçu sur la dynamique des tiques ixodidés dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Scientia parasitologica*, 1-2, 175-179.
- ADELOU, M., GUPTA, R.S. (2014).** A phylogenomic and molecular marker based proposal for the division of the genus *Borrelia* into two genera: the emended genus *Borrelia* containing only the members of the relapsing fever *Borrelia*, and the genus *Borrelia* gen. Nov. Containing the members of the Lyme disease *Borrelia* (*Borrelia burgdorferi* sensu lato complexe). *Antonie van Leeuwenhoek*, 105(6), 1049-1072.
- AISSAOUI, C., BENAKHLA, A., BENAKHLA, S., BENOURETH, J.E. (2002).** Identification des principales espèces de tiques des bovins dans la région d'El-Taref (Nord-Est Algérien). 9ème journée Rencontre Recherche Ruminants (3R). (45p).
- ANOPHEL. (2014).** Ectoparasitoses : poux (pédiculoses, puces, punaise et tiques). Université Médicale Virtuelle Francophone. 3-11.
- Association coord. tech. agri. (A.C.T.A.), Paris, 649 p.
- AUBRY, P., GAUZERE, B. A. (2021).** Maladies transmises à l'homme par les tiques. *Médecine tropicale*. 1-12.
- AUBRY, P., GAUZERE., B. A. (2017).** Fièvre récurrente. *Médecine tropicale*. p1-7.
- BEAU, C. (2008).** Les maladies transmises par les tiques, problématique de santé publique en Alsace : Histoire de frontières ! (Mémoire de l'école des hautes Études de santé publique. Alsace.
- BELOUIS, H.J., LAGRÉE, A.C., DUGAT, T., HADDAD, N. (2015).** Les animaux vertébrés et les maladies dues à des bactéries vectorisées par les tiques. *Revue Francophone des laboratoires*, 2015(472), 77-87.
- BENCHABANE, M., SOUDANI, M. (2021).** Inventaire des tiques (acari : Ixodidae) parasites des animaux domestiques dans la région de Tizi-Ouzou.
- BENCHIKH-ELFEGOUN, M. C., BENAKHLA, A., BENTOUNSI, B., BOUATTOUR, A., PIARROUX, R. (2007).** Identification et cinétique saisonnière des tiques parasites des bovins dans la région de Tahar (JIJEL) Algérie. *Médecine vétérinaire*, 151, 209-214.
- BERKAIN, S., BENELHADJ, F. (2015).** Inventaire des arthropodes et l'étude de quelques parasitoses bovines dans la région de Draa Ben Khedda et Freha (Tizi-Ouzou). Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologique et des Science Agronomiques. U.M.M.T.O. p77.
- BERTHOLOM, C. (2019).** Actualité sur la maladie de Lyme. *Option Bio*, N° 607-608, p 26-27.
- BOUATTOUR, A., GHORBEL, A., CHABCHOUB, A., Posti, D. (2004).** Situation de la Borréliose de Lyme au Maghreb. *Archs. I n s t. Pasteur Tunis*, 81 (1-4): 13-20.
- BOUHOUS, A., AISSI, M., HARHOURA, K.H. (2008).** Etude des Ixodidae chez les dromadaires dans le sud Algérien, région d'Adrar. *Ann. Méd. Vét*, 152, 52-58.

## Références bibliographiques

---

- BOUIZGARENE, S., LARBI, K. (2014).** Inventaire des arthropodes parasites les animaux d'élevage et étude de quelque parasitose bovine dans la région de Tizi-Ouzou (Bouzéguène et Mekla). Mémoire de Master II. Faculté des Science Biologique et Science Agronomique. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. (76 p).
- BOULANGER, N. (2007).** Quelles mesures de prévention primaire peut-on proposer pour éviter une borréliose de Lyme ? Médecine et maladies infectieuses. *37(2007)*, 456-462.
- BOULANGER, N., LIPSKER, D. (2015).** Protection contre les piqûres de tiques. *Annales de dermatologie et vénéréologie, 142(4)*, 245-251.
- BOULKABOUL, A. (2003).** Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie. *Elev. Méd. Vét. Pays Trop, 56 (3-4)*, 157-162.
- BOURDEAU, P. (1993).** Les tiques d'importance vétérinaire et médicale, deuxième partie : principales espèces de tiques dures (Ixodida et Amblyomidae), *Le point Vétérinaire, 25(151)*. 27-41. In FRANÇOIS, J.B. (2008). Les tiques chez les bovins en France. (Thèse de doctorat, université Henri Poincaré-Nancy 1. Faculté de pharmacie, Nancy, France.
- BOYER, P., TALAGRAND-REBOUL, E., GRILLON, A., JOULHAC, B. (2019).** La Borréliose de Lyme et son diagnostic biologique. *Revue Francophone des laboratoires, 2019(513)*, 44-54.
- BRRATON, R.L., WHITESIDE, W., HOVAN, M.J., ENGLE, R.L., EDWARDS, F.D. (2008).** Diagnostic and treatment of Lyme disease. *Mayo Clin Proc, 83(5)*, 566-571.
- BURGER, T.D., SHAO, R., BARKER, S.C. (2013).** Phylogenetic analysis of the mitochondrial genomes and nuclear r RNA genes of ticks reveals a deep phylogenetics structure within the genus *Haemaphysalis* and further elucidates with respect to *Amblyomma sphenodonti* and *Amblyomma elaphense*. *Ticks and tick-borne disease, 4*, 265-274. In MCCOY, K.D., BOULANGER, N. (2015). Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.
- BURGER, T.D., SHAO, R., BEATI, L., MILLER, H., BARKER, S.C. (2012).** Phylogenetic analysis of ticks (Acari: ixodida) using mitochondrial genomes and nuclear r RNA genes indicates that the genus *Amblyomma* is polyphyletic. *Molecular phylogenetics and Evolution, 64*, 45-55. In MCCOY, K.D., BOULANGER, N. (2015). Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.
- CAMICAS, J.L., HERVY, J.P., ADAM, F., MOREL, P.C. (1998).** Les tiques du monde : Nomenclature, stade décrits. Hôtes, répartition. Paris : ORSTOM. 240 p. In YAPPI, A.D.W. (2007). Contribution à l'étude des tiques parasites des bovins en Côte d'Ivoire cas de quatre troupeaux de la zone sud (Thèse de doctorat, Université cheikh anta diop de Dakar, Ecole inter-États des sciences et médecine vétérinaire).
- CERNY, J., LYNN, G., HRNKOVA, J., GOLOVCHENKO, M., RUDENKO, N., GRUBHOFFER, L. (2020).** Management options for *Ixodes ricinus*. Associated pathogens: A review of prevention strategies. *International Journal of Environmental Research and public Health, 17(1830)*, 2-18.
- COIFFIER, G., TATTEVIN, P. (2021).** Lyme disease: "End of the debate". *Joint Bone Spine, 88(2021)*, 264-272.

## Références bibliographiques

---

- COLE JR.J. (1990).** Spirochetes. Dans CARTER, G & COLE JR, J (dir.), Diagnostic Procedure in Veterinary Bacteriology and Mycology. (5<sup>e</sup> éd p. 41-60).
- CONSERVATION DES FORETS DE TIZI-OUZOU. (2022).**
- COUDERT, P., DONAS, E. (2013).** Les maladies transmises aux chiens par les tiques. Actualité pharmaceutiques n°531, 44-48.
- COURTIOUX, B., HAMIDOVIC, A. (2020).** Se protéger contre les tiques. Actualités parapharmaceutiques. Elsevier, 59(593), pp 52-55.
- CRÉANGE, A. (2007).** Sur quels éléments cliniques et épidémiologiques faut-il évoquer le diagnostic de la Borréliose de Lyme ? aspects neurologiques et psychiatriques au cours de la maladie de Lyme. Médecine et maladie infectieuse, 2007(37), 532-539.
- DAJOZ, R. (1975).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 549p.
- DERRAD, L., KOHIL, K. (2020).** Identification and incidence of hard tick species during summer season 2019 in Jijel Province (northeastern Algeria). Journal of parasitic diseases, 1-8.
- DOBSON, S.J., BARKER, S.C. (1998).** Phylogeny of hard ticks (Ixodidae) inferred from 18s r RNA indicates that the genus aponomma is paraphyletic. Molecular Phylogenetic and Evolution, 11(N°2), pp.288-295.
- DURAY, P.H., STEERE, A.C. (1988).** Clinical pathologic correlations of Lyme disease by stage. Annals of the lyceum of Natural History of New York, 539(1), 65-79.
- DUVALLET, G., FONTENILLE, D., ROBERT, V. (2017).** Entomology médicale et vétérinaire. Marseille, Versailles : IRD Editions, Edition quae.
- AROOUR, E. (2014).** Découpage administrative de l'Algerie & monographie:  
<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/09/monographie-de-la-wilaya-de-tizi-ouzou.html?m=1>.
- ESTRADA-PENA, A., BOUATTOUR, A., CAMICAS, J.L., & WALKER, A.R. (2004).** Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean region. A guide to identification of species. University of Zaragoza. (137p)
- EUZEBRY, J., BOURDOISEAU, G., CHAUVE, C.M. (2005).** Dictionnaire de parasitologie médicale et vétérinaire (Vol 1, p 1-492). Édition Tec & Doc, Lavoisier. Édition médicale internationales.
- FALLON, B. A., NIELDS, J.A., LIEBOWITZ, M.R., KLEIN, D.F. (1993).** Psychiatrique manifestations of Lyme borreliosis. J clin psychiatry. 57(7), 263-268.
- FERHOUH, H. et DJENNADI, M. (2015).** Inventaire comparatif des tiques de la région de Bouzeguène (2014-2015), et la détection moléculaire des Rickettsia. Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologique et des Science Agronomiques. U.M.M.T.O. 46p.
- FIGONI, J., CHIROUZE, C., HANSMANN, Y., LEMOGNE, C., HENTGEN, V., SAUNIER, A., BOULLER, K., GEHANNO, J.F..... TATTEVIN, P. (2019).** Lyme borreliosis and other tick-borne diseases. Guidelines from the French scientific societies I: Prevention, epidemiology, diagnosis. Médecine et Maladies infectieuses. 2019(49), 318-334.

## Références bibliographiques

---

- FOUGERE, E. (2021).** Prévention et prise en charge de la maladie de Lyme. *Maladie infectieuse. N°607*, p 15.
- FRANÇOIS, J.B. (2008).** Les tiques chez les bovins en France. (Thèse de doctorat, université Henri Poincaré-Nancy 1. Faculté de pharmacie, Nancy, France.
- GUIGUEN, C., DEGEILH, B. (2001).** Les tiques d'intérêt médical : Rôle vecteur et diagnose de laboratoire. *Revue française des laboratoires. 2001(N° 338)*,49-57.
- GUY, N. (2007).** Maladie de Lyme : bases fondamentales à l'origine des mesures préventives, mesures de prévention primaire et secondaire. *Médecine et maladie infectieuse. 37(2007)*, 381-393.
- HANSEN, K., CRONE, C., KRISTOFERITSCH, W. (2013).** Lyme neuroborreliosis. *Handbook of Clinical Neurology, Vol 115*, 559-575.
- HAUT COMITÉ DE CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. (2014).** Borréliose de Lyme. Paris. 84p.
- IZAC, J.R., MARCONI, R.T. (2019).** Diversity of the Lyme disease spirochetes and its influence on immune responses to infection and vaccination. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal practice,49(4)*,671-686.
- JAMES, H., OLIVIER, JR. (1989).** Biology and systematics of Ticks (Acari: Ixodida). *Annual review of Ecology and systematics,20*, 397-430.
- KELLER, A., GRAEFEN, A., BALL, M., MATZAS, M., BOISGUERIN, V., MAIXNER, F., LEIDINGER, PETRA... ZINK, A. (2012).** New insights into the tyrolean iceman's origin and phenotype as inferred by whole-genome sequencing. *Nature communications,3(698)*, 1-9.
- KLOMPEN, H., LEKVEISHVILI, M., BLACK, W.C.T. (2007).** Phylogeny of parasitiforme mites (Acari) based on Rrna. *Molecular phylogenetic and Evolution, 43*, 936-951. In MCCOY, K.D., BOULANGER, N. (2015). *Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.*
- LELONG, F. (2015).** Le point sur la maladie de Lyme en 2014-2015. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Lille 2. (96) p.
- MCCOY, K.D., BOULANGER, N. (2015).** *Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.*
- MANS, B.J., DE KLERK, D., DE CASTRO, M.H., LATIF, A.A. (2012).** The mitochondrial genomes of *Nuttalliella namaqua* (Ixodidea: Nuttalliellidae) and *Argas a fricolumbae* (Ixodoidae: Argasidae): Estimation of divergence dates for the major tick lineages and reconstruction of ancestral blood feeding characters plus one, 7,12. In MCCOY, K.D., -BOULANGER, N. (2015). *Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.*
- MANS, B.J., DE KLERK, D., PEINAAR, R., LATIF, A.A. (2011).** *Nuttalliella namaqua* a living fossil and closest relative to the ancestral tick lineage: implications for the evolution of blood-feeding in ticks. Plus one, 6. In MCCOY, K.D., BOULANGER, N. (2015). *Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.*

## Références bibliographiques

---

- MARGOLIS, L., ESCH, G.W., HOLMES, J.C., KURIS, A.M., SHAD, G.A., (1982).** The use ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American
- MEDDOUR-SAHAR, O., DERRIDJ, A. (2010).** Le risque d'incendie de forêt : le cas de la wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sècheresse* 2010, 21(3). 187-195.
- MOULINIER, C., (2003).** Parasitologie et mycologie médicales. Ed. E. M. Inter. Lavoisier. 796p.
- MULLEN, G.R., DURDEN, L.A. (2019).** Medical and veterinary Entomology (3<sup>rd</sup> ed). United states: Academic press (An imprint of Elsevier). 769 p.
- OLSON, C.M., FIKRIG, E., ANGUITA, J. (2013).** Host defenses to spirochetes. Dans R. RICH & T. FLEISHER & W. SHEARER & H. SCHROEDER & A. FREW & C. WEYAND (dir.), *Clinical immunology: Principles and practice* (4<sup>e</sup> éd. P. 338-345). Elsevier. Paris, 397p.
- PAROLA, P., PADDOCK, C. D., SOCOLOVSCHI, C., LABRUNA, M.B., MEDIANNIKOV, O., KERNIF, T., ABDAD, M. Y., STENOS, J., BITAM, I., FOURNIER, P. E., RAOULT, D. (2013).** Update on tick-borne Rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clin. MICROBIOL*, 26(4).657-702.
- PAROLA, P., RAOULT, D. (2001).** Ticks and tickborn bacterial diseases in humans: An emerging infections threat. *Clinical infections disease*, 32(6), 897-928.
- PATEY, O. (2007).** Borrélioses de Lyme : mesures préventives secondaires après piqûre de tiques. *Médecine et maladie infectieuse*. 37(2007), 446-455.
- PEREZ-EID, C. (2007).** Les tiques : identification, biologie, importance médicale et vétérinaire. Paris, Lavoisier, 328p.
- PEREZ-EID, C., GILOT, B. (1998).** Les tiques : cycle, habitats, hôtes, rôle pathogène, lutte. *Med Mal Infect*. 28(n° spéciale).335-343.
- PETER, O., BROSSARD, M. (1998).** Lutte contre les tiques. *Méd Mal Infect*.28(N° spéciale). 383-386.
- POINAR, G., BROWN, A.E. (2002).** A new genus of hard ticks in cretaceous Burmese amber (Acari: Ixodida: Ixodidae). *Systematic parasitology*, 54(3), 199-205.
- QUILLERY, E. (2013).** Développement de marqueurs génétiques (SNPs) à partir du génome de la tique *Ixodes ricinus* pour l'étude de la structure génétique de ses populations à l'échelle du paysage. Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique. (212p).
- RAMADE, F. (1984)** Elément d'écologie, *Ecologie Fondamentale*. Ed., Mc graw-hill,
- RANQUE-GARNIER, S., ELDIN, C., SAULT, C., RAOULT, D., DONNET, A. (2019).** Managment of patients presenting with generalized musculoskeletal pain and a suspicion of Lyme disease. *Médecine et maladies infectieuses*, 49, 157-166.
- RAUER, S., KASTENBAUER, S., FINGERL, V., HAUNFELD, K.P., HUPPERTZ, H.I., DERSCH, R. (2018).** Clinical practice guideline : Lyme neuroborreliosis. *Dtsch Arztebl Int*, 115, 751-756.

## Références bibliographiques

---

- RODHAN, F., PEREZ-EID, C. (1985).** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris, Maloine, 458 p. In McCOY, K.D., BOULANGER, N. (2015). Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.
- SACCA, L. (1982).** Les tiques (Amblyomidae) parasites de Bovins en république populaire de Benin (Thèse de doctorat, université de Dakar. Ecole inter-État des sciences et médecine vétérinaires. Benin.
- SARIH, M., JOUDA, F., GERN, I., POSTIC, D. (2003).** First isolation of *Borrelia burgdorferi* sensu lato from *Ixodes ricinus* ticks in Morocco. Vector Borne Zoonotic Dis. 3 (3), 133-9.
- SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. (1957).** Methodes statistiques. Ed. Society of Parasitologists). *J. Parasitol.*, 68, 131-133.
- SOCOLOVSKI, C., DOUDIER, B., PAGES, F., PAROLA. (2008).** Tique et maladie transmises à l'homme en Afrique. Médecine tropicale, 68(2), 119-133.
- SONESHINE, D., ROE, R. (2014).** Biology of ticks. Vol 1 ans 2. Second edit. Oxford university press. In DUVALLET, G., FONTENILLE, D., ROBERT, V. (2017). Entomology médicale et vétérinaire. Marseille, Versailles : IRD Editions, Edition quae.
- STEERE, A. C., MALAWISTA, S. E., BARTENHAGEN, N. H., SPIELER, P.N., NEWMAN, J.H., RAHN, D.W., HUTCHINSON, G.J., GREEN, J., SNYDMAN, D.R., TAYLOR, E. (1984).** The clinical spectrum and treatment of Lyme disease. 57(1984), 453-461.
- STEERE, A.C., COBURN, J., GLICKSTEIN, L. (2004).** The emergence of Lyme disease. The Journal of Clinical Investigation, 113(8), 1093-1101.
- STUPICA, D., STANEK, G., STRLE, F. (2014).** Lyme borreliosis. Dans ERGÖNUL, O & CAN, F & MADOFF, L & AKOVA, M (dir.), Emerging infectious disease (1ed., Vol. 1, P. 323-335) Academic press.
- TISSOT-DUPONT, H., RAOULT, D. (1993).** Maladie transmise par les tiques. La Revue de Médecine interne. 14(5).300-306.
- TRANCHANT, C., WARTER, J.M. (2003).** Lyme borreliosis. Rev Neurol (Paris), 151(1), 23-30.
- TULEDO, A., OLMEDA, A.S., ESCUDERO, R., JADO, I., VALCARCEL, F., CASADO-NISTAL, A.M., RODRIGUEZ-VARGAS, M., GIL, H., ANDA, P. (2009).** Tickborne Zoonotic bacteria in Ticks collected from central Spain. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 81, 67-74. In MCCOY, K.D., BOULANGER, N. (2015). Tiques et maladie à tiques, Biologie, écologie évolutive, épidémiologie, Marseille : IRD édition. 344 p.
- VAYSSIER-TAUSSAT, M. (2016).** Les tiques : infections, co-infections et moyens de prévention. Acad. Natle. Méd. 200(N°7). 1337-1348.
- VILLNEUVE, A. (2012).** Les tique, mieux les connaître, mieux s'en protéger (Thèse de doctorat de Montréal. Québec. Canada.

## Références bibliographiques

---

**WALL, R., SHEARER, D. (2001).** Veterinary Ectoparasites: Biology, pathology and control  
USA: Blackwell science LTD. 304p

**WATON, J., PINAULT, A.L., POUAHA, J., TRUCHETET, F. (2007).** Borréliose de  
Lyme, mimant une dermatomyosite, 28, 343-345.

**WILLIAMS, R.E. (2010).** Veterinary Entomology. Livestock and companion Animals.  
USA: CRC Press. 377p.

**WITTMAN, D., HEPPT, M., RUZICKA, T. (2016).** Acrodermatitis chronica atrophicans.  
MMW Fortschr Med, 158(6), 66-67.

**YANNIELLI, L. (2004).** Deadly diseases and epidemics, Lyme disease. Philadelphia :  
Chelseae House Publishers. (110p).

**YAPPI, A.D.W. (2007).** Contribution à l'étude des tiques parasites des bovins en Côte  
d'Ivoire cas de quatre troupeaux de la zone sud (Thèse de doctorat, Université cheikh Anta  
Dstiop de Dakar, Ecole inter-États des sciences et médecine vétérinaire).

## Résumé

La collecte des tiques a été réalisée sur différents animaux domestiques et différentes stations de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2021 et 2022. La collecte a été faite avec une pince près du rostre afin de préserver ce dernier essentiel pour l'identification. Cette méthode nous a permis de recenser 4 genres réparties sur 7 espèces de tiques : *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis punctata*, *Hyalomma detritum*, *Hyalomma anatolicum*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus Turanicus*. L'espèce la plus abondante en 2021 est *Ixodes ricinus* avec un taux de 89,62 % et en 2022 c'est *Rhipicephalus Turanicus* avec le taux de 36,50%.

Le calcul des indices parasitaires a montré que le taux d'infestation le plus élevé en 2021 est enregistré dans la ferme 1 et en 2022 dans les lieux d'échantillonnages A1, A3 et A4, avec un taux de 100 % ceci est dû à l'échantillonnage d'un seul individu la fois, le taux le plus élevé après celui-ci est celui de la ferme 4 pour 2021 et celui de la ferme B1 en 2022 avec le taux respectif de 50%, le taux le plus bas pour l'année 2021 a été recensé dans la ferme 3 avec 33,33% et en 2022 dans la ferme D1 avec 16,66 %.

Enfin la détection moléculaire des *Borrelia* réalisée sur les tiques par PCR, a révélé un cas positif identifié sur l'espèce *Hyalomma detritum*, ce qui confirme que les tiques sont de potentiels vecteurs de maladie, et ce toutes espèces confondues.

**Mots clés :** Inventaire, Tiques, Ixodidae, Animaux domestiques, Tizi-Ouzou, maladie de Lyme, Pcr.

## Summary

The collect of ticks was carried out on different domestic animals and different stations of the region of Tizi-Ouzou during the years 2021 and 2022. The collect was done with forceps near the rostrum to preserve it, being essential for identification. This method allowed us to identify 4 types of the family of ticks spread over 7 species of ticks: *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis punctata*, *Hyalomma detritum*, *Hyalomma anatolicum*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus Turanicus*. The most abundant species in 2021 is *Ixodes ricinus* with 89.62%, however in 2022, *Rhipicephalus turanicus* was estimated at 36,50% in term of abundance. The calculation of parasitic indices showed that the highest infestation rate in 2021 is recorded in farm 1 and in 2022 in sampling locations A1, A3 and A4, with a rate of 100% this was due to the sampling of a single individual at a time, the highest rate after this one was sampled in farm 4 for the year 2021 and in farm B1 for 2022 with the respective rate of 50%, the lowest rate for the year 2021 was recorded in farm 3 reaching 33.33% and for 2022 in farm D1 as not more than 16.66%. Finally, the molecular detection of *Borrelia* carried-out on ticks by PCR, revealed a positive case identified on the species *Hyalomma detritum*, which confirms that ticks are potential vectors to the disease caused by this bacteria, which is the case for all species combined.

**Keywords:** Inventory, Ticks, Ixodidae, Domestic animals, Tizi-Ouzou, Lyme disease, Pcr

## ملخص

تم جمع القراد على حيوانات أليفة مختلفة في مختلف مناطق تيزي وزو خلال عامي 2021 و2022. تم جمع القراد بالملقط بالقرب من المنصة من أجل الحفاظ على هذا الأخير الذي هو ضروري لتحديد هوية الجراد. سمحت لنا هذه الطريقة بتحديد 4 اجناس موزعة على 7 أنواع من القراد : *Ixodes ricinus* و *Haemaphysalis punctata* و *Hyalomma detritum* و *Hyalomma anatolicum* و *Rhipicephalus bursa* و *Rhipicephalus sanguineus* و *Rhipicephalus turanicus*.

بنسبة 36.50 % لعام 2022 و *Rhipicephalus turanicus* و لعام 2021 بنسبة 89.62% هي وفرة الأنواع أكثر العينات أخذت مواقع في 2022 عام وفي 1 المزرعة في تسجيله تم 2021 عام في إصابة معدل أعلى أن الطفيلية المؤشرات حساب أظهر . 2021 عام في ذلك بعد معدل أعلى فإن ، مرة كل في فقط واحد فرد من عينات أخذ إلى ذلك يرجع 100% نسبة مع ، A1 و A3 و A4 وفي 33.33% بنسبة 3 المزرعة في 2021 عام تسجيل تم لمعدل أقل وهو ، 50% بمعدل 2022 عام في B1 و 4 المزرعة معدل هو بواسطة القراد على إجراؤه تم الذي *Borrelia* لـ الجزيئي الكشف ، أخيرًا . 2022 عام D1 مزرعة في 16.66% تسجيل تم 2022 عام وهذه ، للأمراض محتملة ناقلات هم القراد أن يؤكد مما ، *Hyalomma detritum* نوع على تحديدها تم إيجابية حالة عن ، PCR مجتمعة الأنواع جميع

لايم داء ، وزو تيزي ، الأليفة الحيوانات ، القراد ، الجرد : **المفتاحية الكلمات**