

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

## MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

### Thème

**Étude de la prévalence des ectoparasites dans les  
refuges pour chien dans la Wilaya de Tizi-Ouzou et  
leur impact sur la santé environnementale et la  
biodiversité**

*Travail réalisé par :*

- *CHELLABI Sofiane*
- *BELLOUNIS Rezki*

*Devant le jury composé de :*

Présidente	DJIOUA O.	MAA	UMMTO
Promotrice	BENIKHLEF R.	Maître de Recherche	IPA
Co-promotrice	BRAHMI K.	Professeur	UMMTO
Examinatrice	TALBI KHAMES	MCA	UMMTO

Année universitaire: 2024/2025

# Remerciements

En tiens tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice **M<sup>me</sup> BENIKHLEF RAZIKA**, pour son accompagnement, ses conseils précieux et sa disponibilité tout au long de l'élaboration de ce mémoire, pour toutes les orientations, conseils et corrections qu'elle a pu apporter tout au long de la réalisation de ce mémoire.

En remercie aussi chaleureusement **M<sup>me</sup> BEN EL DJOUZI Assia** pour sa grande patience et son soutien indéfectible durant toute la période de notre stage, elle nous a très bien orienté et très bien conseillé.

En remercie profondément ma co-promotrice **M<sup>me</sup> 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.

Nos remerciements s'adressent aussi à **M<sup>me</sup> EDDAIKRA**, cheffe de laboratoire d'éco épidémiologie parasitaire et génétique des populations à l'institut pasteur d'Algérie, pour l'accueil chaleureux et l'aide qu'ils m'ont apportée dans la réalisation de mes recherches et travaux pratiques.

En remercie les membres de jurys pour leurs présence et leurs conseils pour l'amélioration durant les années à venir et leur jugement impartial à notre égal.

En remercie aussi les invités pour leur présence et leur soutien.

# **Dédicace**

Je suis profondément reconnaissant envers ma famille (mon père, ma mère et ma sœur) pour leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours universitaire. Leur encouragements m'ont permis de surmonter les défis et de réussir mon mémoire de fin d'études.

Sans le soutien de ma famille, je n'aurais jamais pu mener à bien mon mémoire de fin d'études. Leur contribution a été inestimable et je leur suis éternellement reconnaissant.

Je tiens à remercier mes amis (Kamal, Noureddine, Sofiane et Karim...etc) pour leur encouragement. Leur confiance en moi m'a donné la force de persévérer et de réussir mon mémoire de fin d'études.

Je tiens à remercier ma tante pour son amour, sa patience et sa compréhension. Elle a toujours été là pour moi, dans les bons comme dans les mauvais moments. Je suis tellement chanceux de l'avoir dans ma vie.

**Sofiane**

# Dédicace

Premièrement et avant tout je remercie **DIEU** pour son soutien **EL AMDOLLILAH**.

À ma famille, ceux qui ont été un grand soutien dans ma vie. À chaque moment et à chaque étape de ma vie depuis l'enfance jusqu'à aujourd'hui. Ce mémoire est le reflet de vos sacrifices, de vos rêves et de votre amour sans fin.

À toi, mon père **Akli**, pour ta sagesse, ta force tranquille, et ton engagement sans faille. Tu as toujours été mon guide, celui qui m'a appris à toujours viser plus haut, même lorsque tout semblait incertain. Tes sacrifices, et ta détermination ont forgé en moi la personne que je suis aujourd'hui. Chaque victoire que je remporte, c'est aussi la tienne.

À toi, ma mère **Djamila**, pour ta tendresse infinie, ton dévouement et ton amour inconditionnel. Tu as été ma source de réconfort, celle qui malgré les épreuves, a su me donner la force de toujours avancer. C'est grâce à toi que j'ai appris la valeur du travail, de la persévérance, et de l'empathie. Tes encouragements ont fait de moi un homme capable d'affronter le monde, sans jamais oublier mes racines et mes valeurs.

À ma **Tante Dalila**, merci pour votre amour, votre soutien sans faille et votre encouragement toujours et à chaque moments. Et pour les moments durs où vous être intervenu pour moi. Je vous remercierai jamais assez pour ton réconfort que tu me donne chaque fois que je commence à dérailler et ton rappelle constant de but Final à atteindre.

À mes chères amies indéfectibles (**Mohemed. CH ; Youcef. Bo ; Smail. Gu ; Rayan. Md**) votre dévoilement et votre fidélité et votre soutien de chaque moment ça me fait plaisir, c'est un honore de vous avoir comme Amis.

Et à mon amour (**FATIMA**) qui est une raison de plus pour que je réussisse dans cette vie je te remercie énormément pour ta présence et honoré de t'avoir connue je t'aime énormément.

À mes chères grandes mères (**Fatima. M et Malha. R**) qui m'ont données l'amour inconditionnel et un refuge infailible je vous remémore en ce genre spécial et je vous dieux que souhaite *أطلب من الله عز وجل ان يتغمدكن برحمته الواسعة وينور قبري كما*

Donc cette réussite n'est pas uniquement la mienne, elle vous appartient autant qu'à moi. Vous m'avez aidée à franchir chaque obstacle, à célébrer chaque victoire, et à me relever à chaque chute. Ce travail est le reflet tout.

**Rezki**

## Liste des abréviations

**A** : Abréviation générique pour le genre *Amblyomma* (ex: *A. integrum*)

**H** : Abréviation générique pour le genre *Haemaphysalis* (ex: *H. tibetensis*)

**CDC** : Centers for Disease Control and Prevention (Centres pour le contrôle et la prévention des maladies)

**VTT** : Virus transmis par les tiques

**PCR** : Polymerase Chain Reaction

**qPCR** : Quantitative Polymerase Chain Reaction (PCR en temps réel)

**CTAB** : Bromure de cétyle-triméthyl-amonium

**ng/μL** : Nanogramme par microlitre

**UV** : Ultra-violet

**F** : Forward (amorce)

**R** : Reverse (amorce)

**pb** : Paire de bases

**ct** : Cycle threshold (nombre de cycles requis en qPCR)

**AR%** : Abondance relative

**s.l.** : *senso lato* (sens large)

**MEB** : Micrographies électroniques à balayage

**LEEPGP** : Laboratoire d'éco-épidémiologie parasitaire et de génétique des populations (de l'Institut Pasteur d'Alger)

## Liste des figures

- Figure 1 :** Schéma illustrant la taxonomie des tiques ..... 3
- Figure 2 :** Arbre chronologique montrant la divergence des familles de tiques. Les pointillés rouges soulignent les événements de spéciation clés ..... 5
- Figure 3 :** Morphologie générale d'une tique dure ..... 6
- Figure 4 :** Anatomie externe des tiques de la famille des Ixodidae : (A) Vue dorsale d'un mâle, (B) Vue ventrale d'une femelle ..... 7
- Figure 5 :** Anatomie interne d'une tique femelle du genre Ixodes en train de se nourrir et d'être fécondée par un mâle Le système nerveux central de la tique est indiquée en rouge ..... 8
- Figure 6 :** a) Micrographies électroniques à balayage d'un œuf d'*Argas persicus*: b) Œuf ovale traité avec ablation partielle du chorion. c) Grossissement plus fort de (a) montrant des ouvertures en forme de fente (flèches). d) Région polaire d'un œuf non traité montrant de nombreuses protubérances autour d'un trou (flèche) ..... 9
- Figure 7 :** Micrographies électroniques à balayage (MEB) de la vue dorsale d'une larve de tique Ixodidae (à droite) avec les caractères morphologiques clés identifiés, MEB de la vue ventrale d'une larve de tique Ixodide (à gauche) avec les caractères morphologiques clés identifié..... 10
- Figure 8 :** Nympe de *Rhipicephalus sanguineus* : A) vue dorsale, B) vue ventrale, C) gros plan ventral du capitule et des coxae I et II, D) gros plan dorsal du capitule..... 10
- Figure 9 :** Représentation schématique du cycle de développement des tiques ..... 11
- Figure 10 :** Répartition géographique des principaux vecteurs de tiques et des agents pathogènes transmis par les tiques. Les chiffres en vert représentent les vecteurs de tiques, les chiffres en violet indiquent les bactéries et les protozoaires transmis par les tiques, et les chiffres en orange indiquent les virus transmis par les tiques..... 14
- Figure 11 :** En haut, emplacement des deux zones d'échantillonnage dans la wilaya de Tizi-Ouzou, en bas le refuge d'échantillonnage à Tizi-Rached et b : Tadmait ..... 20
- Figure 12 :** (1) localisation des tiques sur la tête du chien, (2) présence de tique sur le cou de l'animal, (3) présence de tique sur l'arrière de l'oreille de l'animal, (4) conservation des tiques dans l'éthanol à 70 % (Photo originale) ..... 21
- Figure 13 :** Identification morphologique des tiques..... 22

<b>Figure 14</b> : Dosage de l'ADN par Nanodrop.....	24
<b>Figure 15</b> : Préparation des mix pour la PCR et la qPCR.....	26
<b>Figure 16</b> : Distribution des tiques identifiées selon la région .....	28
<b>Figure 17</b> : Distribution des tiques selon les espèces .....	29
<b>Figure 18</b> : Distribution des tiques selon le sexe .....	29
<b>Figure 19</b> : Distribution des deux espèces de tiques selon le sexe .....	30
<b>Figure 20</b> : Distribution des deux espèces de tiques identifiées selon le sexe.....	31
<b>Figure 21</b> : Distribution des ADNs extraits des différentes espèces de tique.....	32
<b>Figure 22</b> : Aperçu de la détection de Rickettsia sp. Par qPCR .....	33

## Liste des tableaux

- Tableau 1** : Caractéristique des gènes de l'étude pour la détection de : Rickettsia sp., Borrelia sp., Babesia et Anaplasma (F : forward, R reverse), en utilisant la PCR ..... 25
- Tableau 2** : Caractéristique des gènes de l'étude pour la détection de : Rickettsia sp., Borrelia sp., Babesia et Anaplasma (F : forward, R reverse), en utilisant la qPCR ..... 26

## Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Données Bibliographiques sur les Tiques</b>	
1. Biologie des tiques .....	3
1.1. Systématique des tiques.....	3
1.1.1. Taxonomie des tiques .....	3
1.1.2. Origine des tiques .....	4
1.1.3. Phylogénie moléculaire .....	4
1.2. Morphologie des tiques .....	6
1.2.1. Morphologie externe des tiques.....	6
1.2.1.1. Le Capitulum .....	6
1.2.1.2. L'idiosome.....	7
1.2.2. Morphologie interne des tiques .....	7
1.2.2.1. Système digestif.....	7
1.2.2.2. Système reproducteur .....	8
1.2.2.3. Glandes salivaires .....	8
1.2.3. Morphologie des stades de développement des tiques .....	9
1.2.3.1. Les œufs.....	9
1.2.3.2. Les larves.....	9
1.2.3.3. Les nymphes .....	10
1.2.3.4. Les adultes .....	11
1.3. Cycle de vie et reproduction des tiques .....	11
1.3.1. Stade de l'œuf .....	11
1.3.2. Stade larvaire .....	12
1.3.3. Stade nymphal .....	12
1.3.4. Stade adulte .....	12

2. Rôle des tiques dans la transmission des agents pathogènes.....	13
2.1. Infections virales transmises par les tiques.....	13
2.2. Infections bactériennes transmises par les tiques .....	15
2.2.1. Spirochaetales.....	15
2.2.2. Rickettsiales.....	15
2.3. Autres infections transmises par les tiques.....	16
3. La lutte contre les tiques.....	17
3.1. Les méthodes chimiques.....	17
3.2. Les méthodes biologiques.....	17
3.3. Les méthodes écologiques .....	17
3.4. Les méthodes immunologiques .....	18

## **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

1. Zone de l'étude .....	19
2. Les chiens de l'étude .....	20
3. Déroulement de l'échantillonnage .....	20
4. Identification morphologique des tiques .....	21
5. Inventaire des tiques présentes chez les chiens .....	22
5.1. Calcul de la richesse spécifique (ou totale) .....	22
5.2. Calcul de la fréquence centésimale ou abondance relative .....	22
5.3. Calcul des indices parasitaires .....	23
5.4. Calcul de l'intensité parasitaire (I) .....	23
6. Détection moléculaire des agents pathogènes chez les tiques.....	23
6.1. Extraction de l'ADN par la technique CTAB (bromure de cétyl-triméthyl-amonium) .....	23
6.2. Dosage de l'ADN .....	24
6.3. La polymérase chain reaction (PCR).....	24
6.4. La qPCR (la PCR en temps réel).....	25

6.5. Lecture des résultats .....	27
----------------------------------	----

### **Chapitre III : Résultats**

1. Distribution des Tiques collectées .....	28
1.1. Répartition des tiques de l'étude selon la zone et les espèces identifiées.....	28
1.2. Répartition des tiques de l'étude selon le sexe .....	29
2. Détection moléculaire des différents agents pathogènes infectés par les tiques de chiens .....	31
2.1. Etude de la qualité d'ADN extrait .....	31
2.2. Détection moléculaire des quatre agents pathogènes par PCR.....	32
2.3. Détection moléculaire des quatre agents pathogènes par qPCR.....	32

### **Chapitre IV : Discussion**

1. Discussion des résultats exploités par les indices écologiques.....	34
1.1. Discussions des résultats exploités par la richesse spécifique (S).....	34
1.2. Discussions des résultats exploités par la Fréquence centésimal ou abondance relative (AR%) des différentes espèces collectées dans les régions d'études .....	34
1.3. Discussion des résultats de la PCR en temps réel .....	35
2. Rôle de c'est agents pathogène et leurs rôles dans la transmission des maladies .....	35
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>37</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>38</b>

### **Résumé**



# *Introduction*

Les tiques, ectoparasites hématophages de l'ordre Ixodida, appartiennent aux Arachnides et se répartissent en tiques dures (Ixodidae) et molles (Argasidae) (**Jean- Baptiste, 2008**). Ces arthropodes alternent des phases libres et parasitaires au cours d'un cycle de vie pluristadial complexe, ce qui en fait des vecteurs majeurs d'agents pathogènes pour les animaux d'élevage et, occasionnellement, pour l'humain (**Aubry et Bernard, 2016**). Leur capacité vectorielle repose sur leur aptitude à effectuer des transmissions trans-stadiales et, chez certaines espèces, trans-ovariennes, permettant la persistance de pathogènes à travers les stades larvaires, nymphales et adultes (**Rodhain et Perez, 1985 ; Barren et Morel, 1983**).

L'impact des tiques ne se limite pas à la transmission de maladies telles que les borrélioses, piroplasmoses, rickettsioses et certaines viroses (**Bitam et Raoult, 2009 ; Chemat et al., 2012**), il s'étend aussi aux conséquences économiques majeures via les pertes de production et les coûts de contrôle dans les systèmes d'élevage (**Bowman et al., 2008 ; Minjaw et McLeod, 2003**). Les tiques sont considérées parmi les vecteurs les plus importants, jouant un rôle majeur en épidémiologie humaine et animale, impliquées dans la transmission d'agents pathogènes variés (virus, bactéries, protozoaires, helminthes) responsables de maladies souvent graves chez les humains et les animaux, particulièrement le bétail (**Chemat et al., 2012**). En Afrique, plusieurs infections transmises par les tiques sont fortement liées à la pauvreté où elles provoquent des pertes de production considérables (**Minjaw et McLeod, 2003**).

Sur le plan épidémiologique, une approche contextualisée est indispensable, car les risques dépendent des espèces de tiques réellement présentes, de leurs hôtes préférentiels et des pathogènes circulants localement (**Semenza et Suk, 2018 ; Gilbert, 2021 ; Gray et Ogdén, 2021**). L'évaluation de la résilience des vecteurs et des agents pathogènes transmissibles par ces derniers aux changements climatiques devrait être une priorité pour les recherches à venir (**Semenza et Suk, 2018**). De nombreux travaux dans le monde ont été réalisés sur les tiques et les maladies transmises par celles-ci.

En Algérie, *Rhipicephalus (R.) sanguineus sensu lato (s.l.)* et *Rhipicephalus (R.) turanicus* sont parmi les ectoparasites les plus importants du point de vue épidémiologique, en raison de leur large spectre d'hôtes et de leur capacité d'adaptation à divers environnements (**Benikhlef et al., 2025 ; Boucheikhchoukh et al., 2019 ; Bedouhene et al., 2022**).

Les chiens domestiques, jouent un rôle très important dans la protection des troupeaux ou dans le gardiennage surtout dans les zones rurales. Ils sont comme beaucoup d'autres animales victimes du parasitisme par les tiques dans les pâtures et ainsi, des agents pathogènes qui peuvent leur être inoculés à l'occasion du repas de sang de ces tiques. La présence de ces espèces de tiques chez les chiens en Algérie est un phénomène fréquent, souvent considéré comme banal (**Matallah F, 2012 ; Faouzi 2018**). Cependant, le rôle de vecteur de ces ectoparasites dans la transmission de divers agents pathogènes (bactéries, parasites et virus) leur confère une grande importance en termes de santé publique (**Bourdeau 1998 ; Sonenshine, 1991**).

Bien que beaucoup d'études ont été consacrées sur l'épidémiologie des tiques, en Algérie, on manque toujours de données précises sur la distribution de ces ectoparasites infestant les chiens et les différentes maladies qu'elles transmettent.

Ainsi, notre étude vise d'une part à inventorier les ectoparasites infestant les chiens dans deux régions distinctes de la wilaya de Tizi-Ouzou, à savoir Tademaït et Tizi-Rached et de l'autre part de détecter les agents pathogènes infectant les tiques de chiens de ces régions.

Ce manuscrit est divisé en trois grandes parties :

1. Dans la première partie, nous avons réalisé une synthèse bibliographique sur les tiques, leurs distributions géographiques et les différents agents pathogènes qu'elles peuvent véhiculer.
2. Dans la seconde partie, nous avons traité notre étude expérimentale basée sur l'identification morphologique des ectoparasites collectés sur des chiens de deux zones distinctes de la wilaya de Tizi-Ouzou, ainsi que la détection moléculaire de quatre agents parasitaires et bactériens véhiculés par les tiques à savoir : la *Babesia*, la *Bartonella*, l'*Anaplasma* et la *Rickettsia*.
3. Enfin, nous avons rapporté dans la troisième partie une interprétation des résultats obtenues.
4. Dans le quatrième chapitre nous avons discuté les résultats au regard de la littérature et des implications pour la surveillance et la gestion intégrée, avant de conclure sur les perspectives opérationnelles et de recherche.



# *Chapitre I*

## *Données Bibliographiques sur les Tiques*

1- Biologie des tiques

1.1. Systématique des tiques

1.1.1. Taxonomie des tiques

Les tiques sont des Arthropodes appartenant à la classe des Arachnides, à la sous-classe des Acariens et à l'ordre des Ixodida.

On estime à environ 900 le nombre d'espèces de tiques connues. Toutes les tiques sont classées en trois grandes familles : les *Argasidae* (186 espèces), les *Ixodidae* (692 espèces) et les *Nuttalliellidae*, qui ne comptent qu'une seule espèce. La classification taxonomique complète est illustrée dans la figure 1. La famille la plus importante, les *Ixodidae* (tiques dures), se caractérise par un exosquelette rigide et chitinisé, dont le dos est partiellement ou entièrement recouvert de chitine. Elles possèdent un scutellum, une plaque chitineuse rigide située à l'avant du corps. Les tiques dures restent généralement fixées à leur hôte pendant plusieurs jours lors de leur repas de sang. Les *Argasidae* (tiques molles) ont un dos non chitinisé et un exosquelette souple et cuticulaire. Contrairement aux tiques dures, elles ne possèdent pas de scutellum. Les tiques molles se nourrissent généralement pendant une durée plus courte que les tiques dures. Quant à la famille des *Nuttalliellidae*, elle est relativement méconnue et ne comprend qu'une seule espèce : *Nuttalliella namaqua* (Marie-Edith Nepveu- Traversy et al., 2024).

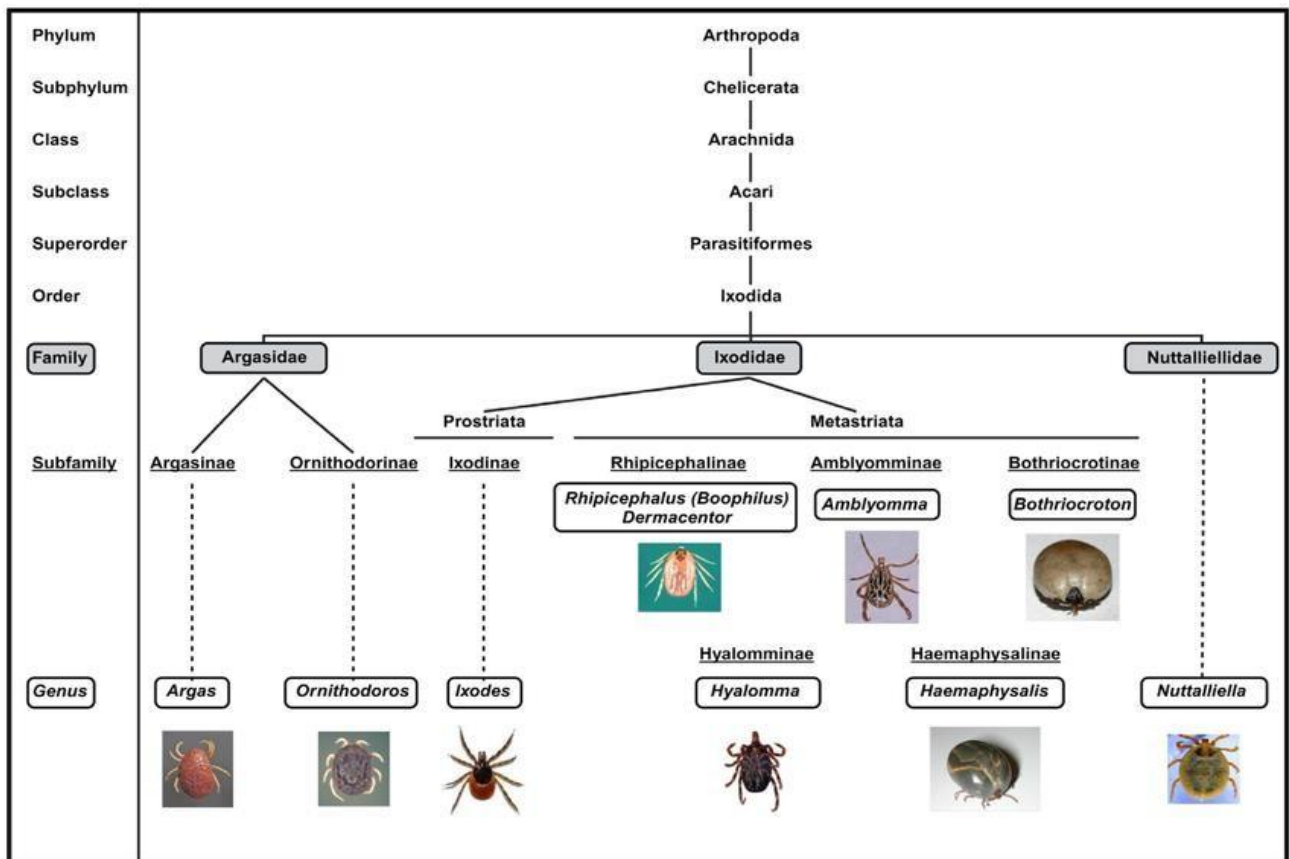


Figure 1 : Schéma illustrant la taxonomie des tiques (Marie-Edith Nepveu-Traversy et al., 2024).

### 1.1.2. Origine des tiques

L'origine géographique des tiques est étroitement liée à leur histoire évolutive. Des études phytogéographiques suggèrent que les tiques sont originaires de l'hémisphère sud, et des preuves solides soutiennent une origine gondwanienne. Le genre *Amblyomma*, par exemple, serait originaire de l'Antarctique ou du sud de l'Amérique du Sud, avant d'être dispersé en Australie (**Beati et Klompen, 2019 ; Uribe et al., 2023 ; Uribe et al., 2024**).

### 1.1.3. Phylogénie moléculaire

Les analyses génomiques basée sur l'ADN mitochondrial et les gènes ribosomiaux, rapportent que :

- La divergence *Ixodidae-Argasidae* remonte au Trias (~260 millions d'années), (**Mans, 2023**).
- Les *Nuttalliellidae* forment un clade basal, soutenu par des fossiles du Crétacé, (**Chitimia-Dobler et al., 2022**).

L'arbre phylogénétique ci-dessous (**Figure 2**) illustre ces relations évolutives :

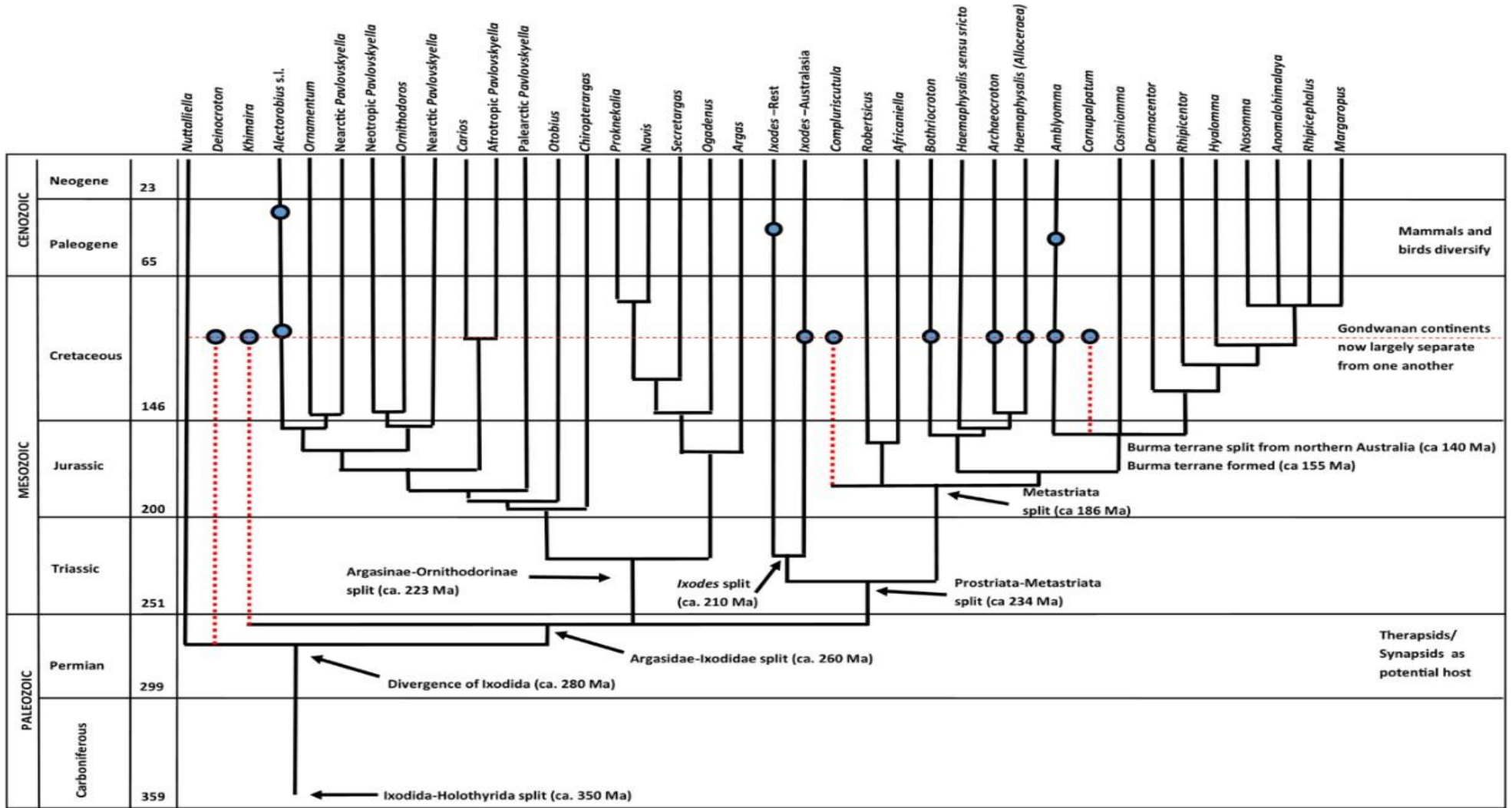
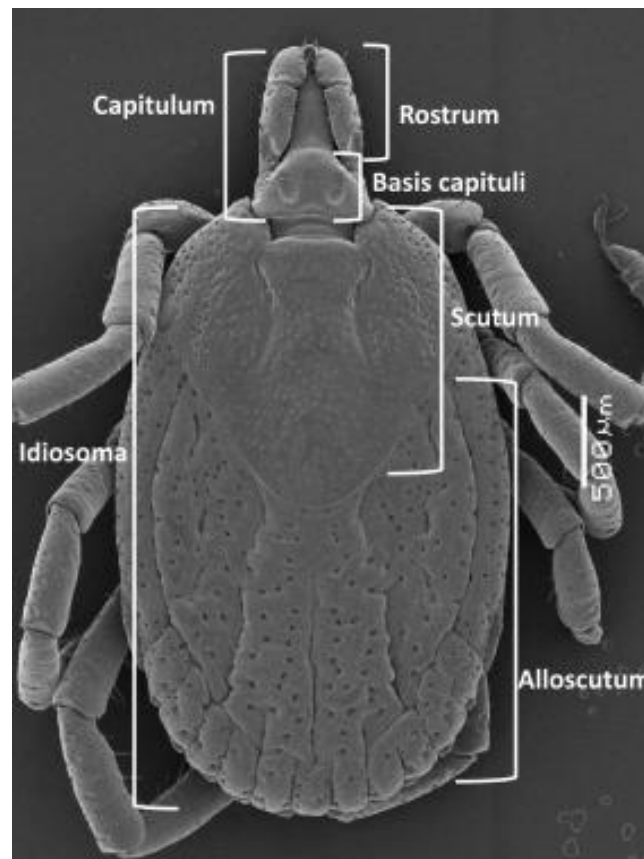


Figure 2 : Arbre chronologique montrant la divergence des familles de tiques. Les pointillés rouges soulignent les événements de spéciation clés (Chitimia-Dobler et al., 2022).

## 1.2. Morphologie des tiques

### 1.2.1. Morphologie externe des tiques

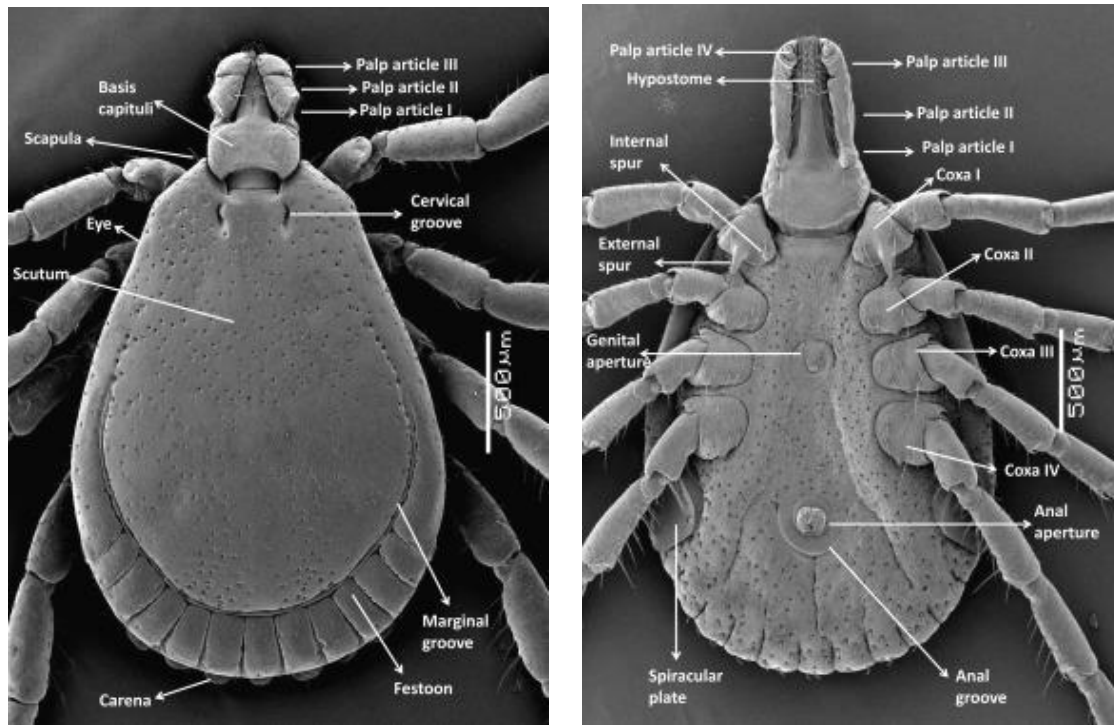
Les tiques dures sont des invertébrés au corps segmenté, recouvert d'une cuticule et possédant des appendices articulés (figure 3). Au stade adulte, elles possèdent quatre paires de pattes, et leur corps est divisé en deux parties : le capitulum et l'idiosome (**Santiago Nava et al., 2017**).



**Figure 3** : Morphologie générale d'une tique dure (**Santiago Nava et al., 2017**).

#### 1.2.1.1. Le Capitulum

Le capitulum est composé d'une base, appelée basis capituli (figure 3), qui le rattache au reste du corps. Sur celui-ci s'insère latéralement et symétriquement une paire de palpes, divisés en 4 articles peu mobiles, au rôle strictement sensoriel (figure 4A, 4B). Médialement se trouve l'hypostome en position ventrale, composé de plusieurs dents qui servent d'ancrage pendant le repas de sang, et une paire de chélicères en position dorsale, composées de doigts griffus mobiles qui permettent de couper la peau lors de la fixation à un hôte. L'ensemble de ces éléments forme le rostre (**Santiago Nava et al., 2017**).



**Figure 4 :** Anatomie externe des tiques de la famille des *Ixodidae* : (A) Vue dorsale d'un mâle, (B) Vue ventrale d'une femelle (Santiago Nava et al., 2017).

### 1.2.1.2. L'idiosome

L'idiosome constitue le segment principal du corps, abritant les organes internes (figure 4). En face dorsale, chez les femelles, le scutum représente la moitié antérieure de l'idiosome, il est souple et extensible pour s'adapter à l'ingestion de sang. Chez le mâle, le scutum recouvre la totalité du corps, empêchant le gonflement par sa sclérisation (Starck, 2023). Sur sa face ventrale, le scutum porte quatre paires de pattes (sauf chez les larves, qui n'ont que trois paires de pattes), l'orifice génital (ou gonopores) chez l'adulte uniquement et l'orifice anal, ainsi que 2 stigmates respiratoires en position ventrolatérale (sauf chez les larves, qui n'en ont pas). Les différents sillons ventraux jouent un rôle important dans la différenciation entre les deux familles d'Ixodina et entre les différents genres d'Amblyommidae (figure 4).

## 1.2.2. Morphologie interne des tiques

### 1.2.2.1. Système digestif

L'intestin moyen est le principal site de digestion du sang. Il est constitué d'un ventricule central et de diverticules appariés, avec un épithélium pseudostratifié composé de cellules digestives et vitello-géniques (Demir et al., 2024 ; Wang et al., 2017). Le pharynx équipé d'une

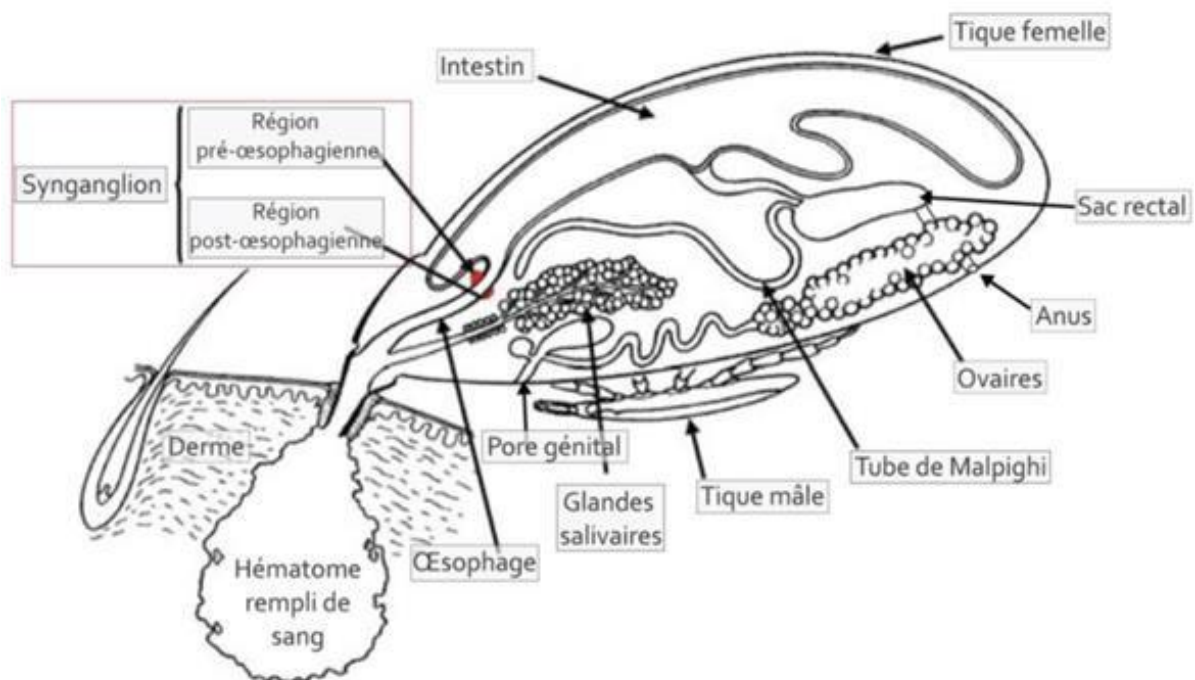
pompe d'aspiration, facilite l'ingestion de sang (Starck, 2023). L'intestin postérieur et le sac rectal stockent les déchets avant leur excrétion (Figure 5).

### 1.2.2.2. Système reproducteur

Chez les femelles, le système reproducteur comprend l'ovaire, l'oviducte, le vagin et l'ouverture génitale. Les mâles possèdent des testicules, un canal déférent, un canal éjaculateur et un pénis (Okely *et al.*, 2021 ; YiMing, 1990).

### 1.2.2.3. Glandes salivaires

Les glandes salivaires produisent une salive contenant des composés anti-hémostatiques et immuns modulateurs, essentiels à l'alimentation et à la transmission des agents pathogènes (Lee *et al.*, 2022 ; Wang *et al.*, 2017), (Figure 5).



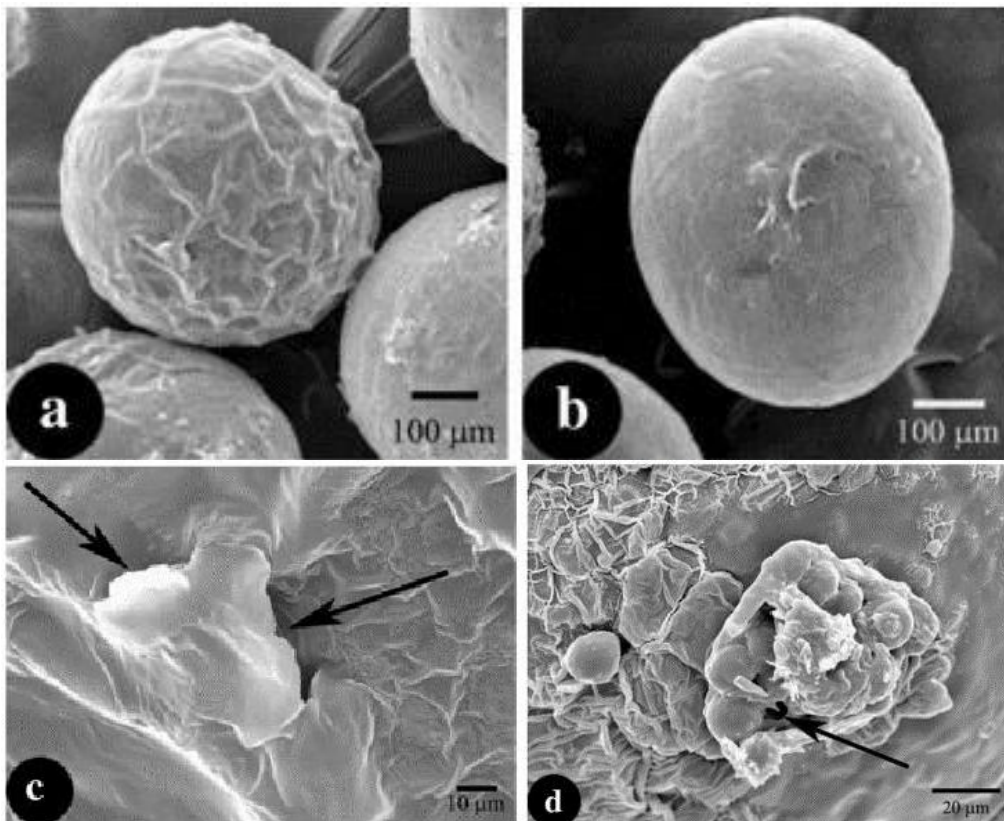
**Figure 5 :** Anatomie interne d'une tique femelle du genre *Ixodes* en train de se nourrir et d'être fécondée par un mâle Le système nerveux central de la tique est indiquée en rouge (Lees et Bowman, 2007).

### 1.2.3. Morphologie des stades de développement des tiques

Les tiques passent par quatre stades de développement : œuf, larve, nymphe et adulte.

#### 1.2.3.1. Les œufs

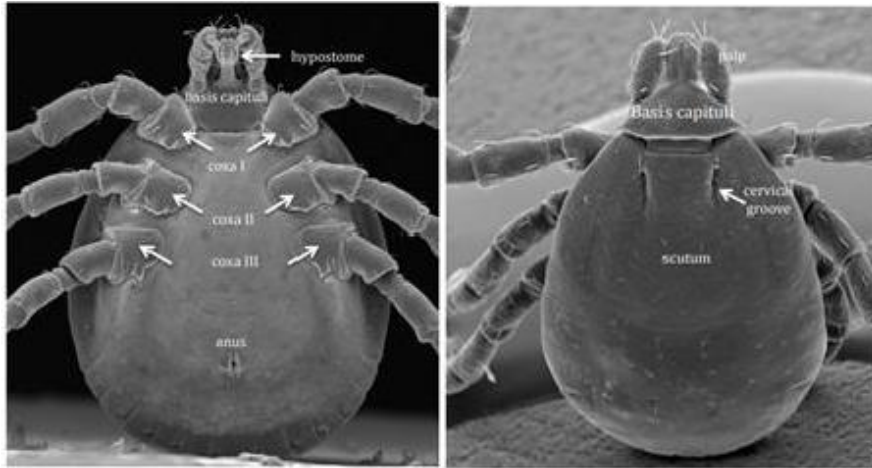
Les œufs de tiques (figure 6) sont ovales ou sphériques, protégés par un chorion résistant qui empêche la dessiccation. Ils présentent un micropyle pour la fécondation et des structures de surface favorisant les échanges gazeux (Montasser, 2010).



**Figure 6 :** a) Micrographies électroniques à balayage d'un œuf *d'Argas persicus*. b) Œuf ovale traité avec ablation partielle du chorion. c) Grossissement plus fort de (a) montrant des ouvertures en forme de fente (flèches). d) Région polaire d'un œuf non traité montrant de nombreuses protubérances autour d'un trou (flèche), (Montasser, 2010).

#### 1.2.3.2. Les larves

Les larves (figure 7), appelées "tiques des graines", possèdent trois paires de pattes et un corps mou. Elles se nourrissent de petits vertébrés avant de muer en nymphes. Leur capitule et hypostome sont moins développés que chez les nymphes et adultes (Coley, 2015).



**Figure 7 :** Micrographies électroniques à balayage (MEB) de la vue dorsale d'une larve de tique *Ixodidae* (à droite) avec les caractères morphologiques clés identifiés, MEB de la vue ventrale d'une larve de tique *Ixodide* (à gauche) avec les caractères morphologiques clés identifié (Coley, 2015).

### 1.2.3.3. Les nymphes

Les nymphes (figure 8) ont quatre paires de pattes et une structure corporelle plus robuste que les larves. Elles se nourrissent de grands vertébrés et sont souvent les principaux vecteurs de maladies transmises par les tiques (Coley, 2015).



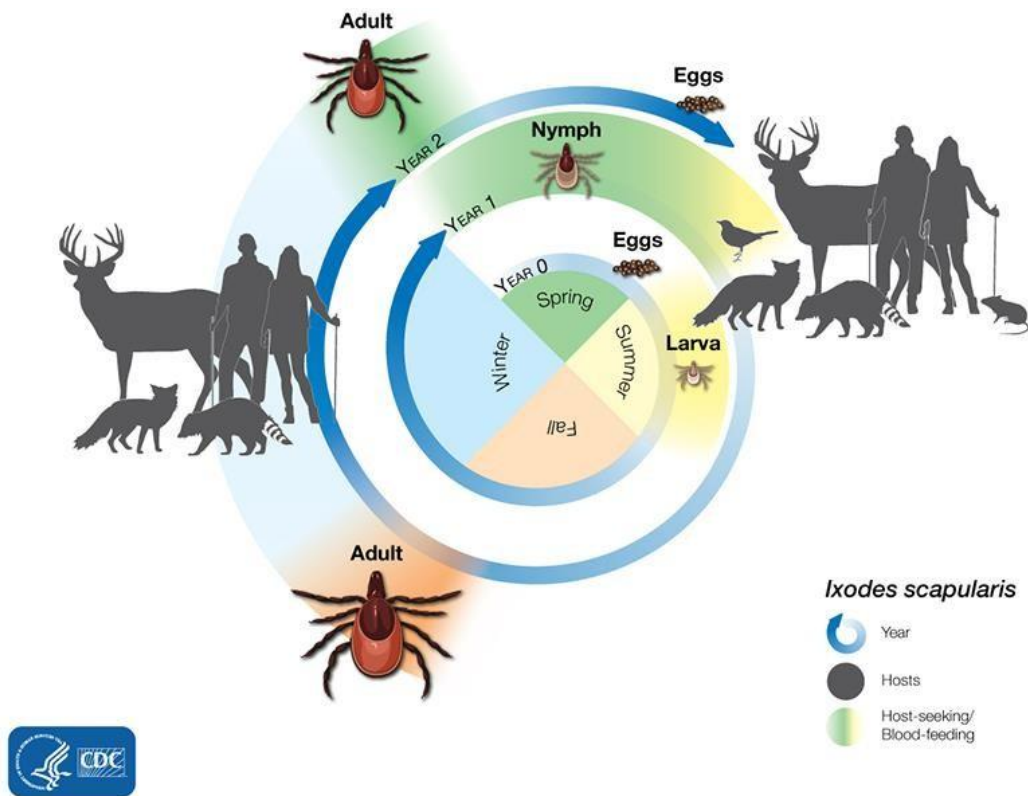
**Figure 8 :** Nympe de *Rhipicephalus sanguineus* : A) vue dorsale, B) vue ventrale, C) gros plan ventral du capitule et des coxae I et II, D) gros plan dorsal du capitule (Dubie et al., 2017).

### 1.2.3.4. Les adultes

Les tiques adultes sont responsables de la reproduction. Les femelles se nourrissent de sang pour développer leurs œufs, tandis que les mâles se concentrent sur l'accouplement. Leur capitule est très développé, avec des chélicères et palpes facilitant l'alimentation (Coley, 2015).

### 1.3. Cycle de vie et reproduction des tiques

Les tiques ectoparasites d'importance médicale et vétérinaire, présentent un cycle de vie complexe et une métamorphose complète, comprenant quatre stades principaux : œuf, larve, nymphe et adulte, (Figure 9). Ce cycle varie selon les espèces et peut nécessiter un, deux ou trois hôtes pour compléter leur développement (Estrada-Peña et al., 2017). Cette diversité dans les cycles de vie influence leur capacité à transmettre des pathogènes.



**Figure 9** : Représentation schématisée du cycle de développement des tiques (CDC, 2024).

#### 1.3.1. Stade de l'œuf

Le cycle débute par la ponte des œufs par les femelles gorgées de sang, dans des environnements protégés tels que le sol ou la végétation. Le nombre d'œufs pondus varie selon les espèces et dépend de la taille et de l'état nutritionnel des femelles. Par exemple, *Amblyomma (A.) integrum* peut pondre entre 55 et 7 389 œufs (Bandaranayaka et al., 2016), tandis que *Haemaphysalis (H.) tibetensis* pond en moyenne 5 200 œufs (Wang et al., 2017).

La durée d'incubation des œufs est influencée par des facteurs environnementaux tels que la température et l'humidité. Par exemple, les œufs de *H. tibetensis* éclosent en 47 jours, tandis que ceux d'*A. pseudoparvum* nécessitent environ 33 jours (Mangold et Guglielmo, 1993).

### 1.3.2. Stade larvaire Après l'éclosion

Les larves émergent avec trois paires de pattes et entament leur recherche d'un hôte. Ce stade est le premier à nécessiter un repas sanguin. La durée de l'alimentation varie selon les espèces : les larves d'*A. integrum* se nourrissent pendant 4 à 11 jours (Bandaranayaka et al., 2016), tandis que celles de *H. rufipes* se nourrissent pendant environ 3 jours (Chen et al., 2012).

La survie des larves dépend de leur capacité à trouver un hôte approprié. Certaines espèces, comme *Ixodes ricinus*, montrent une spécificité marquée pour les petits mammifères ou les oiseaux (Reid, 1987).

### 1.3.3. Stade nymphal Le stade nymphal

Ce stade est caractérisé par une augmentation de la taille et l'apparition d'une quatrième paire de pattes. Les nymphes nécessitent un deuxième repas sanguin pour poursuivre leur développement. La durée de l'alimentation varie également selon les espèces : les nymphes d'*Amblyomma integrum* se nourrissent pendant 4 à 8 jours (Bandaranayaka et al., 2016), tandis que celles de *Hyalomma rufipes* se nourrissent pendant environ 21 jours (Chen et al., 2012). Certaines espèces, comme *Ornithodoros rostratus*, peuvent présenter plusieurs stades nymphaux, nécessitant chacun un repas sanguin avant la mue (Costa et al., 2015).

### 1.3.4. Stade adulte

Le stade adulte est le dernier stade du cycle de vie des tiques. À ce stade, les organes reproducteurs sont pleinement développés. Les femelles nécessitent un repas sanguin prolongé pour produire des œufs, tandis que les mâles se concentrent sur l'accouplement. Par exemple, les femelles d'*Amblyomma integrum* se nourrissent pendant 7 à 14 jours (Bandaranayaka et al., 2016), tandis que celles de *Hyalomma rufipes* se nourrissent pendant environ 16 jours (Chen et al., 2012). Après leur repas, les femelles entrent dans une phase de pré-ponte, qui peut durer de 4 jours chez *Rhipicephalus microplus* (Senbill et al., 2018) à 14 jours chez *Amblyomma lepidum* (Yassir et al., 1992).

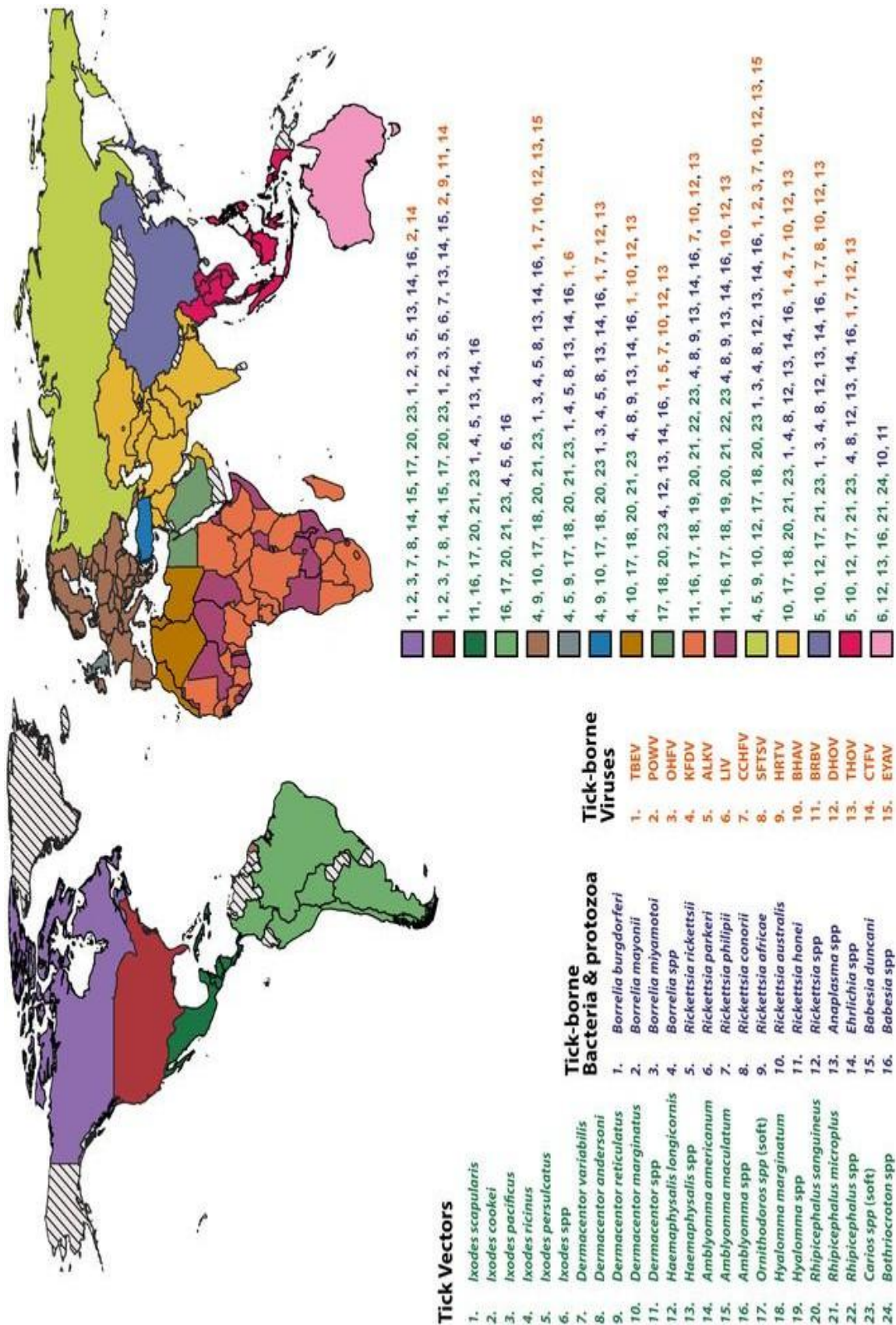
Elles pondent ensuite leurs œufs dans un environnement protégé, clôturant ainsi le cycle de vie.

## 2. Rôle des tiques dans la transmission des agents pathogènes

En raison de leur efficacité à se nourrir et de leur persistance une fois fixées, les tiques représentent un risque important de transmission de maladies aux hôtes plus grands, comme les humains et les animaux domestiques. Les tiques comptent parmi les principaux vecteurs d'agents pathogènes zoonotiques et non zoonotiques et transmettent un large éventail de maladies aux humains et aux animaux. Ces maladies peuvent être de nature bactérienne, protozoaire ou virale, et leur transmission est influencée par la distribution géographique des vecteurs et de leurs hôtes (figure 10).

### 2.1. Infections virales transmises par les tiques

Les tiques transmettent divers virus qui représentent un problème majeur de santé publique, tant pour les humains que pour les animaux. La relation complexe qui existe entre les virus transmis par les tiques (VTT) et ces dernières est caractérisée par une parfaite synchronisation du cycle de vie du virus avec le cycle de repas de sang de la tique. Cette synchronisation permet aux tiques d'héberger le virus pendant de longues périodes sans que cela n'affecte leurs processus biologiques (**Kazimírová et al., 2017**). Certains VTT peuvent provoquer des maladies graves chez l'homme et chez l'animal, notamment des affections du système nerveux central (méningite, méningo-encéphalite, encéphalomyélite) et des maladies hémorragiques. D'autres VTT, en revanche, entraînent des symptômes moins graves ou sont signalés sporadiquement. Ces virus présentent une grande diversité taxonomique, regroupée en cinq familles virales majeures circulant entre les tiques et leurs hôtes vertébrés : *Flaviviridae*, *Nairoviridae*, *Phenuiviridae*, *Orthomyxoviridae* et *Reoviridae*. La distribution géographique des VTT et des vecteurs tiques associés est illustrée dans la figure 10.



**Figure 10 :** Répartition géographique des principaux vecteurs de tiques et des agents pathogènes transmis par les tiques. Les chiffres en vert représentent les vecteurs de tiques, les chiffres en violet indiquent les bactéries et les protozoaires transmis par les tiques, et les chiffres en orange indiquent les virus transmis par les tiques (Marie-Edith Nepveu-Traversy et al., 2024).

## 2.2. Infections bactériennes transmises par les tiques

Les infections bactériennes transmises par les tiques peuvent entraîner des conséquences importantes sur la santé, car elles peuvent provoquer diverses maladies chez l'homme. Ces infections sont transmises par la morsure de tiques infectées, principalement les tiques à corps dur, mais les tiques à corps mou peuvent également être vectrices. Il est essentiel de comprendre ces infections et de savoir comment les prévenir, car elles peuvent entraîner une morbidité importante et, dans certains cas, la mort, si elles ne sont pas diagnostiquées et traitées rapidement. Ces infections peuvent avoir un impact considérable sur la santé, provoquant des complications à long terme et affectant divers systèmes de l'organisme, notamment le système nerveux central. La plupart des espèces bactériennes (~90 %) transmises par les tiques appartiennent à deux ordres : les Spirochaetales et les Rickettsiales (**Parola et Raoult, 2001**). La répartition géographique des agents pathogènes bactériens et de leurs vecteurs est illustrée dans la figure 10.

### 2.2.1. Spirochaetales

Les spirochètes responsables des infections transmises par les tiques appartiennent au genre *Borrelia* et sont à l'origine de l'une des maladies les plus préoccupantes pour la santé publique : la maladie de Lyme, qui touche plus de 500 000 personnes chaque année. Les espèces de *Borrelia* sont des spirochètes Gram négatifs, mesurant entre 20 et 30 µm de long, et possèdent un génome linéaire, une caractéristique exceptionnelle chez les procaryotes (**Casjens et al., 2000**).

### 2.2.2. Rickettsiales

Les bactéries appartenant à l'ordre des *Rickettsiales* sont de petits parasites intracellulaires obligés des eucaryotes. De nombreux genres de cet ordre comprennent des agents pathogènes émergents ou réémergents, responsables de maladies transmises par les tiques à travers le monde. Les membres de la famille des *Rickettsiaceae* sont responsables de la rickettsiose (ex : fièvres exanthématiques), tandis que ceux de la famille des *Anaplasmataceae* causent l'anaplasmose, l'éhrlichiose et la néo-éhrlichiose (**Kang et al., 2014**). Sur les 25 espèces de *Rickettsia* pathogènes pour l'homme, *Rickettsia conorii* est la plus répandue et est responsable de la fièvre boutonneuse méditerranéenne (**Parola, 2013**).

### 2.3. Autres infections transmises par les tiques

La babésiose humaine, une maladie transmise par les tiques, représente un problème de santé publique croissant. Elle est causée par un parasite protozoaire du genre *Babesia*, qui infecte spécifiquement les globules rouges (Perkins, M.E. Rhoptry organelles of apicomplexan parasites (**Today 1992, 8, 28-32**). À travers le monde, plus d'une centaine d'espèces de *Babesia* infectent divers animaux sauvages et domestiques, mais seules six sont pathogènes pour l'homme : *Babesia crassa-like*, *B. divergens*, *B. duncani*, *B. microti*, *B. motasi* et *B. venatorum* (**Kumar et al., 2021**). La gravité de la babésiose dépend principalement du système immunitaire du patient, de la présence de facteurs de risque et de l'espèce de *Babesia* responsable de l'infection (**Vannier et al., 2008**).

### 3. La lutte contre les tiques

Les tiques représentent un risque majeur en termes de santé humaine et animale et ont ainsi un fort impact économique. En médecine vétérinaire, la lutte contre ces vecteurs est donc un enjeu de taille, surtout dans le milieu de l'élevage. Les produits répulsifs en applications locales, reposant sur la perturbation du système de détection des tiques, sont surtout utilisés à des fins préventives chez l'Homme (**Mapholi et al., 2014**). La lutte contre les maladies transmises par les tiques exige une approche intégrée pour le développement et la mise en œuvre de mesures de contrôle efficaces. Elle repose sur une collaboration étroite entre les autorités de santé publique, les chercheurs et les communautés locales afin de mettre en œuvre des stratégies adaptées aux contextes écologique et socioculturel spécifiques (**Schulze et al., 2023**).

Ces stratégies peuvent être classées en quatre grandes catégories :

#### 3.1. Les méthodes chimiques

Les produits chimiques, notamment les acaricides, constituent un moyen principal de lutte contre les populations de tiques. Parmi ces composés, les isoxazolines se sont révélées être une classe d'acaricides très efficace pour le contrôle des infestations de tiques chez les animaux domestiques et pourraient potentiellement être utilisées dans un contexte écologique plus large (**Zhou et al., 2021**).

#### 3.2. Les méthodes biologiques

L'utilisation des ennemis naturels des tiques, tels que les champignons entomopathogènes, constitue une méthode de lutte écologique et durable. Des espèces comme *Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana* ont démontré leur efficacité pour réduire les populations de tiques lors d'études contrôlées (**Kirkland et al., 2004**).

Cependant, leur application en milieu naturel soulève des difficultés, notamment en ce qui concerne leur survie et leur propagation dans différents écosystèmes (**Samish et al., 2004**).

#### 3.3. Les méthodes écologiques

Modifier l'environnement pour le rendre moins propice aux tiques implique des stratégies telles que la gestion de la végétation, les brûlis contrôlés et le contrôle des populations animales (**Diuk-Wasser et al., 2020**). De plus, La sensibilisation du public aux

mesures de protection individuelle, notamment l'utilisation de répulsifs et de vêtements appropriés imprégnés de perméthrine, constitue un élément essentiel de la gestion écologique (Mandli et al., 2022).

### **3.4. Les méthodes immunologiques**

Le développement de vaccins contre les tiques représente une avancée majeure dans la lutte contre ces parasites. Les recherches actuelles portent sur l'identification et la ciblerie des protéines clés impliquées dans la fixation des tiques et la transmission des agents pathogènes (Abbas et al., 2023). Ces vaccins visent non seulement à protéger l'hôte des piqûres de tiques, mais aussi à interrompre la transmission des agents pathogènes. Le développement de tels vaccins nécessite une compréhension approfondie de la biologie des tiques, des réponses immunitaires de l'hôte et des interactions complexes entre les tiques, les agents pathogènes et l'hôte.



# *Chapitre* **II**

## *Matériel et Méthodes*

## 1. Zone de l'étude

Deux zones distinctes, Tizi-Rached et Tadmaït ont été sélectionnées pour l'échantillonnage des tiques. Tadmaït est une commune de la daïra de Draâ Ben Khedda, située à 18 km à l'ouest de Tizi-Ouzou et à 85 km à l'est d'Alger. Sa localisation géographique est d'environ 36°44' de latitude nord et 3°54' de longitude est. La commune de Tizi-Rached se situe au centre de la wilaya de Tizi-Ouzou. Ses coordonnées géographiques sont environ 36° 40' 44" de latitude nord et 4° 12' 31" de longitude est (figure 11).

La région de Tademaït et Tizi-Rached, sont connues par leurs biodiversité riche et des paysages variés, où l'agriculture, notamment l'oléiculture, joue un rôle crucial dans l'économie locale. Ces régions se caractérisent par des étés chauds et des hivers frais. Les températures estivales à Tizi-Rached atteignent en moyenne 26°C, avec des pics dépassant 30°C, tandis que Tademaït présente des variations significatives, oscillant entre 23°C la nuit et 34°C durant la journée. Ces fluctuations thermiques influencent directement le stress hydrique des végétaux et les cycles agricoles. Les précipitations dans ces régions sont principalement concentrées durant la saison froide, avec une forte variabilité interannuelle. Les pluies automnales sont essentielles pour la recharge des nappes phréatiques et la reprise de la croissance végétale. Les vents jouent un rôle significatif dans le climat local, influençant l'évapotranspiration et la dispersion des pollens. Les brises de mer modèrent les températures durant l'été, tandis que des vents chauds comme le sirocco peuvent provoquer des hausses de température brutales. En hiver, les vents associés aux perturbations atlantiques apportent des précipitations, contribuant à la dynamique hydrique de la région ([www.weatherspark.com](http://www.weatherspark.com))



**Figure 11 :** En haut, emplacement des deux zones d'échantillonnage dans la wilaya de Tizi-Ouzou, en bas le refuge d'échantillonnage à Tizi-Rached (situé à 14 km de Tizi-Ouzou) et b : Tademaït (située au centre de Tizi-Ouzou).

## 2. Les chiens de l'étude

L'échantillonnage des tiques sur les chiens de Refuge de Tizi-Rached et sur les chiens domestique des propriétaires volontaires de la région de Tademaït s'est déroulé pendant le mois de Mars, Avril, Mai de l'année 2025.

Au total 16 chiens ont été prélevés : 14 chiens sauvages du refuge de Tizi-Rached dont 7 de race inconnue (croisé), 02 bergers, 02 Sloughi, 02 Caniches et un Malinois et pour Tademaït 02 chiens domestiques des deux races un berger et un malinois.

## 3. Déroulement de l'échantillonnage

Afin de visualiser les zones d'infestations des chiens par les tiques, un examen complet du corps de l'animal a été réalisé, et les tiques ont été extraites une par une à l'aide de petites pinces pour les tiques. Les tiques collectées de chaque chien ont été conservés dans de l'éthanol à 70 % dans des tubes codifiés et numérotés (figure 12).



**Figure 12 :** (1) localisation des tiques sur la tête du chien, (2) présence de tique sur le cou de l'animal, (3) présence de tique sur l'arrière de l'oreille de l'animal, (4) conservation des tiques dans l'éthanol à 70 % (Photo originale).

#### 4. Identification morphologique des tiques

Les analyses morphologiques ont été réalisées au laboratoire d'éco-épidémiologie parasitaire et de génétique des populations de l'Institut Pasteur d'Alger (LEEPGP).

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. L'identification

du genre des tiques a été faite selon la clé dichotomique de (**Moulinier, 2003**). Les caractères morphologiques de certaines parties du corps de la tique ont été bien visualisés :

- 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.
- Les yeux : s'ils existent.
- Les Plaques ventrales mâles : présence, nombre et forme.

La diagnose des espèces a été faite à l'aide du guide d'identification des espèces, comme la plaque adanale chez les mâles et sur la forme du scutellum et la morphologie de l'orifice génital chez les femelles d'**Estrada penna et al. (2004)**.



**Figure 13 :** Identification morphologique des tiques sous loupe binoculaire avec un agrandissement de x40,x20.

## 5. Inventaire des tiques présentes chez les chiens

### 5.1. Calcul de la richesse spécifique (ou totale)

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

### 5.2. Calcul de la fréquence centésimale ou abondance relative

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

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

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

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

### **5.3. Calcul des indices parasitaires**

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

- **La prévalence (P)** : C'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés ( $N$ ) par une espèce parasite ( $n$ ) au nombre d'individus examinés ( $H$ ).  $P (\%) = N/H \cdot 100$ .
- **L'abondance (A)** : Elle comprend au rapport du nombre total des individus d'une espèce parasite ( $n$ ) au nombre total des individus examinés ( $H$ ).  $A = n/H$ .

### **5.4. Calcul de l'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.  $I = n/N$

## **6. Détection moléculaire des agents pathogènes chez les tiques**

### **6.1. Extraction de l'ADN par la technique CTAB (bromure de cétyl-triméthyl-amonium)**

L'extraction de l'ADN a été effectuée selon les étapes suivantes :

- Lavage des tiques avec l'eau distillé.
- Fragmentation de chaque spécimen par une lyse mécanique en utilisant un piston stérile.
- La lyse chimique en rajoutant aux spécimens broyés 200 $\mu$ L de la solution CTAB et une solution de bêta mercaptoéthanol.
- Après homogénéisation au vortex, chaque spécimen est incubé une nuit dans un bain marie a 65C°.
- La purification de l'ADN a été effectuée le lendemain, en utilisant du chloroforme suivi d'une centrifugation à 12000tour/min.
- Le surnageant a été récupéré délicatement dans un nouveau tube eppendorf stérile, puis de l'isopropanol a été ajouté.

- Après centrifugation à 12000tour/min, de l'éthanol absolue a été ajouté dans chaque tube et recentrifuger une deuxième fois.
- L'éthanol a été éliminer par coup sec, et les tubes ont été laisser sécher une nuit.
- L'ADN a été élué dans du tampon d'éluion et conserver au congélateur à -20C°.

## 6.2. Dosage de l'ADN

Le dosage de l'ADN a été utilisé par Nanodrop (figure 14). 2  $\mu$ L d'ADN extrait sont déposés directement sur la surface optique du NanoDrop. Le logiciel intégré calcule automatiquement la concentration d'ADN dans l'échantillon en fonction de l'absorbance mesurée. Cette concentration est exprimée en nanogramme par microlitre (ng/ $\mu$ L). Cet appareil, nous a permis aussi d'évaluer la qualité et la pureté de nos échantillons en mesurant également l'absorbance à d'autres longueurs d'onde, comme 280 nm et 230 nm.

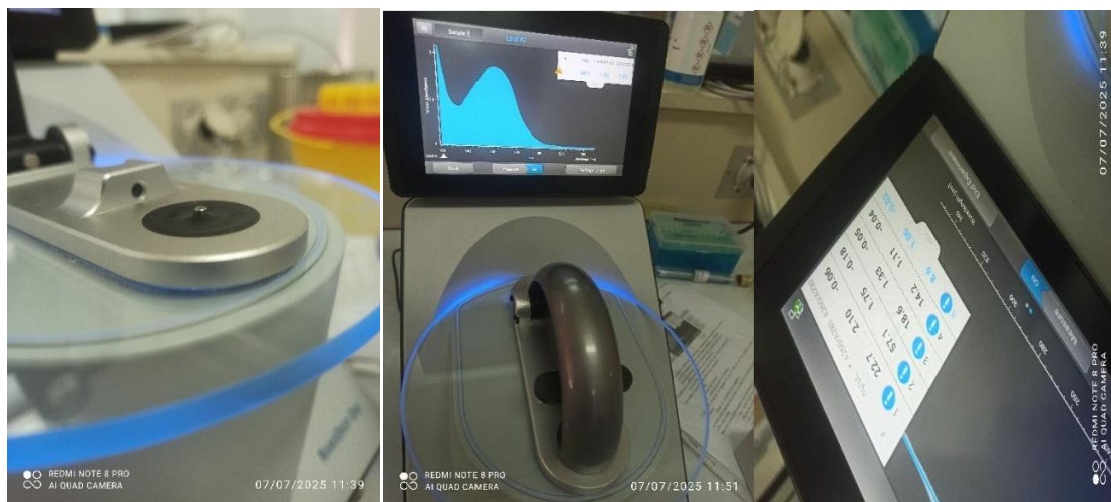


Figure 14 : Dosage de l'ADN par Nanodrop.

## 6.3. La polymerase chain reaction (PCR)

Cette technique permet d'amplifier rapidement et efficacement des fragments spécifiques d'ADN à partir de quantités minimales de matériel génétique initial.

Pour la détection des tiques infectés par *Rickettsia sp.*, *Borrelia sp.*, *Babesia sp.* et *Anaplasma sp.* quatre gènes différents ont été utilisés : CS-877 et CS-1258 pour la détection de *Rickettsia sp.*, OspA pour la détection de *Borrelia sp.*, BAB G2 pour la détection de *Babesia sp.* et le gène apa G pour la détection d'*Anaplasma sp.*

Vu le grand nombre des tiques collectés, les extraits d'ADN ont été poolés, et chaque pool contenait 5 extraits d'ADN. Nous avons testé 35 pools d'ADN pour la détection de chaque pathogène.

Les réactions d'amplification ont été effectuées dans un volume de 25µl. Le mélange réactionnel a été composé de 5µl d'ADN extrait, de 25mM de MgCl<sub>2</sub>, 25µM de chaque amorce, 10mM de dNTP et 2U de la Taq polymérase et de l'eau. Des témoins positif et négatif ont été utilisés dans chaque réaction de PCR. Les conditions d'amplification étaient les suivantes : dénaturation à 95°C 5minutes, 35 à 40 cycles de dénaturation à 94°C pendant 30sec, une hybridation entre 55°C à 60°C pendant 30sec, une extension à 72°C 1 minute, suivies d'une extension finale à 72°C pendant 7 minutes. Le tableau 1, résume les 4 amorces utilisés pour la détection de chaque agent pathogène.

Les produits PCR-ont été séparés en fonction de leur taille sur un gel d'agarose 1%.

**Tableau 1 :** Caractéristique des gènes de l'étude pour la détection de : *Rickettsia sp.*, *Borrelia sp.*, *Babesia* et *Anaplasma* (F : forward, R reverse), en utilisant la PCR.

Agent pathogène	Séquence ciblée	Nom de l'amorce	Séquence	Taille (pb)	Référence
<i>Rickettsia sp.</i>	gtlA	CS-877F	(5'GGGGGCCTGCTCACGGCGG3')	389pb	(Tamekuni et al., 2011)
		CS-1258R	(5'ATTGCAAAAAGTACAGTGAACA3')		
<i>Borrelia sp.</i>	OspA	OspA149F	(5'TTATGAAAAAATATTTATTGGGAAT3')	170pb	(Nocton et al., 1994)
		OspA319R	(5'CTTTAAGCTCAAGCTTGTCTACTGT3')		
<i>Babesia</i>	BAB G2	BAB GF2	(5'GYYYTTGTAATTGGAATGATGG 3')	559pb	(Bonnet et al., 2007)
		BAB GR2	(5' CCAAAGACTTTGATTTCTCTC 3')		
<i>Anaplasma sp.</i>	EHR16S	EHR16SD	(5' GGTACCYACAGAAGAAGTCC3')	345pb	(Parola et al., 2000)
		EHR16SR	(5' TAGCACTCATCGTTTACAGC3')		

#### 6.4. La qPCR (la PCR en temps réel)

La qPCR est une extension de la PCR qui permet une quantification précise de l'ADN dans les échantillons. Elle utilise des sondes fluorescentes ou des colorants tels que le SYBR Green pour détecter et quantifier l'amplification de l'ADN spécifique en temps réel.

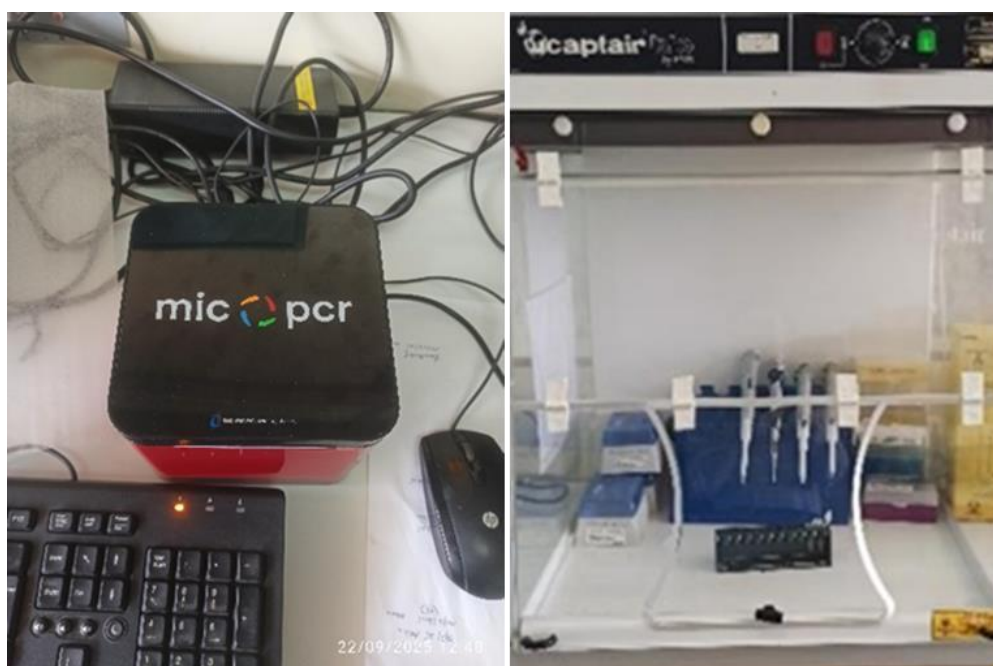
La PCR en temps réel a été réalisée par l'automate "mic PCR" piloté par un ordinateur, qui permet de suivre en temps réel l'amplification de l'ADN. Les résultats sont exprimés en nombre de cycles requis pour que la quantité d'ADN amplifiée soit détectable (ct). Ainsi, si la quantité initiale d'ADN est faible, le nombre de cycles requis sera élevé (ct

élevé), et si la quantité initiale d'ADN est élevé, le nombre de cycles requit sera faible (ct faible).

Les réactions d'amplification ont été effectuées dans un volume de 25µl de la même façon que la PCR en utilisant d'autres amorces et une sonde spécifique pour chaque pathogène. Le tableau 2, résume les 4 amorces utilisés pour la détection de chaque agent pathogène, ainsi que les sondes utilisées (figure 15).

**Tableau 2 :** Caractéristique des gènes de l'étude pour la détection de : *Rickettsia sp.*, *Borrelia sp.*, *Babesia* et *Anaplasma* (F : forward, R reverse), en utilisant la qPCR.

Agent pathogène	Séquence ciblée	Nom de l'amorce	Séquence	Taille (pb)	Référence
<i>Rickettsia sp.</i>	gtIA	F	(5' GTGAATGAAAGATTACACTATTTA T3')	150pb	(Diarra et al., 2020)
		R	(5' GTATCTTAGCAATCATTCTAATAG C3')		
		Sonde	6FAM-CTATTATGCTTGCGGCTGTCGGTTC-TAMRA		
<i>Borrelia sp.</i>		TTB23SF	(5'CGATACCAGGGAAGTGAAC 3')	150pb	(Courtney et al., 2004)
		TTB23SR	(5ACAACCCYATAAATGCAACG' 3')		
		Sonde	6FAM-CTATTATGCTTGCGGCTGTCGGTTC-TAMRA		
<i>Babesia</i>		TTBab-550F	(5' GTAGGGAATTGGCCTACCG 3')	151pb	(Teal et al., (2012)
		TTBab-700R	(5'TTCTTGTCACCTCCCTGTG3')		
		Sonde	6FAM-CATCTAAGGAAGGCAGGCGGCGGT-TAMRA		
<i>Anaplasma</i>		Aph-apaGF	(5' TAAGCGCAGTTGGAAGATCA3')	77 pb	(Courtney et al., 2004)
		Aph-apaGR	(5' CGGCACATCCACATAAAACA 3')		
		Sonde	6-FAM-TGATGAACGGCTGGTATCAG-TAMRA		



**Figure 15 :** Préparation des mix pour la PCR et la qPCR.

### 6.5. Lecture des résultats

Pour la PCR, la lecture du gel se fait par l'utilisation d'un Trans-illuminateur sous ultra-violet (UV) dans une chambre noire.

Pour la qPCR, la lecture se fait en temps réel directement sur ordinateur.



# *Chapitre* **III**

## *Résultats*

## 1. Distribution des Tiques collectées

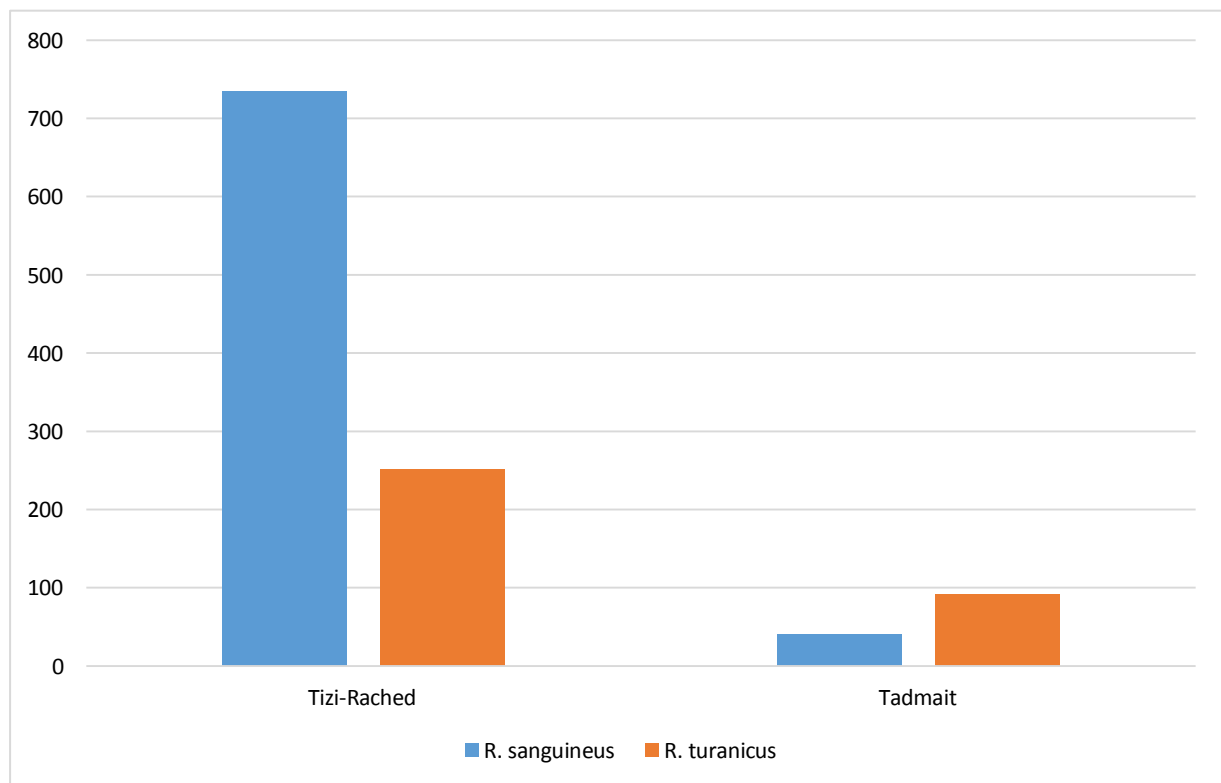
### 1.1. Répartition des tiques de l'étude selon la zone et les espèces identifiées

Au total 1117 tiques ont été collectées des deux régions de l'étude, 985 tiques à Tizi-Rached, soit une fréquence de 88,18% et 132 à Tademaït soit une fréquence de 11,82%.

Seulement deux espèces de tiques ont été identifiées morphologiquement : *R. sanguineus s.l (senso lato)* et *R. turanicus*.

Dans les deux régions de l'étude, l'espèce *R. sanguineus* été la plus abondante avec une prévalence de 69,38%, suivie par 30,62% de *R. turanicus*.

La répartition des tiques selon la région et les espèces identifiées est illustrée dans la figure 16.



**Figure 16** : Distribution des tiques identifiées selon la région.

Par ailleurs, à Tizi-Rached, *R. sanguineus s.l* été prioritaire (74,52%), alors qu'à Tadmait *R. turanicus* été la plus abondante (68,94%), (figure 17).

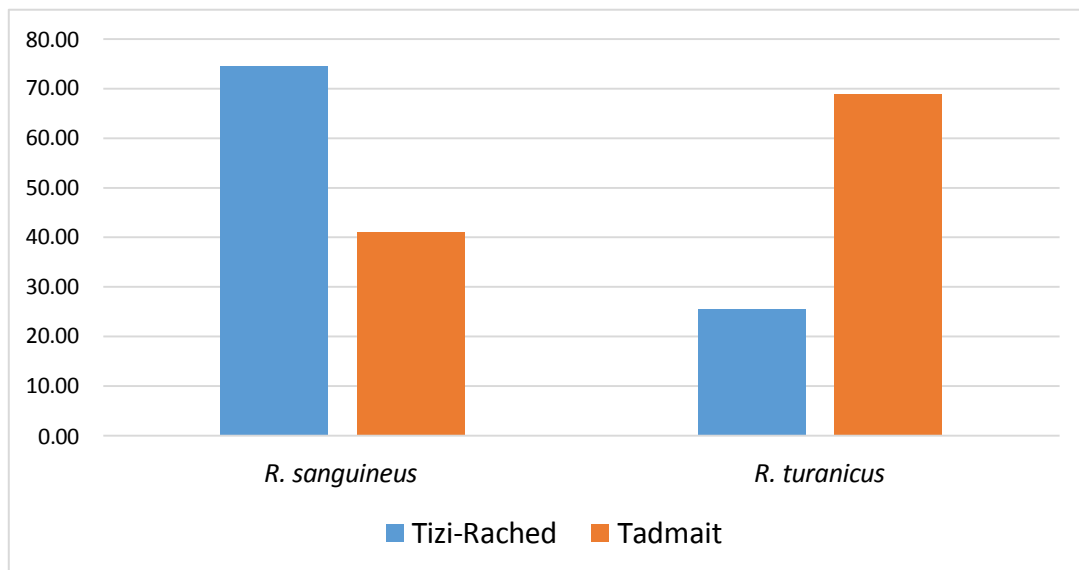


Figure 17 : Distribution des tiques selon les espèces.

### 1.2. Répartition des tiques de l'étude selon le sexe

636 mâles (57%) et 481 femelles (43%) ont été identifiés sur la base des critères d'identifications anatomique. Le sexe ratio été légèrement en faveur des mâles (1,3).

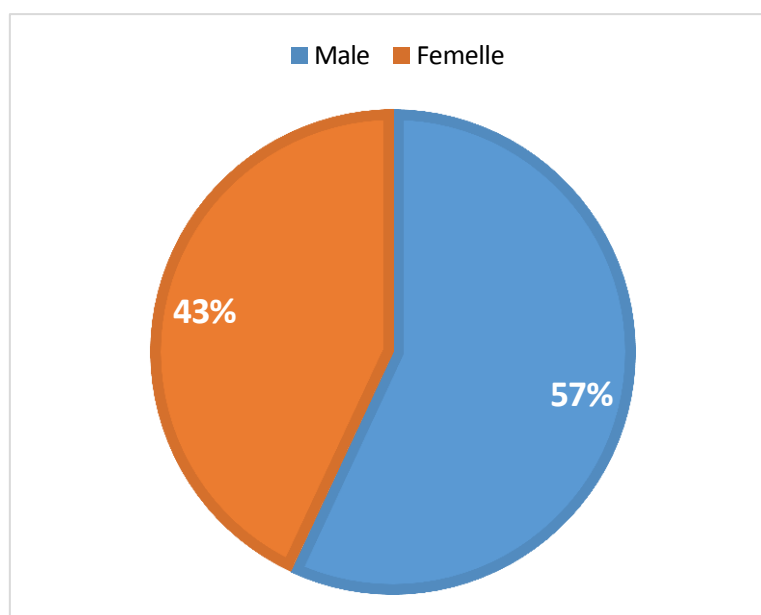
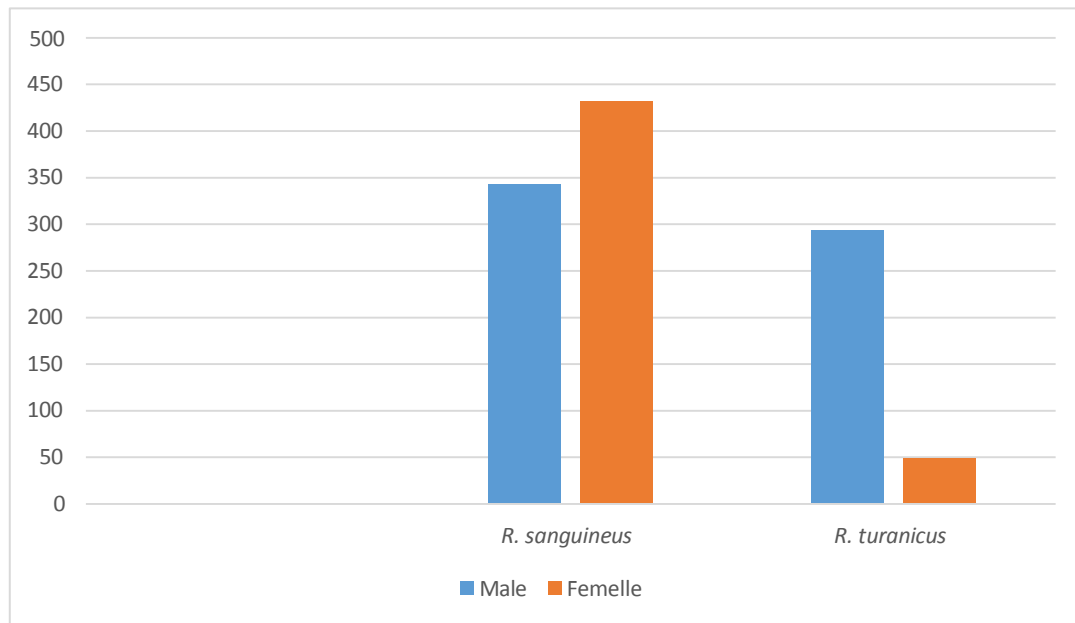


Figure 18 : Distribution des tiques selon le sexe.

La distribution détaillée des deux espèces de tiques identifiées selon le sexe est illustrée dans la figure 19. *R. sanguineus s.l* femelle semble prioritaire chez les chiens de notre étude avec 432 spécimens collectés par rapport à *R. turanicus* (49 spécimens femelles collectés). De même, *R. sanguineus s.l* mâle est prioritaire chez les chiens de notre étude avec 343 spécimens collectés par rapport à *R. turanicus* (293 spécimens mâles collectés).



**Figure 19 :** Distribution des deux espèces de tiques selon le sexe.

Afin de vérifier la corrélation entre le sexe de la tique et les espèces identifiées (*R. sanguineus s.l* et *R. turanicus*) chez les chiens, nous avons réalisé une analyse statistique Anova à un facteur. Aucune différence significative n'a été trouvée ( $p \gg \gg 0,05$ ), (Figure 20).

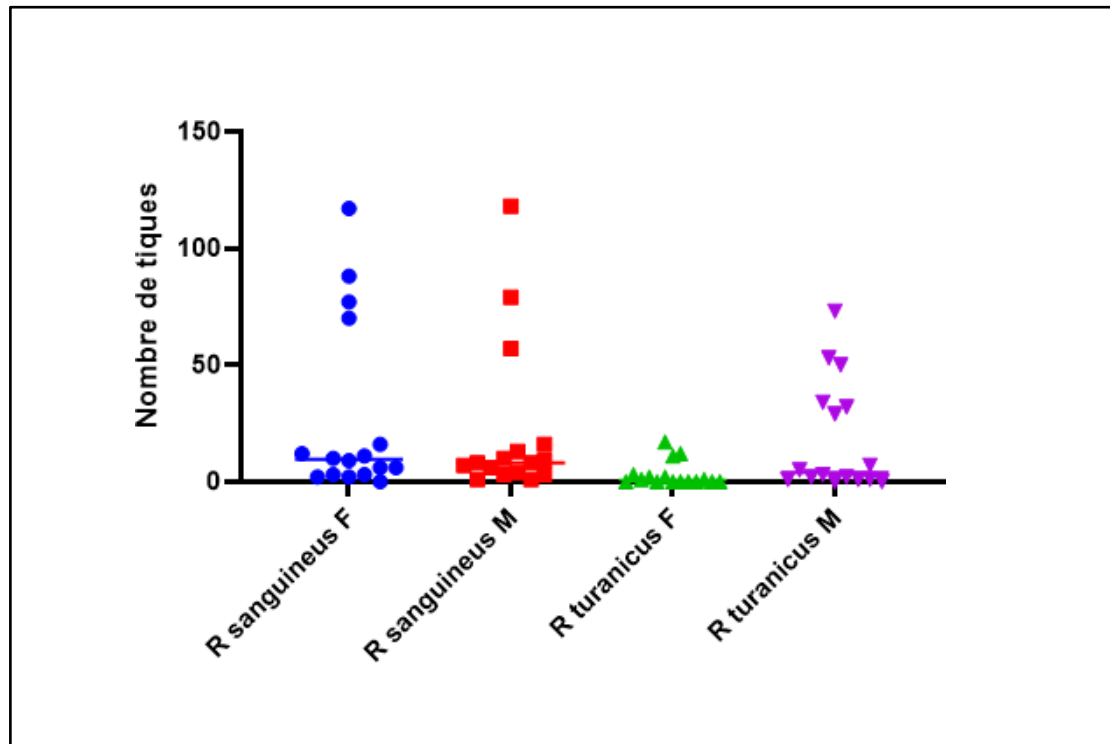


Figure 20 : Distribution des deux espèces de tiques identifiées selon le sexe.

## 2. Détection moléculaire des différents agents pathogènes infectés par les tiques de chiens

Sur les 1117 tiques collectées, 315 tiques choisis au hasard des deux espèces ont été sélectionnés pour l'extraction de l'ADN : 183 espèces de *R. sanguineus s.l* (97 femelles et 86 mâles) et 132 espèces de *R. turanicus* (34 femelles 98 mâles). Les extractions ont été réalisées individuellement.

### 2.1. Etude de la qualité d'ADN extrait

La quantité d'ADN extraites des 315 tiques a variée entre 9,14ng/μL et 3998ng/μL, ce qui reflète une concentration très élevée de l'ADN. L'analyse statistique a montré que 75% des échantillons avaient une concentration de 50ng/μL (Figure 21). Les deux rapports A260/A280 et A260/A230 évaluent la qualité de l'ADN extrait. D'après nos résultats (figure 21), les ADN extraits n'étaient pas contaminés ni par le phénol, ni par les protéines.

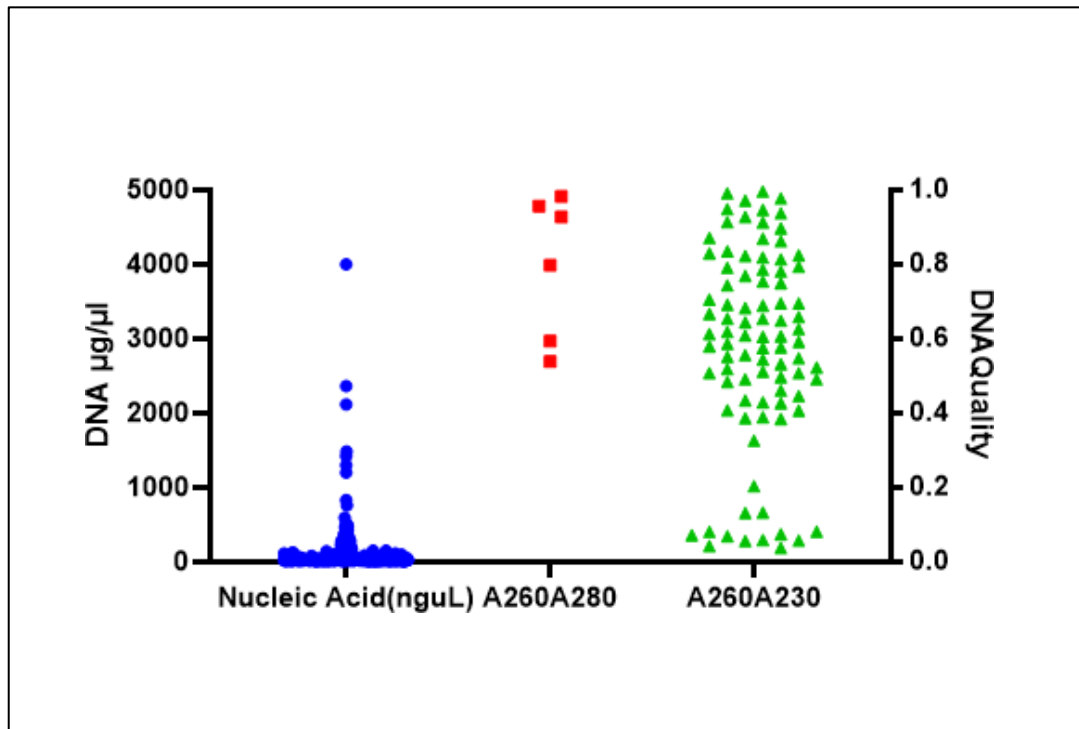


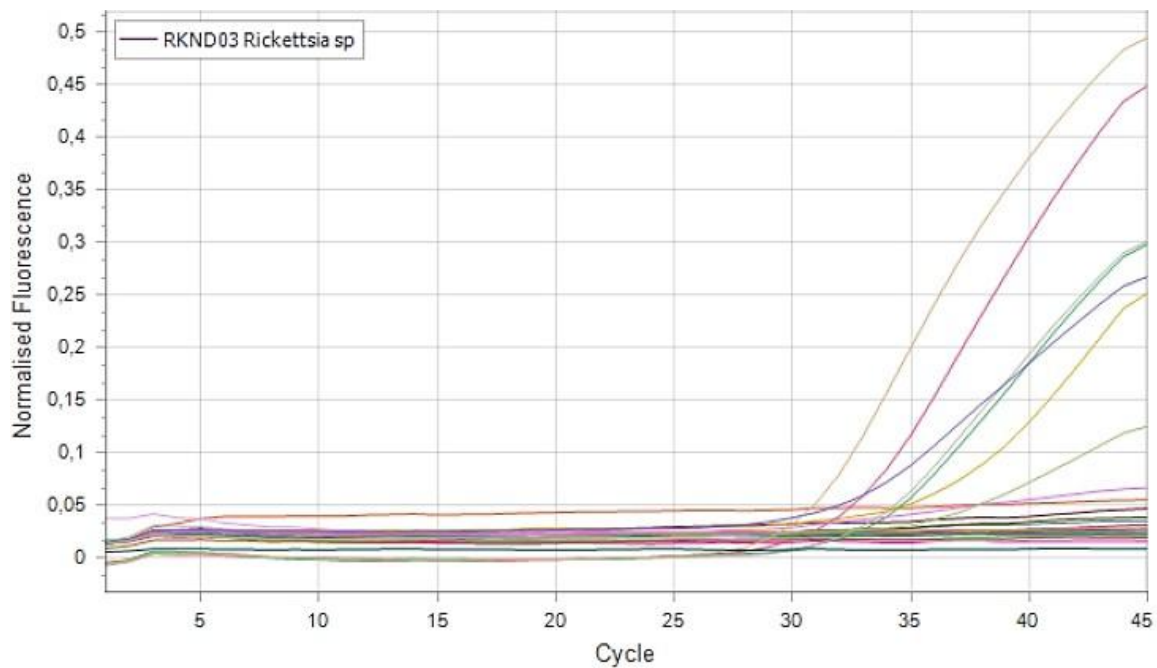
Figure 21 : Distribution des ADNs extraits des différentes espèces de tique.

## 2.2. Détection moléculaire des quatre agents pathogènes par PCR

Aucune détection des quatre gènes amplifiés par PCR n'a été observée sur les 35 pools d'extraits d'ADN des différentes espèces de tiques.

## 2.3. Détection moléculaire des quatre agents pathogènes par qPCR

Sur les 35 pools d'extraits d'ADN des deux espèces de tiques, 6 pools ont été trouvés positifs aux *Rickettsia sp.* Soit 17,14% d'infection. Les résultats de la visualisation de la fluorescence sont rapportés dans la figure 22. Par ailleurs, les 35 pools d'ADN de tiques étaient indemnes des trois autres pathogènes à savoir : *Borrelia*, *Babesia* et *Anaplasma*.



Well	Colour	Cq	Efficiency	Efficiency R <sup>2</sup>	Result
<b>pool27</b>					
8	■	-	-	-	Excluded
<b>pool28</b>					
9	■	-	-	-	Excluded
<b>pool29</b>					
10	■	-	-	-	Excluded
<b>pool30</b>					
11	■	-	-	-	Excluded
<b>pool31</b> $\bar{x} = 31,74 \sigma = 0,00$					
12	■	31,74	0,54	0,99930	
<b>pool40</b> $\bar{x} = 33,40 \sigma = 0,00$					
21	■	33,40	0,51	0,99733	
<b>pool41</b>					
22	■	-	-	-	Excluded
<b>pool42</b>					
23	■	-	-	-	Excluded
<b>T-</b>					
25	■	-	-	-	Excluded
<b>T+</b> $\bar{x} = 30,22 \sigma = 0,00$					
24	■	30,22	0,71	0,99852	

Figure 22 : Aperçu de la détection de *Rickettsia sp.* Par qPCR.



# *Chapitre* **IV**

## *Discussion*

## 1. Discussion des résultats exploités par les indices écologiques

### 1.1. Discussions des résultats exploités par la richesse spécifique (S)

La collecte des tiques a été effectuée dans deux différentes régions de Tizi-Ouzou durant trois mois (Mars, Avril, Mai) de l'année 2025. Elle nous a permis de collecter 1117 tiques qui appartiennent à deux espèces à savoir *Rhipicephalus sanguineus s.l* et *Rhipicephalus Turanicus* présentent dans à Tizi-Rached et Tademaït. En termes de richesse spécifique, nos résultats concordent avec les résultats obtenus par **Abdessamed et Yamouchene (2024)** qui ont collecté 376 tiques sur toutes les animaux domestiques présent dans les refuges (Tizi-Rached même que notre zone d'études : chien et chats ; DBK : bovin et autre animaux domestique).

Il y a aussi l'étude réalisé à Tizi-Ouzou **Benchabane et Soudani (2021)** qui ont collecté 457 tiques dans les régions suivants (Makouda, Timizart, Mekla, Béni Douala et Ain El Hammam) sur les bovins, caprins, chiens et chats dont la richesse spécifique est supérieur à la nôtre avec 4 espèces trouvé sur les chiens : *Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus sp.* Et 6 espèces sur totalité des individus échantillonnées à savoir : *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sp.*, *Hyalomma detritum detritum*, *Hylomma sp.* Et *Ixodes ricinus*.

Et l'étude de **BOUHERAOUA Cherifa (2017)** dans la wilaya d'Alger qui a porté sur un totale de 401 carnivores domestiques (chien et chat). 19 chiens sont porteurs des tiques avec une richesse spécifique d'une espèce qui est : *Rhipicephalus sanguineus*.

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

Notre étude a montré que dans les deux régions, l'espèce *R. sanguineus* été la plus abondante avec une prévalence de (69,38%), suivie par (30,62%) de *R. turanicus*. Par ailleurs, à Tizi-Rached, *R. sanguineus s.l* été la plus fréquente dans notre échantillon avec un taux de (74,52%), alors qu'à Tadmaït, *R. turanicus* été la plus abondante (68,94%), ce qui concorde avec les études de **Abdessamed et Yamouchene (2024)**, Qui ont rapportés une fréquence presque similaire de (70.21%) sur l'espèce *Rhipicephalus turanicus*. et (29.79%) de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus*, sans précision exact sur l'hôte examiné.

Et concernant l'étude de **BOUHERAOUA Cherifa (2017)** sur un total de 19 chiens dans la willaya d'Algérie elle a trouvé ces résultats suivant : *Rhipicephalus sanguineus* avec un taux d'infestation de (39%).

### 1.3. Discussion des résultats de la PCR en temps réel

Dans notre étude portée sur les 35 pools d'extraits d'ADN des deux espèces de tiques, 6 pools ont été trouvés positifs aux *Rickettsia sp.* Soit 17,14% d'infection. Par ailleurs, les 35 pools d'ADN de tiques étaient indemnes des trois autres pathogènes à savoir : *Borrelia*, *Babesia* et *Anaplasma*. Ce taux est certainement doit être plus important vu le grand nombre de tiques que nous avons récolté (1117 tiques).

## 2. Le rôle de c'est agents pathogènes et leurs rôles dans la transmission des maladies

**Rickettsia sp.** : Les bactéries du genre *Rickettsia* sont responsables de diverses rickettsioses, notamment la fièvre pourprée et le typhus. Elles sont transmises principalement par des arthropodes comme les tiques et provoquent des fièvres aiguës accompagnées de symptômes systémiques graves, pouvant être mortelles sans traitement (**Ngnindji-Youdje et al., 2022**).

**Borrelia** : Les bactéries du genre *Borrelia* incluent des espèces responsables de la maladie de Lyme (*Borrelia burgdorferi*), et des fièvres récurrentes. Elles sont transmises par des tiques et provoquent des symptômes variés, allant de lésions cutanées à des atteintes neurologiques et articulaires chroniques (**Aliota et al., 2014**).

**Babesia** : Les protozoaires du genre *Babesia* causent la babésiose, une maladie parasitaire transmise par les tiques. Cette infection attaque les globules rouges, entraînant des symptômes similaires à ceux du paludisme, tels que fièvre, anémie et, dans les cas graves, une défaillance multiviscérale (**Ngnindji-Youdje et al., 2022**).

**Anaplasma** : Les bactéries du genre *Anaplasma*, comme *Anaplasma phagocytophilum*, provoquent l'anaplasmose granulocytaire humaine. Transmises par les tiques, elles infectent les globules blancs, entraînant fièvre, fatigue et complications graves chez les patients immunodéprimés (**Jahfari et al., 2014**).

**Avantage de la qPCR par rapport à la PCR standard** : La qPCR (PCR quantitative en temps réel) offre plusieurs avantages par rapport à la PCR standard.

- Elle permet une détection rapide et précise des agents pathogènes grâce à la quantification en temps réel de l'ADN cibler.
- Elle est plus sensible et spécifique, avec une capacité à détecter des quantités infimes d'ADN, même dans des échantillons complexes.
- La qPCR réduit le risque de contamination croisée grâce à l'absence de manipulation post-amplification.
- Elle permet l'analyse simultanée de plusieurs cibles dans un même échantillon (multiplexage), ce qui est particulièrement utile pour les pathogènes transmis par les tiques (Shen *et al.*, 2018 ; Mutai *et al.*, 2019 ; Masségliia *et al.*, 2024).



# *Conclusion et perspectives*

Notre travail consiste à identifier les différents ectoparasites chez les chiens dans la région de Tizi-Ouzou et également la recherche des agents pathogènes que véhiculent les tiques.

Notre échantillonnage effectué dans deux stations (Tadmait et Tizi- Rached), dans la période de 3 mois Mars, Avril, Mai avec une fréquence de 3 fois par semaine a permis d'échantillonner 16 chiens au total 14 dans le refuge de Tizi-Ouzou et 2 chez le particulier Tadmait et de récolter 1117 individus de tiques dont 481 femelles et 636 mâles. Ces individus sont essentiellement représentés par deux espèces : *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus*. Les tiques se nourrissent du sang des vertébrés, ce sont donc des ectoparasites. Elles peuvent transmettre des maladies à leur hôte ou capable de mettre en danger la santé humaine. Les abondances relatives des espèces échantillonnées dans les deux régions de Tizi-Ouzou sont de l'ordre de 69,38% et 30,62% respectivement pour les deux espèces *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus turanicus*.

L'analyse des résultats de la qPCR a révélé la présence d'un seul agent pathogène *Reckettisia* sp dans les deux espèces identifiées. Cela démontre que les deux espèces de tiques *sanguineus* et *Rhipicephalus turanicus* peuvent transmettre des agents pathogènes comme le *Reckettisia* et ces tiques peuvent ainsi transmettre cet agent accidentellement à l'être humaine.

La raison de la moque de chien chez les particuliers c'est qu'on a trouvé des difficultés à avoir la permission et la collaboration pour approcher les chiens et faire nos prélèvements.

La raison de la tunique des pôles c'est de minimiser les réactifs et optimiser le temps des tests pour avoir une rapidité à cause de la période de test qui est assez courte.

En perspective il faut faire des campagnes de sensibilisations qui concernent toutes les personnes qui élèvent un chien sur le sujet des ectoparasites et les méthodes de lutte.

Il faut sensibiliser sur le bénéfice de la prévention de ces tiques pour le chien.

Il faut aussi les sensibiliser sur le pouvoir pathogène de ces ectoparasites et notre rôle en tant que étudiants de participer ou bien d'aider à mieux faire des recherches et faire progresser l'étude dans son ensemble.



# *Références bibliographiques*

- **Abbas, M. N., Jmel, M. A., Mekki, I., Dijkgraaf, I., & Kotsyfakis, M. (2023).** Recent advances in Tick antigen discovery and Anti-Tick vaccine development. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4969. <https://doi.org/10.3390/ijms24054969>
- **Abdessamed, S. T., & Yamouchene, L. (2024, September 17).** Détection moléculaire de *Rickettsia sp* et *Coxiella burnetii* chez les tiques et les puces dans la région de Tizi-Ouzou. <https://dspace.ummo.dz/items/1687be2d-68da-48ca-a6f8-8b963534e443>.
- **Aliota, M. T., Dupuis, A. P., Wilczek, M. P., Peters, R. J., Ostfeld, R. S., & Kramer, L. D. (2014).** The prevalence of zoonotic Tick-Borne pathogens in *Ixodes Scapularis* Collected in the Hudson Valley, New York State. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 14(4), 245-250. <https://doi.org/10.1089/vbz.2013.1475>
- **Asyikha, R., Mohd-Taib, F. S., Ishak, S. N., Jing, K. J., & Sulaiman, N. (2022b).** Description of ticks species from *Rattus tiomanicus* in Mangrove Forests through scanning electron microscopy. *Systematic and Applied Acarology*. <https://doi.org/10.11158/saa.27.6.6>
- **Baker, G. T. (1997).** Spiracular Plate of Nymphal and Adult Hard Ticks (Acarina: Ixodidae): Morphology and Cuticular Ultrastructure. *Invertebrate Biology*, 116(4), 341. <https://doi.org/10.2307/3226866>
- **Bandaranayaka, K. O., Apanaskevich, D. A., & Rajakaruna, R. S. (2016).** Life cycle of *Amblyomma integrum* (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 69(3), 335-345. <https://doi.org/10.1007/S10493-016-0034-5>
- **Beati, L., & Klompen, H. (2019).** Phylogeography of ticks (Acari: Ixodida). *Annual Review of Entomology*, 64, 379-397. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043027>
- **Benchabane, M., & Soudani, M. (2021, July 15).** Inventaire des tiques (Acari : Ixodidae) parasites des animaux domestiques dans la région de Tizi-Ouzou. <https://dspace.ummo.dz/items/cf4db316-cd45-47a0-9880-4e1a59334935>
- **Benikhlef, R., Eddaikra, N., Beneldjouzi, A., Dekar, M., Hamrioui, L., Brahmi, K., Bencherifa, S., & Sereno, D. (2025).** Detection of Leishmania DNA in Ticks and Fleas from Dogs and Domestic Animals in Endemic Algerian Provinces. *Preprints*. <https://doi.org/10.20944/preprints202509.1342.v1>

- Casjens, S., Palmer, N., Van Vugt, R., Huang, W. M., Stevenson, B., Rosa, P., Lathigra, R., Sutton, G., Peterson, J., Dodson, R. J., Haft, D., Hickey, E., Gwinn, M., White, O., & Fraser, C. M. (2000). A bacterial genome in flux: the twelve linear and nine circular extrachromosomal DNAs in an infectious isolate of the Lyme disease spirochete *Borrelia burgdorferi*. *Molecular Microbiology*, 35(3), 490-516. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2958.2000.01698.x>
- Chen, X., Yu, Z., Guo, L., Li, L., Meng, H., Wang, D., Liu, R., & Liu, J. (2012). Life cycle of *Haemaphysalis doenitzi* (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions and its phylogeny based on mitochondrial 16S rDNA. *Experimental and Applied Acarology*, 56(2), 143-150. <https://doi.org/10.1007/S10493-011-9507-8>
- Chen, Z., Li, Y., Liu, Z., Yang, J., & Yin, H. (2012). The life cycle of *Hyalomma rufipes* (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 56(1), 85-92. <https://doi.org/10.1007/S10493-011-9490-0>
- Chitimia-Dobler, L., Mans, B. J., Handschuh, S., & Dunlop, J. A. (2022). A remarkable assemblage of ticks from mid-Cretaceous Burmese amber. *Parasitology*, 149(6), 1-36. <https://doi.org/10.1017/S0031182022000269>
- Coley, K. (2015). *Identification Guide to Larval Stages of Ticks of Medical Importance in the USA*. <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1119&context=honors-theses>
- Costa, G. C. A., Soares, A. C., Pereira, M. H., Pereira, M. H., Gontijo, N. F., Gontijo, N. F., Sant'Anna, M. R. V., Araújo, R. N., & Araújo, R. N. (2015). Life cycle of *Ornithodoros rostratus* (Acari: Argasidae) ticks feeding on mice under laboratory conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 66(1), 53-61. <https://doi.org/10.1007/S10493-015-9888-1>
- Dajoz, R. (1975). *Précis d'écologie*. Ed. Dunod.
- Demir, F., Karabay, N., Albayrak, B., Arslan, S., & Keskin, A. (2024). Histological structures of the midguts of adult *Rhipicephalus bursa* and *Rhipicephalus turanicus* ticks (Acari: Ixodidae). *Acarological Studies*. <https://doi.org/10.47121/acarolstud.1413494>

- **Diuk-Wasser, M. A., VanAcker, M. C., & Fernandez, M. P. (2020).** Impact of land use changes and habitat fragmentation on the eco-epidemiology of Tick-Borne diseases. *Journal of Medical Entomology*, 58(4), 1546-1564. <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa209>
- **Dubie, T. R., Grantham, R. A., Coburn, L., & Noden, B. H. (2017).** Pictorial Key for Identification of Immature Stages of Common Ixodid Ticks Found in Pastures in Oklahoma. *Southwestern Entomologist*, 42(1), 1-14. <https://doi.org/10.3958/059.042.0101>
- **Estrada-Peña, A., D'Amico, G., Palomar, A. M., Dupraz, M., Fonville, M., Heylen, D., Habela, M. A., Hornok, S., Lempereur, L., Madder, M., Nuncio, M. S., Otranto, D., Pfäffle, M., Plantard, O., Santos-Silva, M. M., Sprong, H., Vatansever, Z., Vial, L., & Mihalca, A. D. (2017).** A comparative test of ixodid tick identification by a network of European researchers. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 8(4), 540-546. <https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2017.03.001>
- **Estrada-Peña, A., Pfäffle, M., Baneth, G., Kleinerman, G., & Petney, T. N. (2017).** Ixodoidea of the Western Palaearctic: A review of available literature for identification of species. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 8(4), 512-525. <https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2017.02.013>
- **Gibbs, R. A. (1990).** DNA amplification by the polymerase chain reaction. *Analytical Chemistry*, 62(13), 1202-1214. <https://doi.org/10.1021/ac00212a004>
- **Ginsberg, L., Malik, O., Kenton, A. R., Sharp, D., Muddle, J. R., Davis, M. B., Winer, J. B., Orrell, R. W., & King, R. H. (2004).** Coexistent hereditary and inflammatory neuropathy. *Brain: a journal of neurology*, 127(Pt 1), 193-202. <https://doi.org/10.1093/brain/awh017>.
- **Jahfari, S., Coipan, E., Fonville, M., Van Leeuwen, A. D., Hengeveld, P., Heylen, D., Heyman, P., Van Maanen, C., Butler, C., Földvári, G., Szekeres, S., Van Duijvendijk, G. V., Tack, W., Rijks, J., Van Der Giessen, J. V. D., Takken, W., Van Wieren, S. V., Takumi, K., & Sprong, H. (2014).** Circulation of four *Anaplasma phagocytophilum* ecotypes in Europe. <https://www.semanticscholar.org/paper/Circulation-of-four-Anaplasma-phagocytophilum-in-jahfari-Coipan/1205b4d18f5edc9adc3e562662433c7fc7d4f274>
- **Kang, H., Bradley, M. J., Cao, W., Zhou, K., Grintsevich, E. E., Michelot, A., Sindelar, C. V., Hochstrasser, M., & De La Cruz, E. M. (2014).** Site-specification release drives actin filament severing by vertebrate cofilin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(50), 17821-17826. <https://doi.org/10.1073/pnas.1413397111>

- **Kazimírová, M., Thangamani, S., Bartíková, P., Hermance, M., Holíková, V., Štibrániová, I., & Nuttall, P. A. (2017).** Tick-Borne viruses and biological processes at the Tick-Host-Virus interface. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2017.00339>
- **Kirkland, B. H., Cho, E.-M., & Keyhani, N. O. (2004).** Differential susceptibility of *Amblyomma maculatum* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) to the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Biological Control*, 31(3), 414-421. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.07.006>
- **Kirkland, L. E., Herr, K. C., & Adams, P. M. (2004).** A different perspective for the Mars rover “Opportunity” site : Fine-grained, consolidated hematite and hematite coatings. *Geophysical Research Letters*, 31(5). <https://doi.org/10.1029/2003gl019284>
- **Kramer, M. F., & Coen, D. M. (2006).** Enzymatic Amplification of DNA by PCR: Standard Procedures and Optimization. *Current Protocols in Cytometry*, 37(1). <https://doi.org/10.1002/0471142956.cya03ks37>
- **Kumar, A., O’Bryan, J., & Krause, P. (2021).** The global emergence of human babesiosis. *Pathogens*, 10(11), 1447. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111447>
- **Kumar, P., Singh, S., Sharma, A., et al. (2021).** *Arundo donax* L. : Aperçu de son importance traditionnelle et ethnométricale, de sa phytochimie et de ses aspects pharmacologiques. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 10, 269-280. <https://doi.org/10.34172/jhp.2021.31>
- **Lee, J., Wijesinghe, R. E., Jeon, M., & Kim, J. (2022).** Non-destructive morphological observation of anatomical growth process in *Haemaphysalis Longicornis* tick specimens using optical coherence tomography. *Technology and Health Care*, 30, 61-70. <https://doi.org/10.3233/thc-228006>
- **Lees, A. D., & Bowman, C. (2007).** The water relations of the tick *Ixodes Ricinus*. *Journal of Experimental Biology*, 75(1), 1-19.
- **Marie-Edith Nepveu-Traversy et al. (2024).** Nepveu-Traversy, M. E., Fausther-Bovendo, H., & Babuadze, G. G. (2024). Human Tick-Borne Diseases and Advances in Anti-Tick Vaccine Approaches: A Comprehensive Review. *Vaccines*, 12(2), 141. <https://doi.org/10.3390/vaccines12020141>

- **Mangold, A. J., & Guglielmono, A. A. (1993).** The life cycle of *Amblyomma pseudoparvum* (Acari: Ixodidae) in the laboratory. *Experimental and Applied Acarology*, 17(5), 377-380. <https://doi.org/10.1007/BF00058600>
- **Mans, B. J. (2023).** Paradigms in tick evolution. *Trends in Parasitology*, 39(6), 475-486. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2023.03.011>
- **Mapholi, N. O., Marufu, M. C., Maiwashe, A., Banga, C. B., Muchenje, V., MacNeil, M. D., Chimonyo, M., & Dzama, K. (2014).** Towards a genomics approach to tick (Acari: Ixodidae) control in cattle: A review. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5(5), 475-483. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.04.006>
- **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 Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*, 68(1), 131-133.
- **Masségia, S., René-Martellet, M., Rates, M., Hizo-Teufel, C., Fingerle, V., Margos, G., & Bailly, X. (2024).** Development and validation of a multi-target TaqMan qPCR method for detection of *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Journal of Microbiological Methods*, 222, 106941. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2024.106941>
- **Masoodi, K. Z., Lone, S. M., & Rasool, R. S. (2020).** Polymerase chain reaction (PCR). Dans Elsevier eBooks (p. 109-116). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-824449-4.00019-0>
- **Montasser, A. A. (2010).** The fowl tick, *Argas (Persicargas) persicus* (Ixodoidea: Argasidae): Description of the egg and redescription of the larva by Scanning Electron Microscopy *Experimental And Applied Acarology*, 52(4), 343361. <https://doi.org/10.1007/s10493-010-9377-5>.
- **Mutai, B., Njaanake, K., Gathii, K., Estambale, B., & Waitumbi, J. (2019).** A duo 4-Plex real time PCR for detection of eight Tick-Borne zoonoses in Kenya. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Duo-4-Plex-Real-Time-PCR-for-Detection-of-Eight-Mutai-Njaanake/0ecb0dc0964730a0c1d6f4f0ce82d62af975fe58>
- **Ngnindji-Youdje, Y., Diarra, A., Lontsi-Demano, M., Tchuinkam, T., & Parola, P. (2022).** Detection of Tick-Borne Pathogens in Ticks from Cattle in Western Highlands of Cameroon. <https://www.semanticscholar.org/paper/Detection-of-Tick-Borne-Pathogens-in-Ticks-from-in-Ngnindji-Youdje-Diarra/291ece5520bc7648981fd1f9775ad4e09bf1df1a>.

- **Nicholson, W. L., Anderson, J. F., Miller, J. R., & Mather, M. J. (2019).** Ticks, tick-borne diseases, and tick management. *Journal of Medical Entomology*, 56(1), 1-19.
- **Okely, M., Anan, R., GadAllah, S., & Samy, A. M. (2021).** Hard ticks (Acari: Ixodidae) infesting domestic animals in Egypt: diagnostic characters and a taxonomic key to the collected species. *Medical and Veterinary Entomology*, 35(3), 333-351. <https://doi.org/10.1111/MVE.12502>
- **Parola, P. (2013).** Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clinical microbiology reviews*, 26(4), 657-702. <https://doi.org/10.1128/CMR.00032-13>
- **Parola, P., & Raoult, D. (2001).** Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical Infectious Diseases*, 32(6), 897-928. <https://doi.org/10.1086/319347>
- **Quelles sont les communes de la wilaya de Tizi-Ouzou ? (2023, 18 janvier).** Gifex. <https://gifex.com/fr/fichier/quelles-sont-les-communes-de-la-wilaya-de-tizi-ouzou/>
- **Ramade, F. (1984).** *Éléments d'écologie, Écologie Fondamentale*. Mc Graw-Hill
- **Reid, H. (1987).** Controlling tick-borne diseases of sheep in Britain. *In Practice*, 9(5), 189-191. <https://doi.org/10.1136/INPRACT.9.5.189>
- **Samish, M., Ginsberg, H., & Glazer, I. (2004).** Biological control of ticks. *Parasitology*, 129(S1), S389-S403. <https://doi.org/10.1017/s0031182004005219>
- **Santiago Nava et al. (2017).** Nava, S., Venzal, J. M., Acuña, D. G., Martins, T. F., & Guglielmo, A. A. (2017). *Ticks of the Southern Cone of America: Diagnosis, Distribution, and Hosts with Taxonomy, Ecology and Sanitary Importance*. Academic Press.
- **Schulze, C. J., Seamon, K. J., Zhao, Y., Yang, Y. C., Cregg, J., Kim, D., Tomlinson, A., Choy, T. J., Wang, Z., Sang, B., Pourfarjam, Y., Lucas, J., Cuevas-Navarro, A., Ayala-Santos, C., Vides, A., Li, C., Marquez, A., Zhong, M., Vemulapalli, V., Weller, C., ... Lito, P. (2023).** Chemical remodeling of a cellular chaperone to target the active state of mutant KRAS. *Science (New York, N.Y.)*, 381(6659), 794-799. <https://doi.org/10.1126/science.adg9652>
- **Schulze, T. L., Eisen, L., Russell, K., & Jordan, R. A. (2023).** Community-based integrated tick management programs: cost and feasibility scenarios. *Journal of Medical Entomology*, 60(5), 1048-1060. <https://doi.org/10.1093/jme/tjad093>

- **Senbill, H., Senbill, H., Hazarika, L. K., Baruah, A., Borah, D. K., Bhattacharyya, B., & Rahman, S. (2018).** Life cycle of the southern cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Canestrini 1888 (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. *Systematic & Applied Acarology*, 23(6), 1169-1179. <https://doi.org/10.1158/SAA.23.6.12>.
- **Shen, Z., Zhang, M. Z., Stich, R. W., Mitchell, W. J., & Zhang, S. (2018).** Development of a tick-borne pathogen QPCR panel for detection of Anaplasma, Ehrlichia, Rickettsia, and Lyme disease Borrelia in animals. *Journal of Microbiological Methods*, 151, 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2018.05.019>
- **Starck, J. M. (2023).** *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758): External Morphology. 1-7. <https://doi.org/10.1002/9781118158036.maa20220031>
- **Starck, J. M. (2023).** *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758): Integument. 1-40. <https://doi.org/10.1002/9781118158036.maa20220032>
- **Teguemount, K., & Ilourmane, F. (2016).** *Inventaire des Ixodidae dans deux régions d'études Ain-El-Hammam et Irdjen de la wilaya de Tizi-Ouzou.* <https://dspace.ummo.dz/items/d29ec9d5-f3f9-43df-b111-637849663274>
- **Tick Lifecycles.** Repéré à <https://www.cdc.gov/ticks/media/images/2024/04/Iscap-liferieseries.jpg>
- **Uribe, J. E., Kelava, S., Nava, S., Cotes-Perdomo, A. P., Castro, L. R., Rivera-Paéz, F. A., Perea, S., Mans, B. J., Gofton, A., Teo, E. J. M., Zardoya, R., & Barker, S. C. (2024).** New insights into the molecular phylogeny, biogeographical history, and diversification of Amblyomma ticks (Acari: Ixodidae) based on mitogenomes and nuclear sequences. *Parasites & Vectors*, 17(1), 139. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06131-w>
- **Vannier, E., Gewurz, B. E., & Krause, P. J. (2008).** Human babesiosis. *Infectious Disease Clinics of North America*, 22(3), 469-488. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2008.03.010>
- **Wang, F., Wang, D., Jiang, C.-Z., Liang, N., Hu, Y., & Liu, J. (2017).** Morphology and ultrastructure changes of *Haemaphysalis longicornis* Neumann (Acari: Ixodidae) female adult ticks at different developmental stages. *International Journal of Acarology*, 43(4), 308-313. <https://doi.org/10.1080/01647954.2017.1298668>

- Wang, T., Jin, S., Liu, M., Li, T., Jia, Q., Yang, X., Wang, H., Yu, Z., & Liu, J. (2017). Life cycle of *Haemaphysalis tibetensis* Hoogstraal, 1965 (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions. *Systematic & Applied Acarology*, 22(1), 85-90. <https://doi.org/10.11158/SAA.22.1.9>
- Yassir, O. M., Osman, O. M., & El-Amin, T. H. (1992). Life cycle studies of the tick species, *Amblyomma lepidum*, *Hyalomma anatolicum anatolicum* and *Rhipicephalus evertsi evertsi* under laboratory conditions. *International Journal of Tropical Insect Science*, 13(4), 565-568. <https://doi.org/10.1017/S1742758400016143>
- YiMing, Q. (1990). Fine structures of the reproductive system of three flea species: development of female genitalia. 33(2), 182-188. [https://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-KCXB198402004.htm](https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-KCXB198402004.htm)
- Zhou, X., Feliciano, P., Shu, C., Wang, T., Astrovskaya, I., Hall, J. B., Obiajulu, J. U., Wright, J. R., Murali, S. C., Xu, S. X., Brueggeman, L., Thomas, T. R., Marchenko, O., Fleisch, C., Barns, S. D., Snyder, L. G., Han, B., Chang, T. S., Turner, T. N., Harvey, W. T., ... Chung, W. K. (2022). Integrating de novo and inherited variants in 42,607 autism cases identifies mutations in new moderate-risk genes. *Nature genetics*, 54(9), 1305-1319. <https://doi.org/10.1038/s41588-022-01148-2>
- Zhou, X., Hohman, A. E., & Hsu, W. H. (2021). Current review of isoxazoline ectoparasiticides used in veterinary medicine. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 45(1), 1-15. <https://doi.org/10.1111/jvp.12959>

## Résumé

La collecte des tiques a été réalisée sur 16 chiens dans les deux stations de la région de Tizi-Ouzou (Tizi-Rached et Tadmaït) durant trois mois Juin-Septembre de l'année 2025. 1117 tiques ont été collectées, dont 636 mâles et 481 femelles. Seulement deux espèces de tiques dures ont été identifiées morphologiquement : *Rhipicephalus sanguineus* et *Rhipicephalus Turanicus*. L'espèce la plus abondante est *Rhipicephalus sanguineus* été l'espèce la plus abondante à Tizi-Rached avec un taux de 69,38% suivi par *Rhipicephalus Turanicus* (30,62%). La détection moléculaire de quatre agents pathogènes qPCR réaliser sur l'ADN extraits sur 316 tiques des deux espèces a révélé la présence de 17% de l'agent pathogène *Reckettsia* sp.

**Mots clés :** *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus Turanicus*, Tizi-Ouzou, *Borrelia*, *Babesia*, *Anaplasma*, *Rickettsia*, qPCR.

## Abstract

Ticks were collected from 16 dogs at two stations in the Tizi-Ouzou region (Tizi-Rached and Tadmaït) over a three-month period from June to September 2025. 1117 ticks were collected, including 636 males and 481 females. Only two species of hard ticks were morphologically identified: *Rhipicephalus sanguineus* and *Rhipicephalus Turanicus*. The most abundant species, *Rhipicephalus sanguineus*, was the most abundant species in Tizi-Rached with a rate of 69.38%, followed by *Rhipicephalus Turanicus* (30.62%). Molecular detection of four pathogens using qPCR on DNA extracted from 316 ticks of both species revealed the presence of the pathogen *Reckettsia* sp. in 17% of the sample.

**Keywords :** *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus Turanicus*, Tizi-Ouzou, *Borrelia*, *Babesia*, *Anaplasma*, *Rickettsia*, qPCR.

## ملخص

جُمعت القراد من 13 كلبًا في محطتين بمنطقة تيزي وزو (تيزي راشد وتادمايت) على مدى شهرين من يونيو إلى يوليو 2025. جُمعت 1117 قرادًا، منها 636 ذكرًا و 481 أنثى. تم التعرف مورفولوجيا على نوعين فقط من القراد الصلب *Rhipicephalus sanguineus* و *Rhipicephalus Turanicus* كان النوع الأكثر انتشارًا، هو الأكثر انتشارًا في تيزي راشد بنسبة 69.38%، يليه *Rhipicephalus Turanicus* بنسبة 30.62%. كشف الكشف الجزيئي لأربعة مسببات أمراض باستخدام تفاعل البوليميراز المتسلسل الكمي (qPCR) عمى الحمض النووي المستخلص من 316 قرادًا من كلا النوعين، عن وجود مسبب الأمراض *Reckettsia* sp. في 17% من العينة.

**المفتاحية الكلمات:** *Rhipicephalus sanguineus*، *Rhipicephalus Turanicus*، تيزي وزو، بوريليا، بابيزيا، أنابلازما، ريكيتسيا، qPCR.