

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

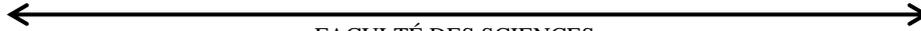
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR –

ANNABA



جامعة باجي مختار

عنابة



FACULTÉ DES SCIENCES  
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE  
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE DES SYSTÈMES TERRESTRES ET AQUATIQUES

### Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat

Domaine : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie et Environnement

#### Intitulé

« *Eco-épidémiologie des tiques (Acari ; ixodidae) et des maladies à tiques dans le nord-est Algérien.* ».

Présentée par : MECHOUK Nouredine

Directeur de thèse : BOUSALAMA Zihad (Centre de Recherche en Environnement - Annaba)

Co-directeur de thèse : MIHALCA Andrei Daniel (USAMV- Cluj Napoca- Roumanie)

Devant un jury composé de :

Prof. BAIRI Abdelmadjid	Président	Université Badji Mokhtar - Annaba
Prof. BOUSLAMA Zihad	Directrice	Université Badji Mokhtar - Annaba
Prof. MIHALCA Andrei Daniel	Co-directeur	Université de USAMV de Cluj Napoca - Roumanie
Dr. BOUCHEIKHCHOUKH Mehdi	Examineur	Université Chadli Ben djedid - EL Tarf
Prof. BENSOUILAH Mourad	Examineur	Université Badji Mokhtar - Annaba
Prof. TIAR Ghoulam	Examineur	Université Chadli Ben djedid - EL Tarf

Année universitaire : 2022/2023

**Remerciement :**

*« A tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour l'accomplissement de cette thèse »*

## Table des matières

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>5</b>
<b>Chapitre 01 : Synopsis des tiques d’Algérie avec de nouveaux hôtes et localités .....</b>	<b>15</b>
1.1Introduction .....	15
1.2Matériels et Méthodes .....	15
1.3Résultats .....	17
1.4Discussion .....	18
1.5Conclusions .....	49
<b>Chapitre 02 : Diversité et distribution géographique des espèces des pathogènes associés aux tiques en Algérie .....</b>	<b>50</b>
2.1Introduction .....	50
2.2Matériels et Méthodes : .....	51
2.3Résultats et Discussion : .....	52
2.4Conclusion : .....	67
<b>Chapitre 03 : Première preuve moléculaire de la présence de <i>Borrelia lusitaniae</i> chez des tiques <i>Ixodes</i> sympatriques en quête de nourriture, collectées en Algérie. ....</b>	<b>68</b>
3.1Introduction .....	68
3.2Matériel et méthodes .....	70
3.3Résultats .....	72
3.4Discussion .....	74
3.5Conclusion.....	77
<b>Chapitre 04 : Diversité des bactéries dans les tiques engorgées d’Algérie.....</b>	<b>78</b>
4.1Introduction .....	78
4.2Matériel et méthodes .....	78
4.3Résultats .....	80
4.4Discussion .....	80
4.5Conclusion.....	87
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>89</b>
<b>Références .....</b>	<b>91</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>102</b>

## Liste des figures

<u>Figure 1</u> <u>Données de distribution de tous les Ixodida en Algérie : données de la littérature (1922-présent) (points noirs) et données originales (points blancs)</u>	11
<u>Figure 2</u> <u>Données de distribution de tous les Ixodida en Algérie : données de la littérature (1922-présent) (points noirs) et données originales (points blancs)</u>	12
<u>Figure 3</u> <u>Distribution géographique de <i>A. transgaripepinus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	13
<u>Figure 4</u> <u>Distribution géographique de <i>A. vespertilionis</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	13
<u>Figure 5</u> <u>Distribution géographique de <i>O. capensis</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	14
<u>Figure 6</u> <u>Distribution géographique de <i>O. savignyi</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	15
<u>Figure 7</u> <u>Distribution géographique de <i>O. costalis</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	15
<u>Figure 8</u> <u>Distribution géographique de <i>O. rupestris</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	16
<u>Figure 9</u> <u>Distribution géographique de <i>O. marocanus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	16
<u>Figure 10</u> <u>Distribution géographique de <i>O. erraticus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	17
<u>Figure 11</u> <u>Distribution géographique d'<i>O. normandi</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	17
<u>Figure 12</u> <u>Distribution géographique d'<i>O. occidentalis</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	18
<u>Figure 13</u> <u>Distribution géographique d'<i>O. sonrai</i> en Algérie. Les points noirs indiquent les données bibliographiques</u>	18
<u>Figure 14</u> <u>Distribution géographique de <i>D. marginatus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	19
<u>Figure 15</u> <u>Distribution géographique de <i>Ha. erinacei</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	20
<u>Figure 16</u> <u>Distribution géographique de <i>Ha. erinacei</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	21
<u>Figure 17</u> <u>Distribution géographique de <i>Ha. sulcata</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	22
<u>Figure 18</u> <u>Distribution géographique de <i>H. aegyptium</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	22
<u>Figure 19</u> <u>Distribution géographique de <i>H. anatolicum</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	23
<u>Figure 20</u> <u>Distribution géographique de <i>H. dromedarii</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	24
<u>Figure 21</u> <u>Distribution géographique de <i>H. excavatum</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	25
<u>Figure 22</u> <u>Distribution géographique de <i>H. impeltatum</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	26
<u>Figure 23</u> <u>Distribution géographique de <i>H. lusitanicum</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	27
<u>Figure 24</u> <u>Distribution géographique de <i>H. marginatum</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	27
<u>Figure 25</u> <u>Distribution géographique de <i>H. rufipes</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	28
<u>Figure 26</u> <u>Distribution géographique de <i>H. Scupense</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	29
<u>Figure 27</u> <u>Distribution géographique de <i>H. truncatum</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	30
<u>Figure 28</u> <u>Distribution géographique de <i>I. hexagonus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	30

<u>Figure 29 Répartition géographique de <i>I. inopinatus</i> en Algérie. Les points blancs montrent nos données originales</u>	31
<u>Figure 30 Distribution géographique de <i>I. ricinus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	32
<u>Figure 31 Distribution géographique de <i>I. vespertilionis</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	33
<u>Figure 32 Distribution géographique de <i>R. annulatus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	34
<u>Figure 33 Distribution géographique de <i>R. bursa</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	35
<u>Figure 34 Distribution géographique de <i>R. evertsi evertsi</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature</u>	36
<u>Figure 35 Distribution géographique de <i>R. guilhoni</i> en Algérie. Le point noir indique les données bibliographiques</u>	37
<u>Figure 36 Répartition géographique de <i>R. sanguineus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	38
<u>Figure 37 Distribution géographique de <i>R. turanicus</i> en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales</u>	39
<u>Figure 38 Carte de distribution géographique des espèces de borrelies en Algérie.</u>	48
<u>Figure 39 Distribution de quelques espèces de Rickettsie en Algérie.</u>	49
<u>Figure 40 Distribution des Espèces de Rickettsia en Algérie (suite).</u>	50
<u>Figure 41 Distribution des Espèces des anaplasmes en Algérie.</u>	51
<u>Figure 42 Distribution géographiques de Ehrlichia spp en Algerie.</u>	52
<u>Figure 43 Distribution géographique de Wolbackia en Algerie</u>	53
<u>Figure 44 Distribution géographique de coxiella spp</u>	54
<u>Figure 45 Distribution de Bartonella spp en Algérie.</u>	55
<u>Figure 46 Distribution géographique du virus CCHF En Algerie.</u>	56
<u>Figure 47 Carte de distribution de babesia ovis en Algérie</u>	57
<u>Figure 48 Carte de distribution de Theileria spp en ALgerie.</u>	58

## Introduction Générale

Cette introduction est exclusivement inspirée du livre : *Tiques et maladies à tiques: biologie, écologie évolutive, épidémiologie*.

Les tiques représentent des arthropodes hématophages et ectoparasites des vertébrés. Elles font partie de la classe des Arachnides, spécifiquement du sous-ordre des Ixodida. En termes taxonomiques, on recense environ 900 espèces de tiques, dont environ 700 appartiennent à la famille des Ixodidae, également appelées tiques « dures », et 200 à la famille des Argasidae, désignées comme tiques « molles ». Bien que ce nombre puisse sembler modeste comparé à la biodiversité d'autres arthropodes hématophages, tels que les puces (ordre Siphonaptera) comptant 2 300 espèces, ou les moustiques (famille Culicidae) avec plus de 3 500 espèces, il demeure similaire à d'autres taxons tels que les poux (sous-ordre Anoplura) qui comptent environ 500 espèces. Il est toutefois probable que le nombre réel de tiques soit sous-estimé, car les études sont souvent centrées sur les espèces touchant directement l'homme et les animaux qui l'entourent. D'autres vertébrés, moins étudiés en relation avec l'homme, abritent probablement leur propre ensemble d'ectoparasites, dont des tiques encore inconnues. Même parmi les espèces de tiques déjà répertoriées, des controverses persistent concernant la caractérisation des espèces et des genres. Les critères définissant une espèce ou une population de tiques demeurent mal compris, ce qui complique la description des relations hôte-ectoparasite et la prédiction des risques de transmission d'agents infectieux. L'utilisation d'outils modernes tels que la morphométrie et la génétique devrait contribuer à résoudre les problèmes de taxonomie des tiques, permettant ainsi une meilleure compréhension de la diversité des espèces existantes et de leurs liens de parenté (Mccoy et boulangier 2017)

Dès qu'une population est définie, il devient possible d'analyser sa dynamique. En écologie, l'étude de la dynamique des populations se concentre sur les variations temporelles à court et à long terme de la taille des populations, ainsi que sur leur structure en termes d'âge, tout en examinant les processus environnementaux qui influent sur ces changements. Pour les populations de tiques, peu de données de cette nature sont actuellement disponibles, ce qui souligne l'importance cruciale de mettre en place des suivis à long terme pour mieux comprendre leur fonctionnement. Évaluer l'impact direct et indirect des facteurs abiotiques tels que la température, l'humidité et la lumière, ainsi que des facteurs biotiques tels que les hôtes, la végétation et l'occupation des sols, sur la dynamique des populations demeure un défi. En effet, la présence et l'abondance des tiques sont étroitement liées aux communautés d'hôtes, mais ces interactions sont influencées par des facteurs biotiques et abiotiques agissant à différentes échelles, du micro-habitat au contexte paysager. Il est nécessaire de développer une approche intégrative d'écologie du paysage qui examine cette relation triangulaire entre les tiques, les hôtes et les facteurs environnementaux pour mieux appréhender les dynamiques de populations et anticiper les risques liés aux maladies transmises par les tiques ou aux risques acarologiques. En plus de leur importance pour la santé humaine et animale, les tiques représentent un groupe biologique fascinant qui offre des perspectives intéressantes pour étudier l'évolution du vivant. Les tiques présentent des capacités physiologiques exceptionnelles leur permettant d'exploiter une diversité impressionnante d'hôtes et d'habitats. Contrairement à d'autres vecteurs d'organismes, les tiques sont présentes sur tous les continents, y compris dans des zones désertiques ou polaires. Elles ont développé diverses stratégies efficaces pour localiser leurs hôtes, que ce soit en résidant directement dans leur habitat (endophilie) ou en recherchant activement sur la végétation ou en chassant activement

(exophilie). Une même espèce de tiques peut également exploiter une variété d'hôtes au cours de son cycle de vie, incluant des lézards, des oiseaux, ainsi que des petits et grands mammifères.

Lors du repas sanguin, qui peut durer de quelques minutes (chez les tiques molles) à plusieurs jours (chez les tiques dures), les tiques utilisent leur salive, contenant une diversité de molécules bioactives, pour empêcher la coagulation du sang et échapper aux réponses immunitaires de l'hôte vertébré. De plus, des études récentes indiquent une grande plasticité chez les tiques pour ajuster leur comportement envers leur hôte et s'adapter rapidement à de nouveaux hôtes disponibles localement. Comprendre l'évolution de ces phénomènes, en particulier ceux liés à des modifications génomiques, contribuera d'une part à anticiper les changements dans les populations et, par conséquent, le risque d'émergence d'agents infectieux, et d'autre part, fournira des informations cruciales pour comprendre d'autres interactions biologiques.

L'exploration de la répartition, de la transmission et de l'évolution des micro-organismes associés aux tiques offre également des perspectives cruciales pour la compréhension du risque d'émergence d'autres agents infectieux. Il est notable que, parmi les arthropodes hématophages, les tiques sont parmi les rares à ne pas présenter de symbiose obligatoire décrite. Des analyses descriptives laissent supposer que les tiques peuvent abriter une variété de bactéries reconnues en tant qu'endosymbiontes (bactéries intracellulaires jouant un rôle essentiel dans la digestion du repas sanguin) présentes chez d'autres arthropodes. Cependant, les impacts de ces endosymbiontes sur la physiologie, l'écologie et l'évolution des tiques demeurent à élucider. La compréhension du lien évolutif entre les endosymbiontes stricts et les agents infectieux, établi à travers des études phylogénétiques, représente une avenue intéressante pour appréhender l'émergence de certains agents pathogènes et la nature pathogène des maladies transmises par vecteurs.

La compréhension des maladies à transmission vectorielle, tout comme celle des tiques elles-mêmes, a considérablement évolué récemment grâce à l'utilisation combinée de techniques de biologie moléculaire, de génétique, et d'approches avancées en épidémiologie environnementale, telles que les systèmes d'information géographique. Les tiques sont capables de transmettre une variété d'agents infectieux, allant des bactéries (spirochètes, *Rickettsia*...) aux virus (*flavivirus*, *nairovirus*...) en passant par les parasites (*Babesia*, *Theileria*). La plupart des pathogènes identifiés sont responsables de zoonoses, où l'agent infectieux qui touche principalement les animaux sauvages et domestiques est transmis à l'homme. Les réservoirs de ces agents infectieux se trouvent souvent dans la faune sauvage et/ou les animaux domestiques, où ils se multiplient et persistent sans nécessairement causer des symptômes cliniques graves. L'homme devient ainsi fréquemment un hôte accidentel et un point de terminaison pour l'agent infectieux. Les personnes acquièrent le pathogène en fréquentant des habitats infestés par les tiques, souvent modifiés par des activités humaines telles que la déforestation et la reforestation, ou fréquentés régulièrement (chasse, loisirs, etc.). Au sein de la population de tiques, la persistance des agents infectieux se fait à travers divers modes de transmission, tels que de stade à stade (transmission transstadiale), de la femelle à l'œuf (transmission transovarienne), ou directement de tique à tique lors d'un repas de sang simultané (co-repas). La transmission se produit généralement par piqûre hématophage, mais il est important de noter que certains pathogènes, généralement associés aux tiques, ne sont pas exclusivement transmis par ces vecteurs. Par exemple, la fièvre Q (coxiellose) peut être transmise de manière mineure par les tiques, par rapport à la transmission directe par des spores présentes dans l'environnement (inhalation de poussières contaminées par les déjections de tiques, contact avec des sécrétions infectées ou les placentas des ruminants ayant avorté). De même, dans le cas de la peste porcine africaine, une fois qu'un porc domestique est infecté par le virus, la transmission devient directe,

de porc à porc, provoquant une propagation rapide de l'épidémie. D'autres voies de transmission existent pour certains agents infectieux, telles que la transmission de la piroplasmose (babésiose) humaine par transfusion sanguine, la transmission du virus de l'encéphalite à tique à l'homme par le lait contaminé, ou la possibilité de contracter le virus de la fièvre hémorragique Crimée-Congo par la manipulation de carcasses d'animaux infectés. Une analyse approfondie est donc essentielle pour élucider l'épidémiologie de ces maladies en termes de transmission et faciliter la mise en place de stratégies de lutte. L'incidence croissante des maladies transmises par les tiques est observée à l'échelle mondiale et régionale, bien que les causes de cette augmentation diffèrent. À l'échelle mondiale, les mouvements migratoires et la mondialisation ont favorisé les échanges intercontinentaux, entraînant l'apparition de certaines pathologies dans de nouvelles zones géographiques (fièvre Crimée-Congo, peste porcine africaine, babésioses), principalement en raison de l'introduction du vecteur par le biais de déplacements d'animaux. En revanche, au niveau des émergences régionales, les causes sont plus diversifiées et souvent liées à des changements socio-économiques et des altérations des écosystèmes locaux. Une compréhension accrue des cycles de ces maladies vectorielles, associée au développement de nouvelles techniques de diagnostic, permet une meilleure identification de ces affections chez les humains et les animaux touchés. La progression de la maladie de Lyme, la première maladie à transmission vectorielle de l'hémisphère Nord, illustre bien cette dynamique. Parallèlement, l'encéphalite à tique connaît une augmentation liée à des changements socio-économiques significatifs, notamment en Europe et en Asie. Les populations en situation précaire qui fréquentent les zones forestières à la recherche de baies sauvages et de champignons entrent ainsi en contact direct avec la tique *Ixodes*, vecteur du virus. Les modifications climatiques sont également évoquées pour expliquer l'émergence de

maladies à tiques dans certaines régions, car bien qu'elles soient présentes dans des régions septentrionales et en altitude, elles peuvent également disparaître de régions plus méridionales.

Les tiques, arthropodes hématophages, revêtent une importance capitale pour la santé humaine et animale en agissant comme vecteurs de nombreux agents pathogènes, dont des bactéries, des virus et des parasites. Avec une diversité mondiale de plus de 900 espèces, réparties au sein de trois familles distinctes, à savoir Ixodidae (tiques dures), Argasidae (tiques molles) et Nuttalliellidae (**Barker and Murrel 2008**), leur présence est universelle (**Parola et al. 2001, Jongejan and Uilenberg 2004**). Les tiques, qui passent par trois stades de développement actifs (larve, nymphe, adulte) et peuvent parasiter différents hôtes vertébrés au cours de leur cycle de vie, sont soumises à une distribution géographique mondiale, conditionnée par des facteurs biotiques tels que la température et l'humidité, ainsi que des facteurs abiotiques, tels que l'hôte. Cette répartition géographique étendue expose les tiques à une diversité d'agents pathogènes, les positionnant comme acteurs majeurs dans l'émergence des maladies à transmission vectorielle. Leur rôle crucial sur le plan médical, vétérinaire et économique fait des tiques un sujet de recherche impératif. Cependant, malgré leur importance, les connaissances sur la diversité et la distribution des tiques restent lacunaires, notamment dans des régions vastes comme l'Algérie.

L'Algérie, en tant que plus grand pays d'Afrique et du bassin méditerranéen, offre une diversité de climats et d'habitats remarquable, représentant 56% de la superficie totale de l'UE. Malgré cela, les données sur la diversité et la distribution des tiques en Algérie sont étonnamment limitées. Les premières études remontent à la première moitié du 20e siècle, mais des lacunes significatives subsistent, malgré quelques travaux récents. Notre étude, fruit d'une revue systématique de la littérature, vise à actualiser les connaissances sur la diversité, la distribution géographique et l'association d'hôtes des espèces de tiques en Algérie. Cette initiative vise à sensibiliser à l'importance des tiques dans cet écosystème complexe, tout en soulignant les déficits de connaissances pour orienter des recherches futures plus ciblées.

Au sein de la région paléarctique, l'Algérie, avec ses 91 espèces de tiques signalées, détient une place particulière en tant que terre aux vastes dimensions et climats diversifiés. Malgré cela, la recherche sur la diversité et la distribution des tiques en Algérie est en-deçà des besoins. Les études antérieures, bien que présentes, sont limitées, avec des lacunes notables dans la compréhension de l'association d'hôtes et de la répartition géographique de ces arthropodes.

Cette étude vise à combler ces lacunes en offrant une synthèse actualisée et approfondie de la diversité et de la distribution des tiques en Algérie. En s'appuyant sur une revue systématique de la littérature, notre objectif est de mettre en lumière les connaissances existantes, mais surtout d'identifier les zones où les données sont insuffisantes, promouvant ainsi une recherche plus ciblée et approfondie dans cette région cruciale pour la santé humaine et animale.

Les tiques, en tant qu'acariens hématophages, ne se contentent pas de parasiter leurs hôtes, elles jouent également un rôle essentiel dans la transmission d'agents pathogènes lors de chaque repas sanguin. Certaines espèces, telles que celles du complexe *Ixodes ricinus*, parasitent une variété d'hôtes, facilitant ainsi le franchissement de la barrière des espèces, la transmission des zoonoses et l'émergence d'agents infectieux. La transmission transstadiale, particulièrement cruciale pour les tiques dures, et la co-infection fréquente des tiques par plusieurs microorganismes ajoutent des nuances complexes à la dynamique des maladies à tiques.

Ces aspects complexes de la biologie des tiques soulèvent des questions essentielles sur leur capacité et leurs compétences à transmettre des maladies, des aspects peu explorés en Algérie jusqu'à présent. Notre recherche vise à explorer ces domaines encore inconnus, en se penchant particulièrement sur le potentiel épidémiologique de *Ixodes inopinatus*, signalé récemment en Algérie. Nous aspirons à jeter une lumière approfondie sur sa diversité pathogène, contribuant ainsi à une compréhension plus holistique des maladies transmises par les tiques dans cette région. La recherche de pathogènes associés aux tiques en Algérie a été marquée par des avancées sporadiques mais significatives. Des études, bien que limitées, ont signalé la présence de tiques et d'agents pathogènes transmis par les tiques en Algérie. Cependant, une lacune majeure subsiste concernant la compréhension de la capacité vectorielle des tiques et de la diversité des micro-organismes qui leur sont associés. Malgré certaines études récentes, le terrain demeure en grande partie inexploité.

Notre étude se positionne comme une réponse à ces lacunes en se concentrant sur la liste des différents pathogènes associés aux tiques en Algérie, exploitant les données disponibles dans la littérature scientifique. Notre objectif principal est de créer une carte de répartition géographique pour chaque famille de microorganismes associés aux tiques. En mettant l'accent sur *Ixodes inopinatus*, récemment signalé en Algérie, nous ambitionnons de combler les manques de connaissances et d'éclairer la compréhension actuelle des maladies à tiques dans cette région.

En résumé, malgré un intérêt croissant pour les pathogènes associés aux tiques en Algérie, la recherche reste insuffisante et fragmentée. Notre étude, en prenant pour point de départ une revue systématique de la littérature, se propose de rassembler ces connaissances dispersées, de mettre en lumière les lacunes critiques et d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche pour une compréhension plus approfondie des tiques et de leurs implications en Algérie.

# 1 Chapitre 01 : Synopsis des tiques d'Algérie avec de nouveaux hôtes et localités

## 1.1 Introduction

Les tiques sont des arthropodes hématophages d'une grande importance pour la santé humaine et animale (**Parola et al. 2001, Jongejan and Uilenberg 2004**). Il existe plus de 900 espèces dans le monde, réparties en trois familles : Ixodidae (tiques dures), Argasidae (tiques molles), et Nuttalliellidae (**Barker and Murrel 2008**). Les tiques se nourrissent de divers hôtes vertébrés et passent par trois stades de développement actifs (larve, nymphe, adulte). Selon le comportement de chaque espèce, elles peuvent parasiter un, deux ou trois hôtes au cours d'un cycle de vie. Les tiques ont une répartition géographique mondiale conditionnée par des facteurs biotiques (température et humidité) et abiotiques (hôte). Par conséquent, les tiques sont prédisposées à héberger plusieurs types de micro-organismes : bactéries, virus et parasites et sont devenues incriminées dans l'émergence des maladies à transmission vectorielle. Elles jouent un rôle important d'un point de vue médical, vétérinaire et économique. Les tiques représentent donc un sujet de recherche important.

Dans la région paléarctique, 91 espèces sont signalées, dont 67 espèces en Europe et en Afrique du Nord (**Guglielmone et al. 2014, Mihalca et al. 2018**). L'Algérie est le plus grand pays d'Afrique, le plus grand pays du bassin méditerranéen, et le 10ème plus grand pays du monde, avec une surface équivalente à 56% de la superficie totale de l'UE. Malgré son immensité, la diversité de ses habitats et de son climat, il existe étonnamment peu de données sur la diversité et la distribution de la faune des tiques dans ce pays. Les premières recherches sur les tiques remontent à la première moitié du 20ème siècle lorsque Senevet (1922) et Senevet et Rossi (1924) [7] ont étudié la distribution et l'association d'hôtes des tiques du bétail. Plus récemment, plusieurs études ont été menées sur les tiques et les maladies transmises par les tiques en Algérie

(Bitam et al. 2006 ; Dib et al. 2009 ; Lafri et al. 2015 ; Leulmi et al. 2016 ; Boucheikhchoukh et al. 2018; Bellabidi et al. 2020). Cependant, les lacunes dans les connaissances sont pour le moins importantes. Basé sur une revue systématique de la littérature, notre article vise à mettre à jour les connaissances sur la diversité, la distribution géographique et l'association d'hôtes des espèces de tiques présentes en Algérie et à souligner les lacunes afin de promouvoir une recherche plus ciblée.

## 1.2 Matériels et Méthodes

### Revue systématique de la littérature

L'analyse systématique de la littérature a été réalisée conformément au protocole PRISMA 2020 (Liberati et al. 2009). Les recherches ont été effectuées dans des bases de données en ligne (PubMed, Google Scholar et Science Direct). Les termes clés recherchés dans le titre, le résumé et/ou les mots-clés des études étaient : " ticks AND Algeria ", " tiques et Algérie ", " Ixodidae AND Algeria ", " Ixodidae et Algérie ", " Argasidae AND Algérie ", " Argasidae et Algérie ", ce qui a permis d'inclure la littérature anglaise et française. Afin d'englober toutes les publications, un suivi des références inversées a également été effectué. Les critères d'inclusion suivants ont été utilisés (1) zone d'étude sur le territoire de l'Algérie (2) les données incluaient la localisation exacte ou approximative de la collecte des tiques. Aucun critère d'exclusion n'a été utilisé. De chaque article, les données suivantes ont été extraites (si disponibles) : espèce de tique, stade, espèce hôte, taille de l'échantillon, prévalence, localisation avec information géoréférencée (coordonnées en degrés décimaux), précision de la localisation (1- coordonnées exactes connues ; 2-localité connue ; 3-région/compté connu ; 4 - localisation inconnue), source bibliographique. Les noms binomiaux des espèces de tiques ont été mis à jour en fonction de l'acceptation actuelle, conformément aux avis taxonomiques les plus récents (Guglielmone et al. 2014).

Toutes les données ont été saisies dans un système de base de données tabulaire (Microsoft Excel). Toutes les données sont indiquées dans le fichier supplémentaire. Les cartes numériques ont été réalisées à l'aide de QGIS 3.14.

### Données originales

En plus des données de la littérature, de janvier 2018 à décembre 2019, des tiques ont été collectées sur différents hôtes animaux et par marquage dans plusieurs localités d'Algérie. Ces données sont également disponibles dans le fichier complémentaire. Toutes les tiques collectées ont été conservées à l'éthanol à 70°. Les échantillons ont été séparés par stade de développement et par sexe et identifiés au niveau de l'espèce en utilisant les caractéristiques morphologiques selon **Estrada-Peña et al. (2018)**.

### 1.3 Résultats

Globalement, la base de données résultant de cette étude comprend 171929 tiques individuelles, dans 36 espèces (12 Argasidae et 24 Ixodidae) pour un total de 853 enregistrements. Les cartes de distribution pour chaque espèce de tique sont présentées dans **les figures 1-37**. L'aperçu des associations tique-hôte et la liste synoptique des tiques sont présentés dans le **tableau 1**.

### Données bibliographiques

Au total, 56 articles ont été sélectionnés pour l'extraction des données (fichier supplémentaire), donnant 728 enregistrements uniques, totalisant 168429 tiques dans 35 espèces, avec 12 Argasidae (*Argas persicus*, *A. transgariepinus*, *A. vespertilionis*, *Ornithodoros capensis*, *O. costalis*, *O. erraticus*, *O. marocanus*, *O. normandi*, *O. occidentalis*, *O. rupestris*, *O. savignyi*, *O. sonrai*) et 23 Ixodidae (*Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis erinacei*, *Ha. punctata*, *Ha. sulcata*, *Hyalomma aegyptium*, *Hy. anatolicum*, *Hy. dromedarii*, *Hy. excavatum*, *Hy. impeltatum*, *Hy. lusitanicum*, *Hy. marginatum*, *Hy. rufipes*, *Hy. scupense*, *Hy. truncatum*,

*Ixodes hexagonus*, *I. ricinus*, *I. vespertilionis*, *Rhipicephalus annulatus*, *R. bursa*, *R. evertsi* *evertsi*, *R. guilhoni*, *R. sanguineus* sensu. lato, *R. turanicus*).

### Données originales

Un total de 3500 tiques ont été récupérées sur 13 hôtes appartenant à 18 espèces de tiques (tableau 1). Parmi celles-ci, *I. inopinatus* sensu **Estrada-Peña et al. 2014** est signalée pour la première fois en Algérie. Nous signalons également huit nouvelles associations tique-hôte.

### 1.4 Discussion

La faune des tiques d'Algérie est connue grâce à plusieurs études historiques et à des articles plus récents. Cependant, à l'exception de très peu d'enregistrements, il n'y a pas d'études sur les tiques du sud de l'Algérie, avec seulement 26 enregistrements (3,05%) de tous ceux qui sont rapportés à des latitudes inférieures à 30°N. La plupart des enregistrements (n=617 ; 72,33%) proviennent de la partie nord du pays (entre 35 et 36°N) (**Fig. 1**). Ceci suggère une énorme lacune dans les connaissances concernant la diversité et la distribution des tiques sur la majeure partie du territoire algérien. Notre étude rapporte huit nouvelles associations tiques-hôtes pour l'Algérie. Nous rapportons également pour la première fois la présence d'*I. inopinatus* sensu **Estrada-Peña et al. 2014** en Algérie.

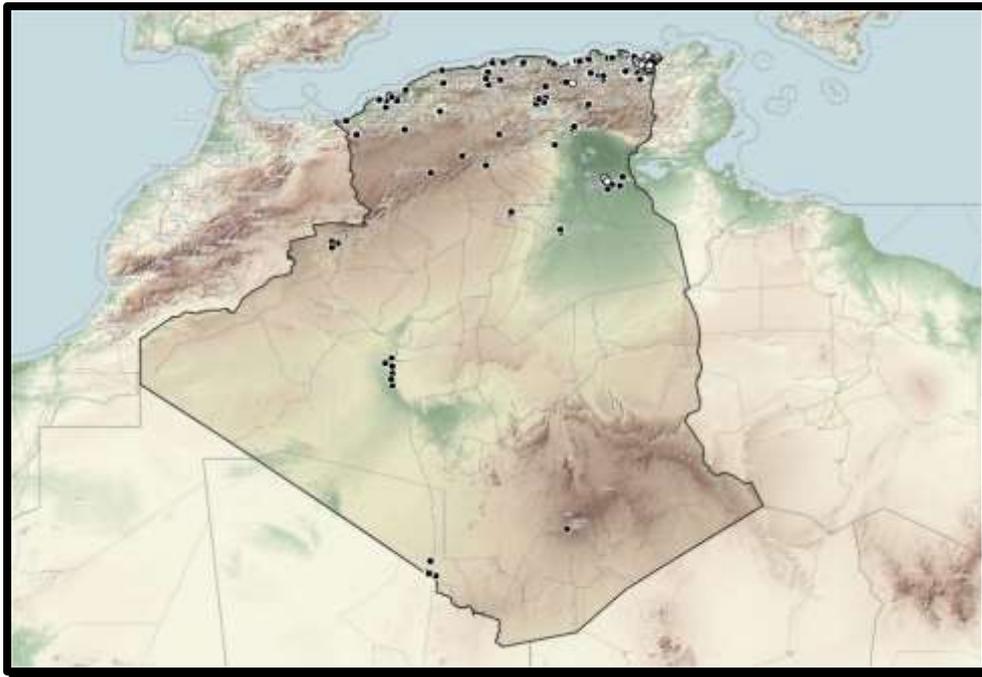


Figure 1 Données de distribution de tous les Ixodida en Algérie : données de la littérature (1922-présent) (points noirs) et données originales (points blancs)

### Le Genre *Argas*

Il y a trois espèces d'*Argas* signalées en Algérie. *Argas persicus* n'a été signalé qu'à quelques occasions et uniquement sur des volailles domestiques. La plupart des signalements proviennent du nord du pays et un seul du sud (**Fig. 2**). Ceci est cohérent avec l'écologie de l'espèce, qui est connue pour être une tique endophile présente dans le désert, les régions méditerranéennes tempérées et les forêts pluviales (**Walker et al 2003**).

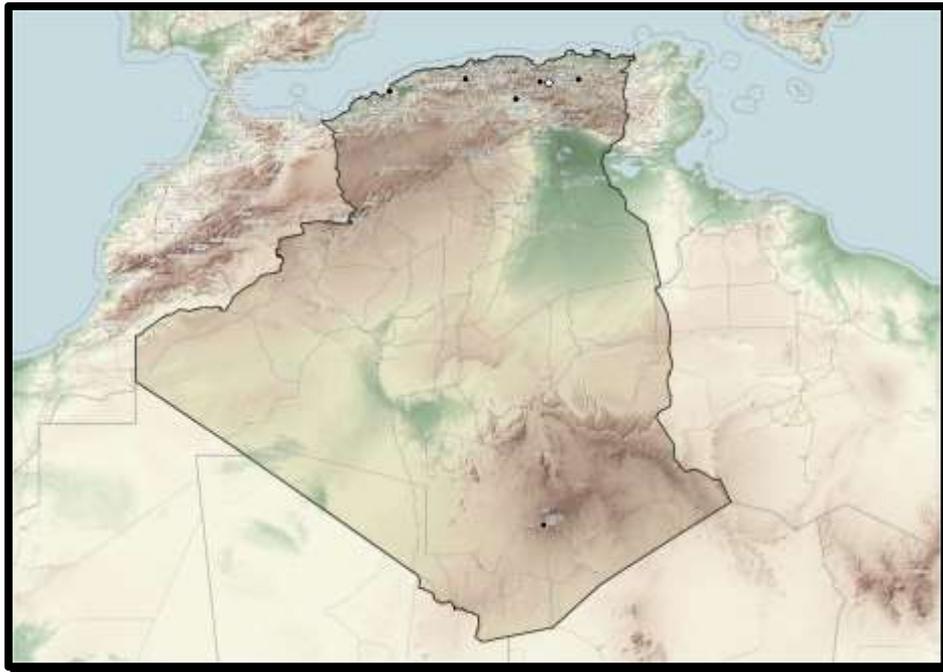


Figure 2 Données de distribution de tous les Ixodida en Algérie : données de la littérature (1922-présent) (points noirs) et données originales (points blancs)

Les deux autres espèces du genre présentes en Algérie sont toutes deux spécialistes des chauves-souris. *Argas transgariepinus* a été signalé sur deux chauves-souris vespertilionidés dans la partie nord du pays (**Fig. 3**). *Argas vespertilionis* est une tique endophile qui a été signalée chez des chauves-souris *Plecotus* et *Tadarida* en Algérie (**Fig. 4**).

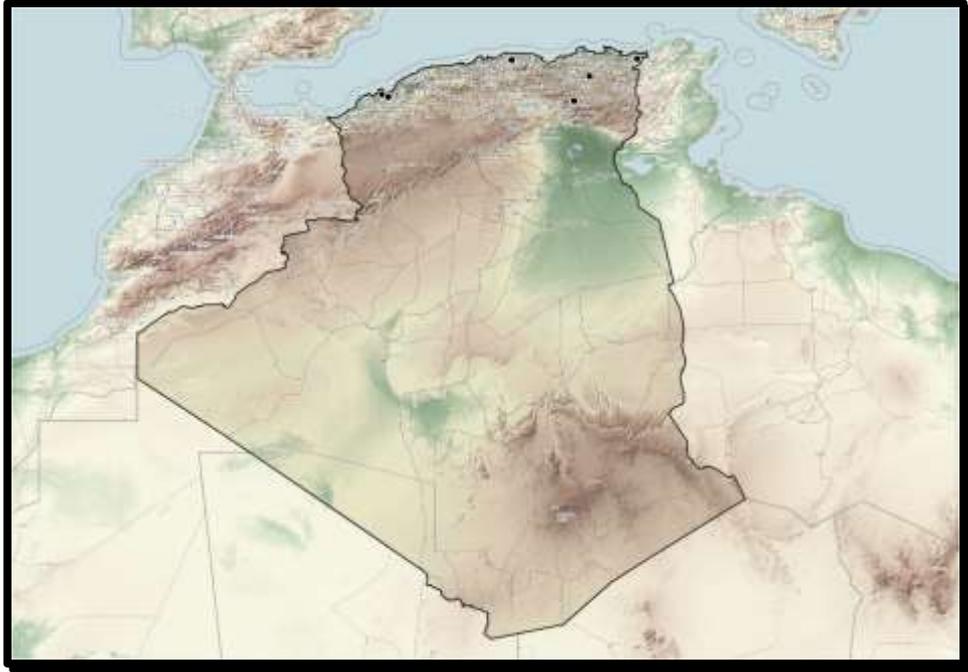


Figure 3 Distribution géographique de *A. transgriepinus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

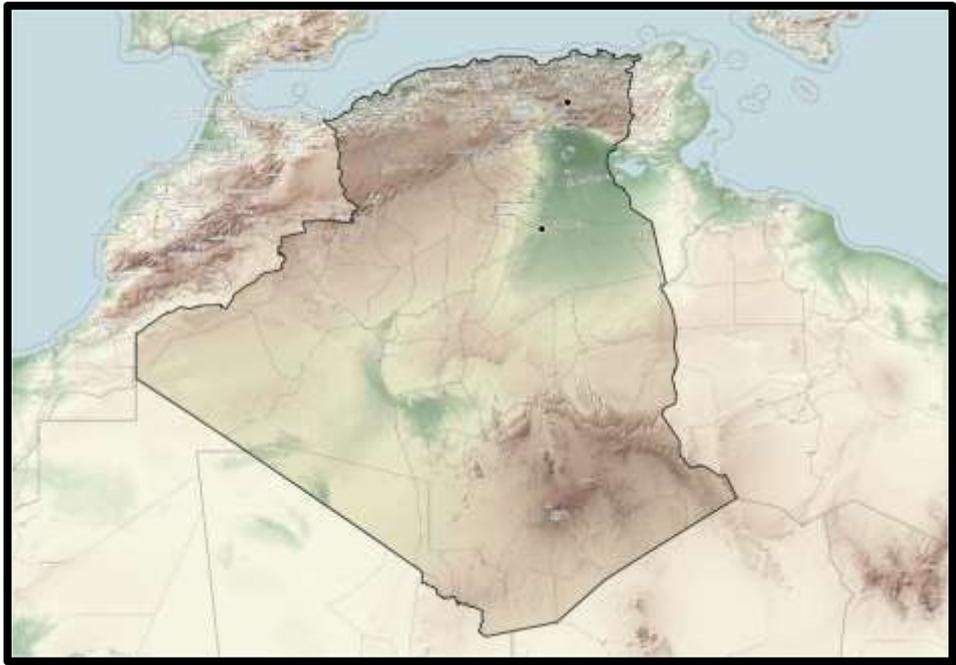


Figure 4 Distribution géographique de *A. vespertilionis* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

### Le Genre *Ornithodoros*

Neuf espèces appartenant à ce genre ont été trouvées en Algérie, la plupart d'entre elles parasitent les oiseaux sauvages. *Ornithodoros capensis* est une espèce de tique nicheuse, spécialisée sur les oiseaux de mer (**Hoogstraal H et al 1979**). *Ornithodoros capensis* a une distribution mondiale dans les océans Pacifique, Atlantique et Indien et dans la vallée du Rift en Afrique de l'Est. En Algérie, *O. capensis* a été trouvé infestant des nids d'oiseaux de mer (*Larus michahellis*) (**Fig. 5**).

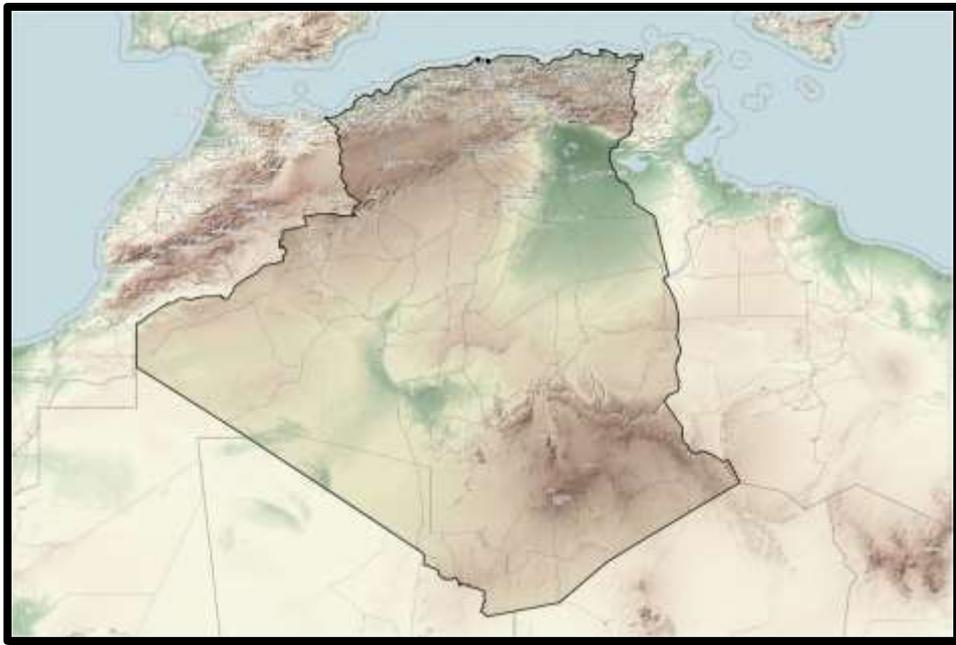


Figure 5 Distribution géographique de *O. capensis* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

L'aire de répartition d'*O. savignyi* en Afrique est relativement large, s'étendant sur la plupart des régions du continent (**Walker et al 2003**). En Algérie, la tique a été trouvée sur des chameaux (**Fig. 6**).

Le complexe *O. erraticus* est un groupe d'espèces comprenant neuf espèces de tiques : *O. occidentalis*, *O. costalis*, *O. rupestris*, *O. kairouanensis*, *O. meriones*, *O. erraticus*, *O. marocanus*, *O. sonrai*, et *O. normandi* (Trape et al 2013). En Afrique, les espèces de ce complexe ont été collectées en Algérie, au Maroc, en Tunisie, en Mauritanie, au Sénégal, en Gambie, au Mali, au Burkina Faso, au Niger, au Bénin, au Togo, en Côte d'Ivoire, en Guinée, en Guinée Bissau, au Liberia, au Tchad et au Cameroun (Trape et al 2013). En Algérie, sept espèces de ce groupe ont été trouvées infestant les nids d'oiseaux de mer (*Larus michahellis*), les terriers naturels et les rongeurs. Concernant leur aire de répartition, *O. costalis* (Fig. 7), *O. rupestris* (Fig. 8), *O. marocanus* (Fig. 9) ont été collectés dans le nord-ouest, *O. erraticus* (Fig. 10), *O. normandi* (Fig. 11), et *O. occidentalis* (Fig. 12) dans le nord-est, et *O. sonrai* a une distribution plus large (Fig. 13).

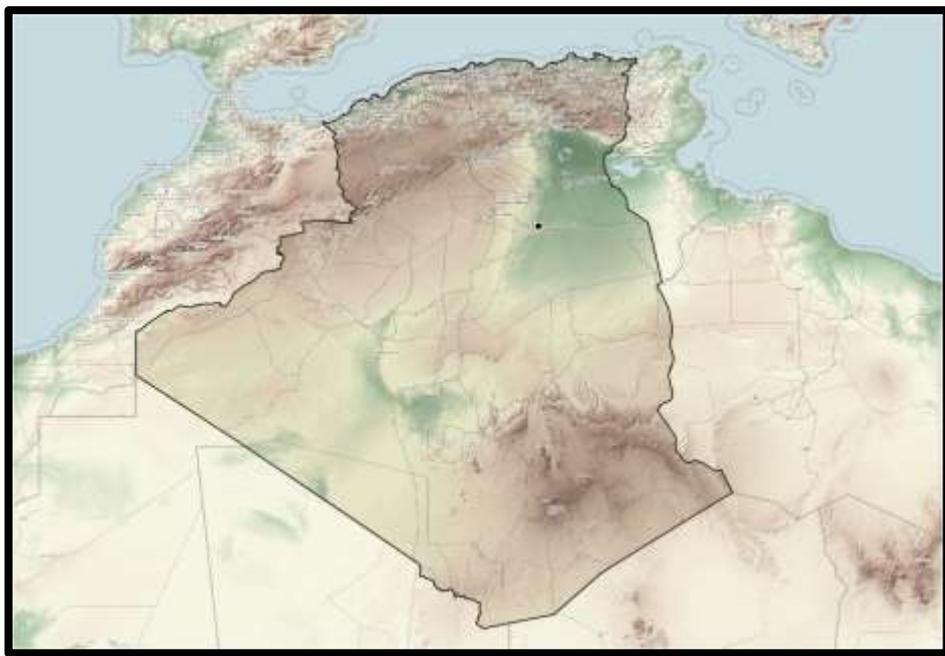


Figure 6 Distribution géographique de *O. savignyi* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales



Figure 7 Distribution géographique de *O. costalis* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

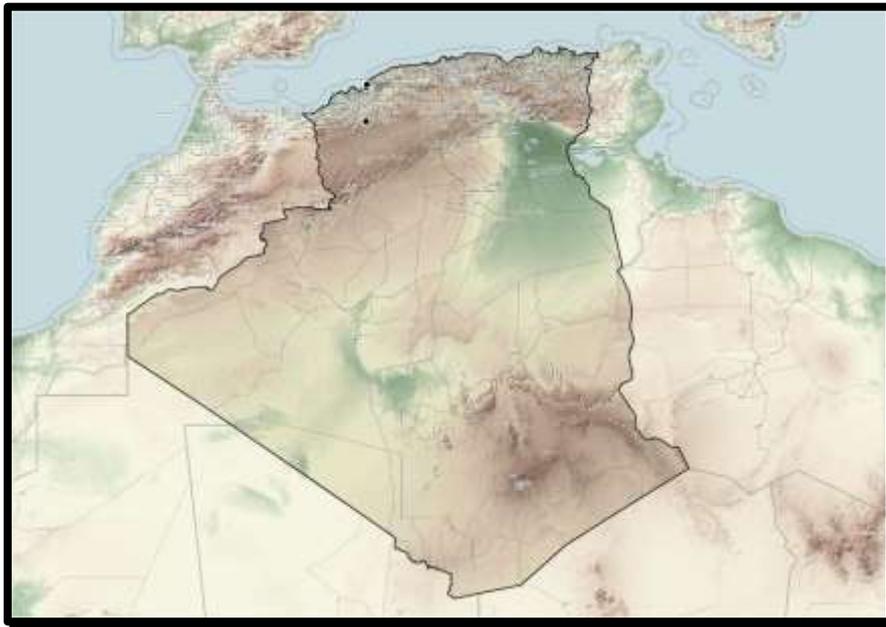


Figure 8 Distribution géographique de *O. rupestris* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

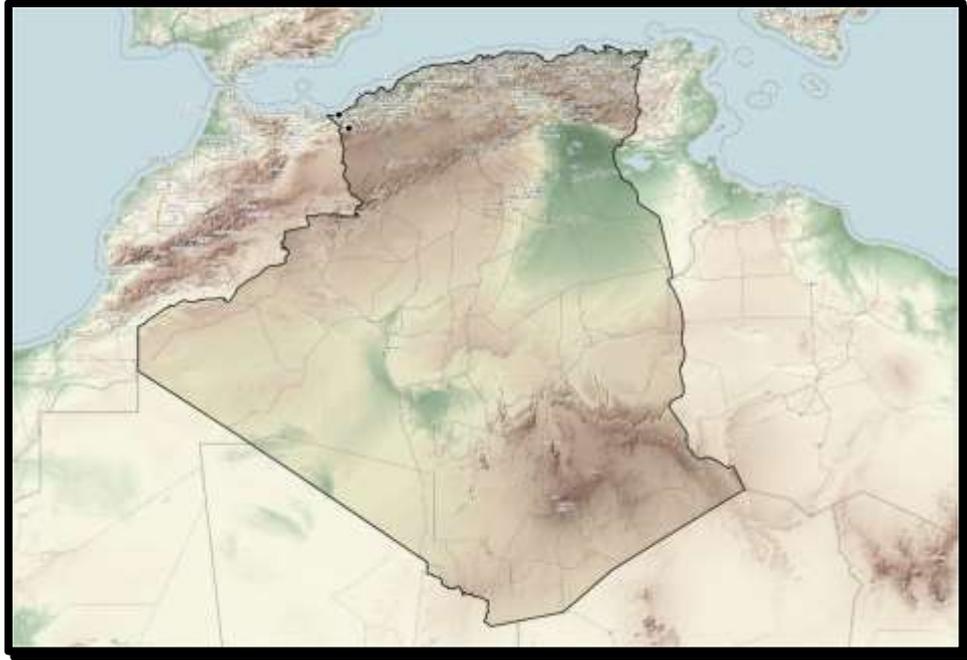


Figure 9 Distribution géographique de *O. maroccanus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

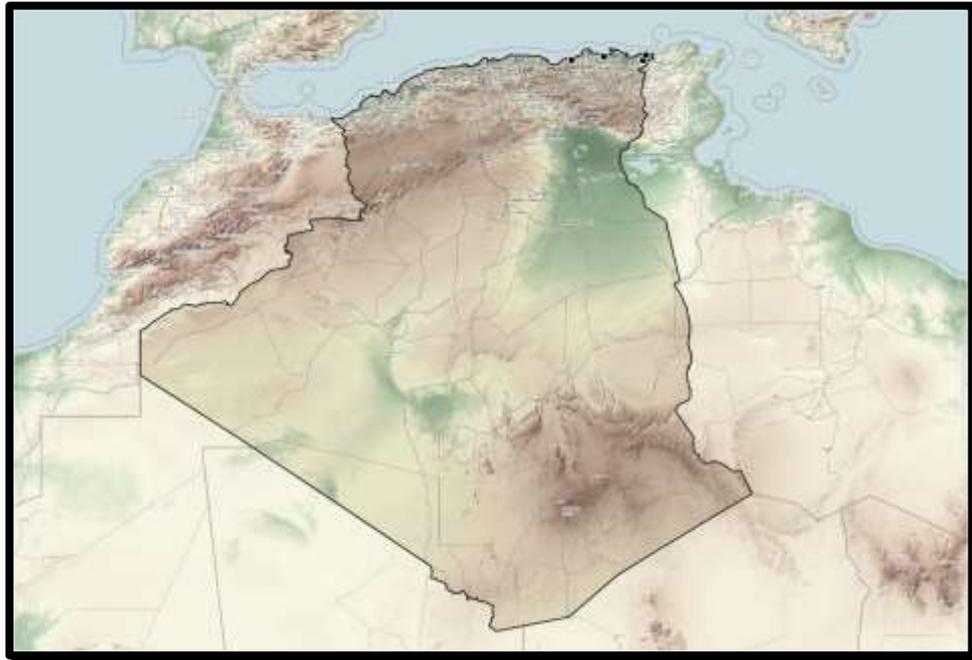


Figure 10 Distribution géographique de *O. erraticus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

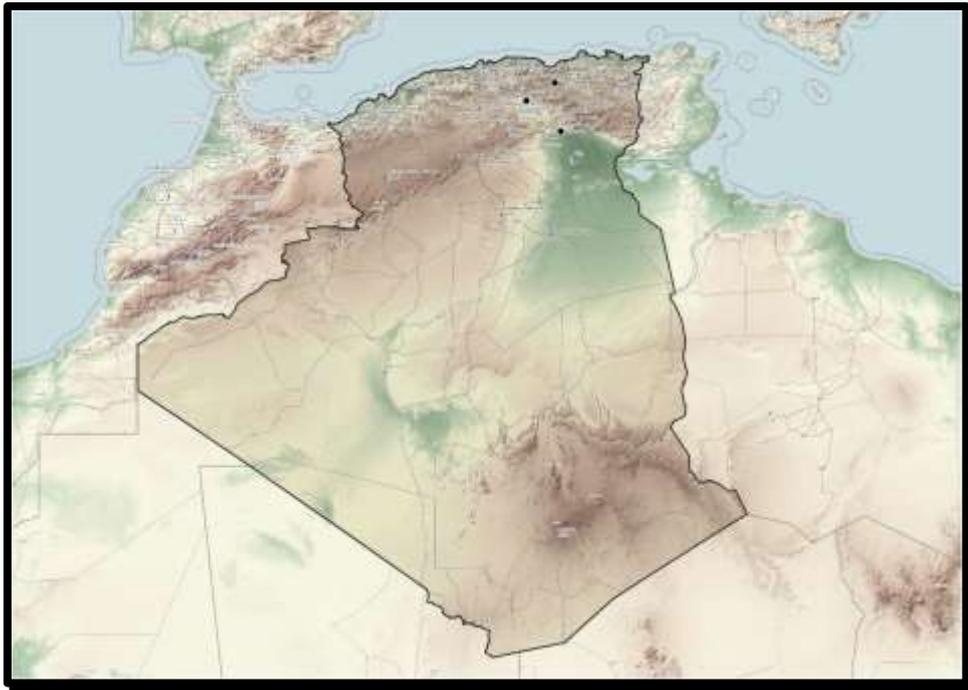


Figure 11 Distribution géographique d'*O. normandi* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

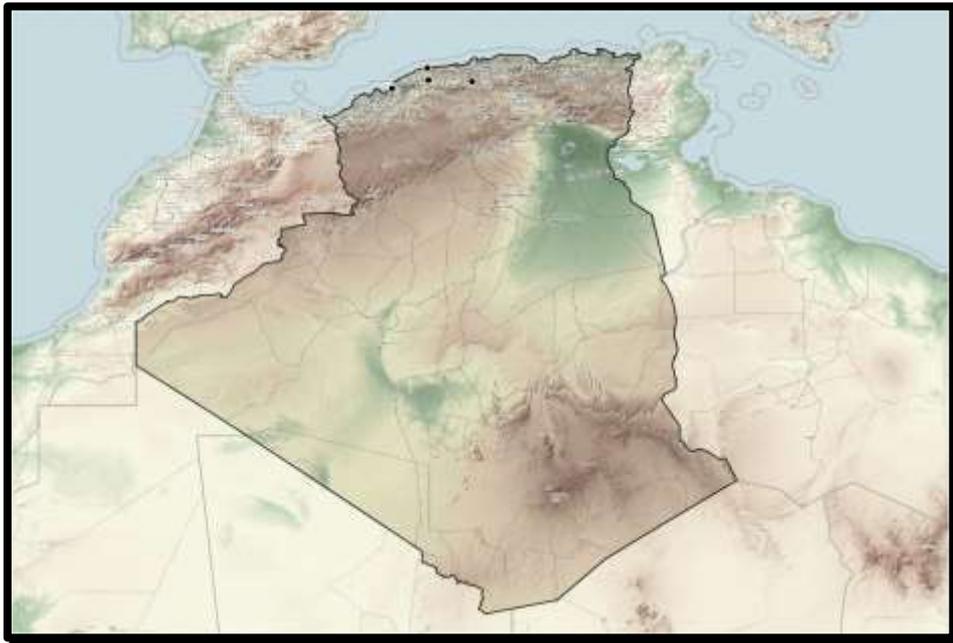


Figure 12 Distribution géographique d'*O. occidentalis* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

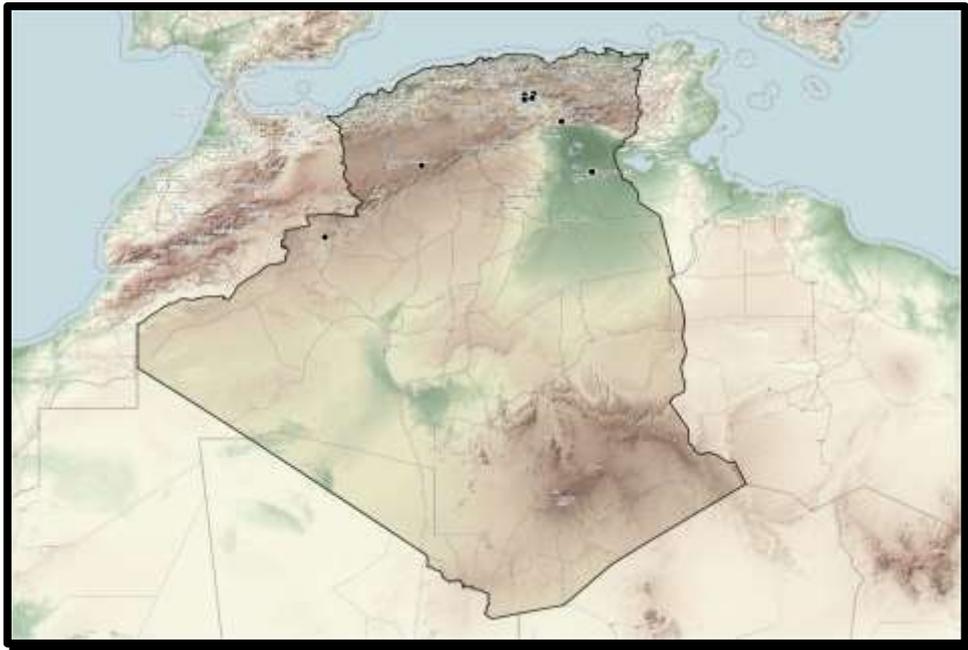


Figure 13 Distribution géographique d'*O. sonrai* en Algérie. Les points noirs indiquent les données bibliographiques

### Le Genre *Dermacentor*

*Dermacentor marginatus* est la seule espèce de son genre présente en Algérie. Les tiques adultes se nourrissent de moutons, de bovins, de chèvres et de chiens. En outre, les larves et les nymphes parasitent les petits mammifères, principalement les lapins, et les oiseaux (**Walker et al 2003**). En Afrique du Nord, *D. marginatus* partage le même habitat que *Ixodes ricinus* (**Walker et al 2003**). En Algérie, la tique *D. marginatus* a été signalée sur deux espèces de mammifères distribuées dans la région nord du pays, principalement en haute altitude (**Fig. 14**), offrant une relation de co-distribution avec le sanglier.

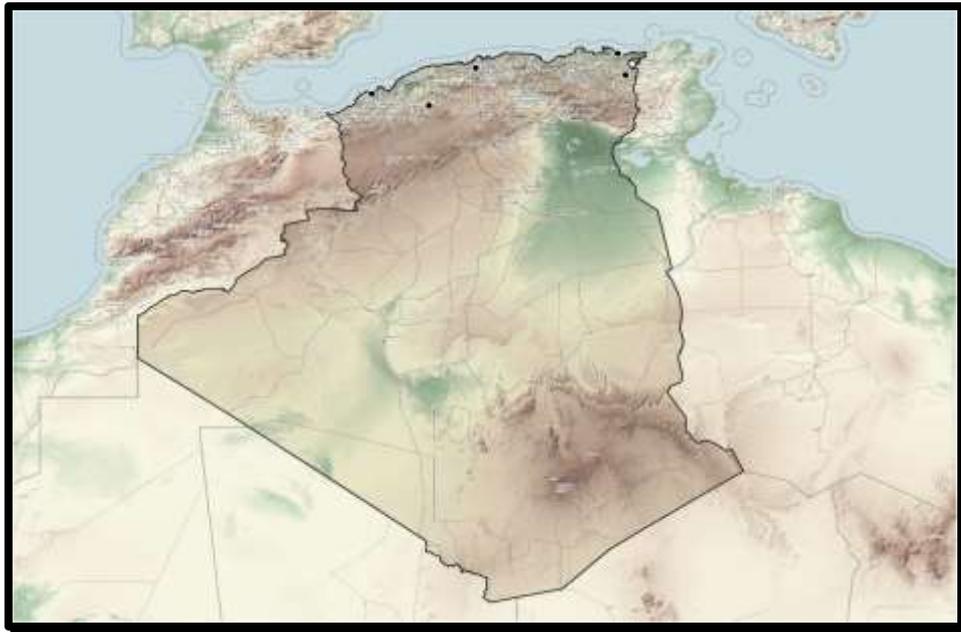


Figure 14 Distribution géographique de *D. marginatus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

### Le Genre *Haemaphysalis*

Trois espèces de ce genre ont été signalées en Algérie. La plupart des rapports se concentrent sur *Ha. sulcata* et *Ha. punctata* tandis que pour *Ha. erinacei*, il y a un seul rapport sur *Paraechinus aethiopicus* et *Atelerix algirus* qui se trouvent dans la partie nord du pays, dans une zone de steppe (**Fig.15**).

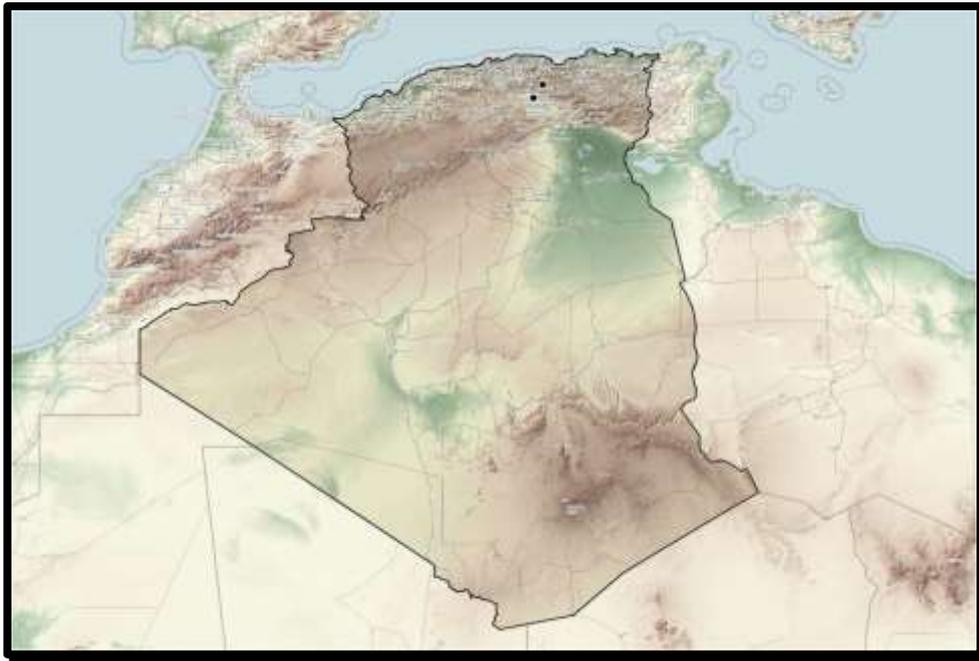


Figure 15 Distribution géographique de *Ha. erinacei* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

*Haemaphysalis punctata* est une tique à trois hôtes. Cette espèce de tique parasite les bovins et les ovins, et occasionnellement aussi les chevaux, les chèvres et les antilopes. *Haemaphysalis punctata* est distribuée en Europe, en Afrique du Nord et en Asie de l'Est (Walker et al 2003). En Algérie, cette espèce a été trouvée sur des bovins, mais des infestations sur des moutons, des sangliers et des chiens ont été signalées. Elle est présente dans la partie nord du pays (Fig. 16).

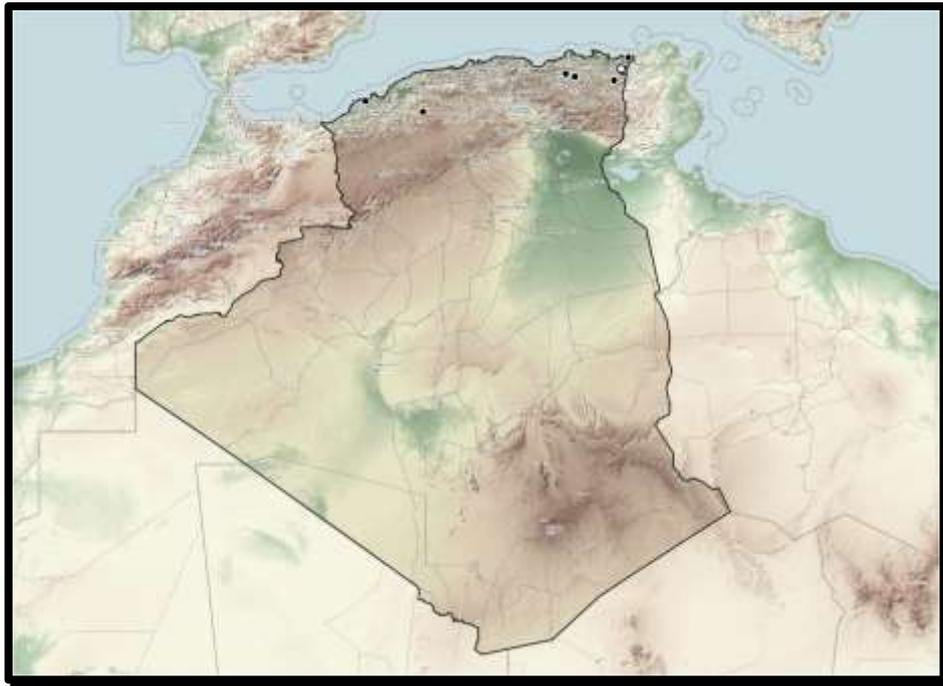


Figure 16 Distribution géographique de *Ha. erinacei* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

*Haemaphysalis sulcata* est également une tique à trois hôtes, le mouton étant l'hôte le plus commun. *Haemaphysalis sulcata* est présente sur un large territoire en Afrique du Nord, en Europe et en Asie (Pomerantzev 1950; Bouattour et al 1999; Estrada-Peña et al. 2004). En Algérie, cette espèce se trouve sur les moutons, les bovins et les chèvres et est localisée dans la partie nord-est du pays (Fig. 17).



Figure 17 Distribution géographique de *Ha. sulcata* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

### Le Genre *Hyalomma*

Ce genre est le plus diversifié quant au nombre d'espèces rapportées en Algérie et comprend ici 10 espèces. *Hy. aegyptium* est une tique à trois hôtes dont les tortues du genre *Testudo* sont les hôtes principaux pour tous les stades de développement. Cette tique est présente dans le bassin méditerranéen et la mer Noire (Siroký et al. 2006). En Algérie, *Testudo greaca* est le principal et seul hôte signalé pour *Hy. aegyptium*. Elle a été signalée dans les régions du nord et de l'intérieur du pays, car sa distribution dépend de la présence de son hôte, comme l'ont montré des études antérieures (Mihalca et al. 2012) (Fig.18).

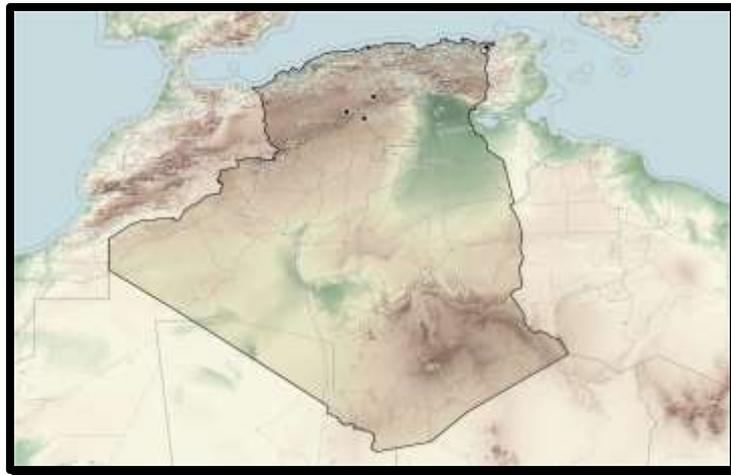


Figure 18 Distribution géographique de *H. aegyptium* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Hyalomma anatolicum* est une tique endophile avec un cycle de vie à deux ou trois hôtes. Les grands ongulés, principalement les bovins, les chevaux, les chameaux, les moutons et les chèvres sont des hôtes pour tous les stades de développement (Bakheit et al. 2012). Cette tique est largement répandue en Afrique et en Asie (Estrada-Peña et al. 2004). En Algérie, *Hy.*

*anatolicum* est signalée sur le bétail et elle est présente dans les régions du nord, de l'intérieur et du sud du pays (**Fig.19**).

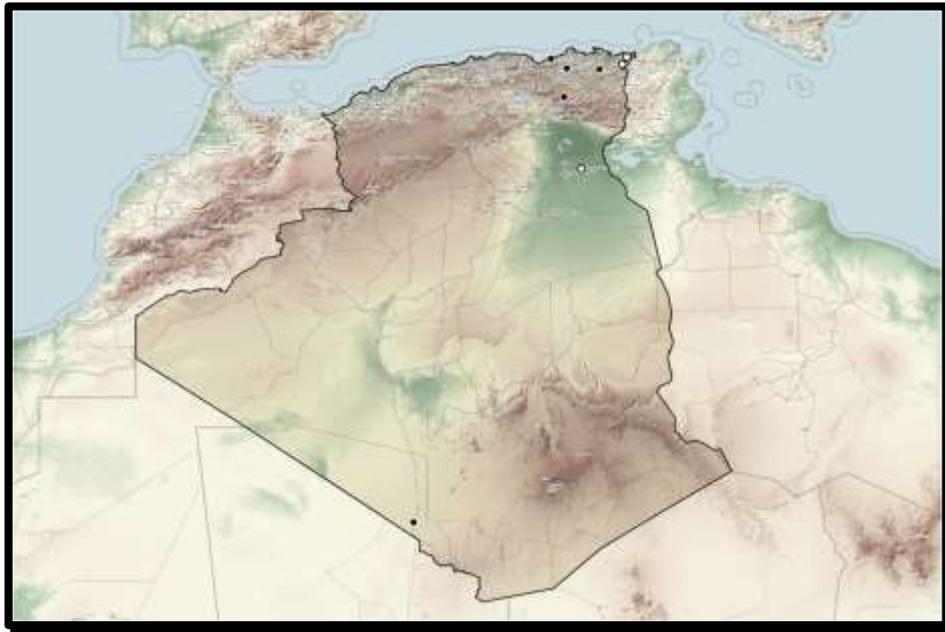


Figure 19 Distribution géographique de *H. anatolicum* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Hyalomma dromedarii* a un cycle de vie à deux ou trois hôtes. Le chameau est l'hôte privilégié, mais les mammifères domestiques peuvent également héberger cette tique. *Hyalomma dromedarii* est présente dans les climats méditerranéens, steppiques et désertiques (**Walker et al 2003**). Cette tique est signalée principalement sur les chameaux en Algérie, mais des infestations sur les moutons ont été rapportées (**Bouhous et al. 2011**). La présence de *Hy. dromedarii* est strictement associée à la distribution géographique de son hôte principal, le dromadaire.

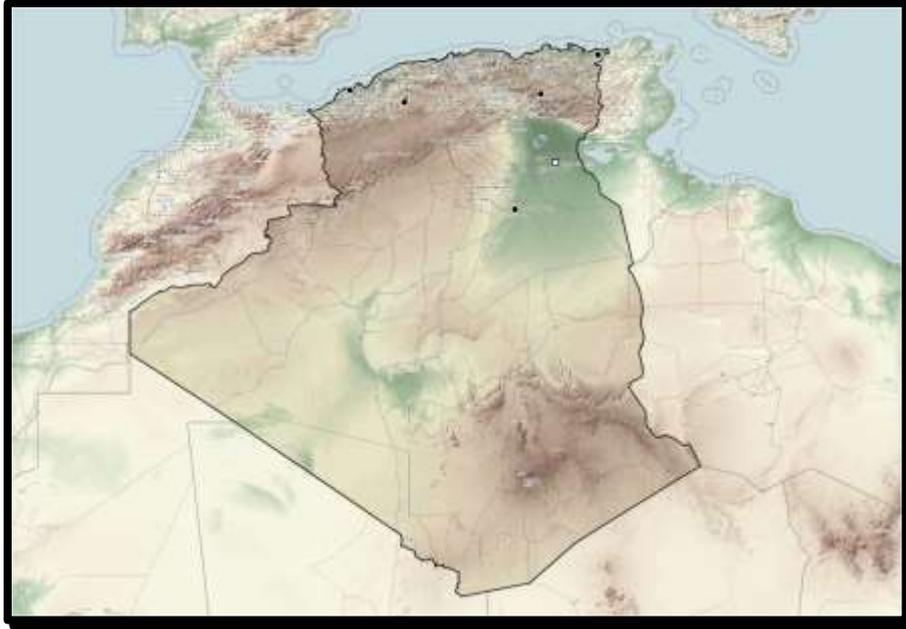


Figure 20 Distribution géographique de *H. dromedarii* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Hyalomma excavatum* est une tique exophile à deux ou trois hôtes, les mammifères domestiques étant des hôtes fréquents mais les bovins et les chameaux étant les principaux. Les insectivores, les lagomorphes et les rongeurs sont les hôtes préférés des stades immatures. Cette espèce de tique est connue pour être présente en Afrique du Nord, en Afrique de l'Est, en Europe du Sud, au Moyen-Orient et en Asie centrale (Estrada-Peña et al. 2004 ; Bakheit et al. 2012). En Algérie, elle a été signalée sur du bétail (Fig. 21).

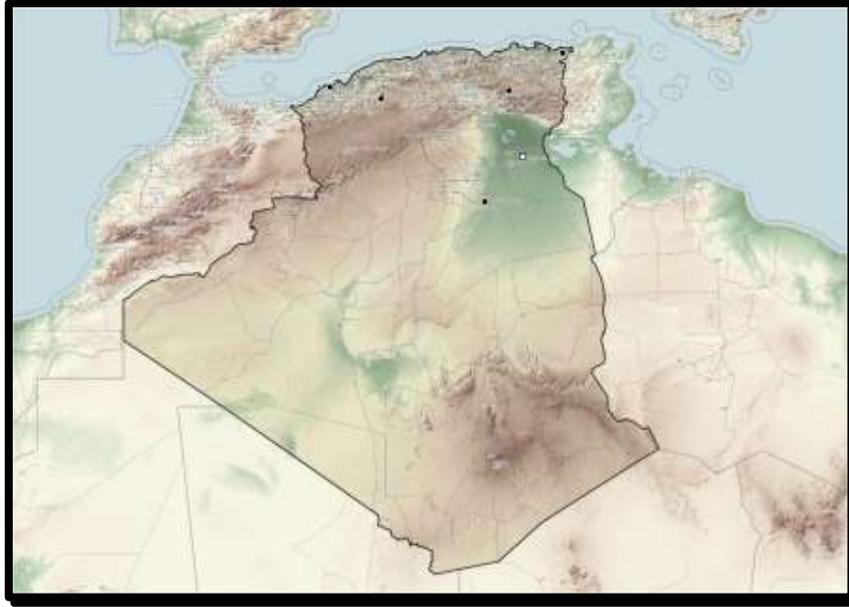


Figure 21 Distribution géographique de *H. excavatum* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Hyalomma impeltatum* a un cycle de vie à deux ou trois hôtes. Camelidae et Bovidae sont les hôtes communs des adultes, tandis que Leporidae et Muridae sont les hôtes des immatures (Guiglielmone et al. 2014). *Hyalomma impeltatum* est largement répandu dans la région paléarctique (Apanaskevich and Horak 2009). En Algérie, il a été signalé sur le bétail, le dromadaire étant l'hôte le plus commun (Fig. 22).

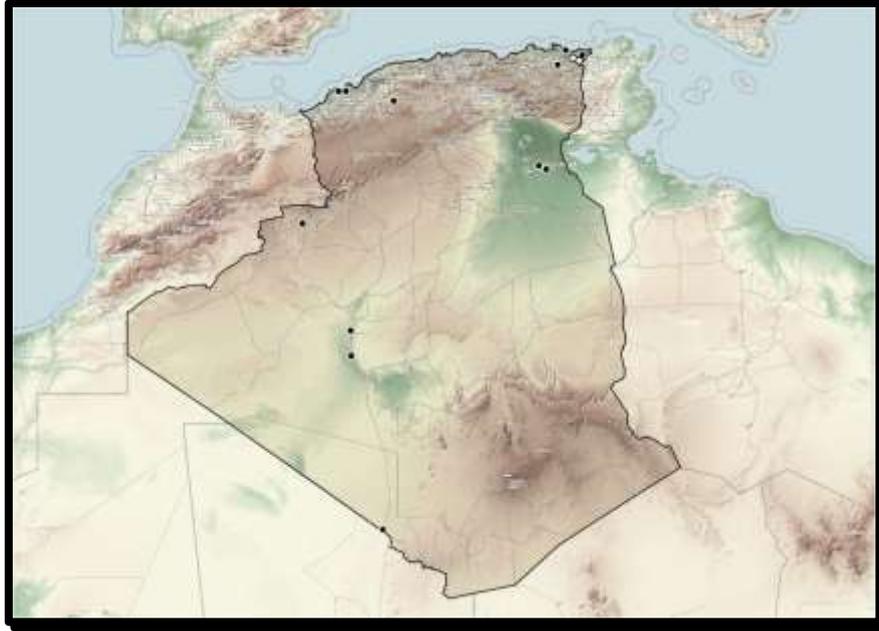


Figure 22 Distribution géographique de *H. impeltatum* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Hyalomma lusitanicum* est une tique à trois hôtes qui se nourrit de bovins et d'autres ongulés domestiques et sauvages. Elle est limitée à la partie occidentale de la sous-région méditerranéenne de la région zoogéographique paléarctique (Apanaskevich et al. 2008). En Algérie, elle a été collectée sur cinq mammifères hôtes (Fig. 23).

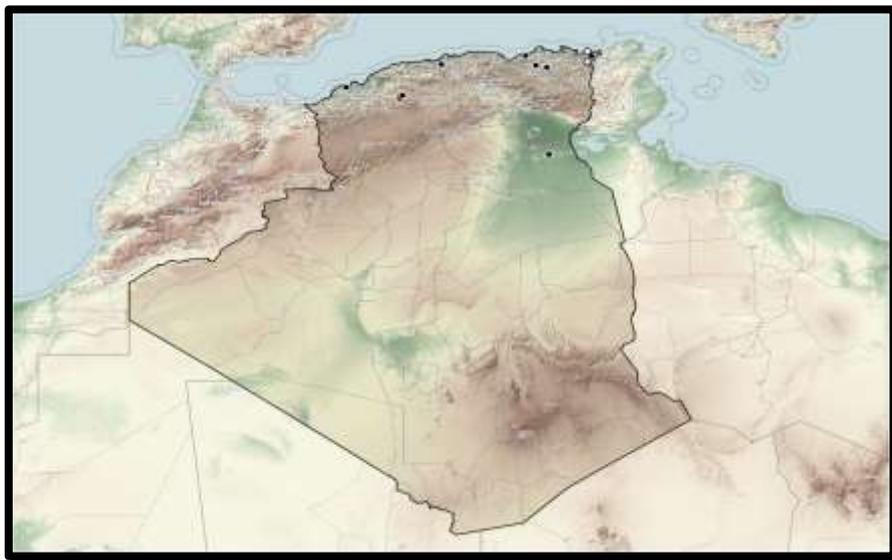


Figure 23 Distribution géographique de *H. lusitanicum* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Hyalomma marginatum* est une tique à deux hôtes dont les mammifères sont les hôtes principaux. Sa distribution géographique comprend le sud de l'Europe et l'Afrique du Nord (Apanaskevich and Horak 2008). En Algérie, *Hy. marginatum* est l'espèce la plus signalée de son genre (Fig.24).

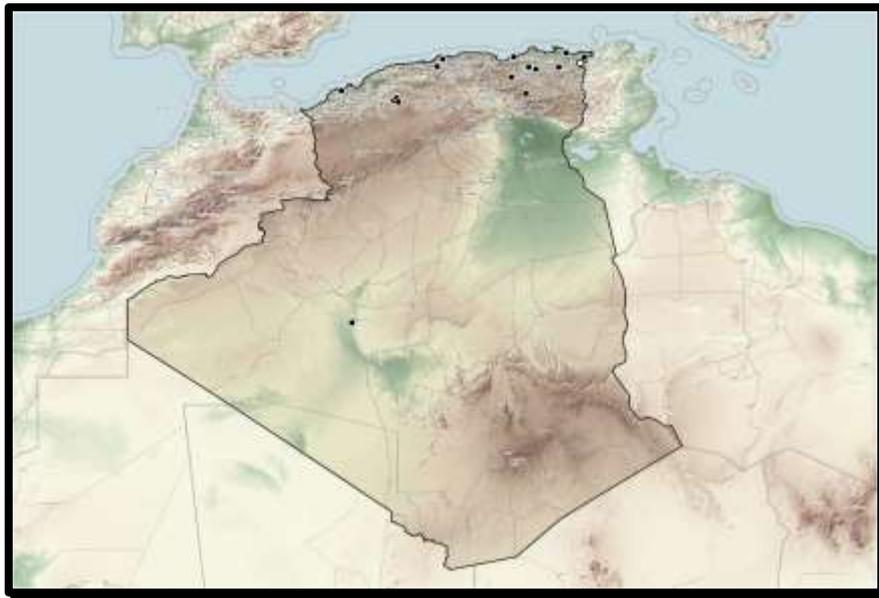


Figure 24 Distribution géographique de *H. marginatum* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Hyalomma rufipes* est une tique exophile à deux hôtes. Les adultes se nourrissent de bovins, de moutons, de chèvres, de chevaux et de chameaux. Les larves et les nymphes infestent les oiseaux et les léporidés (Apanaskevich et al. 2008). En Algérie, elle semble avoir une large aire de répartition (Fig.25).

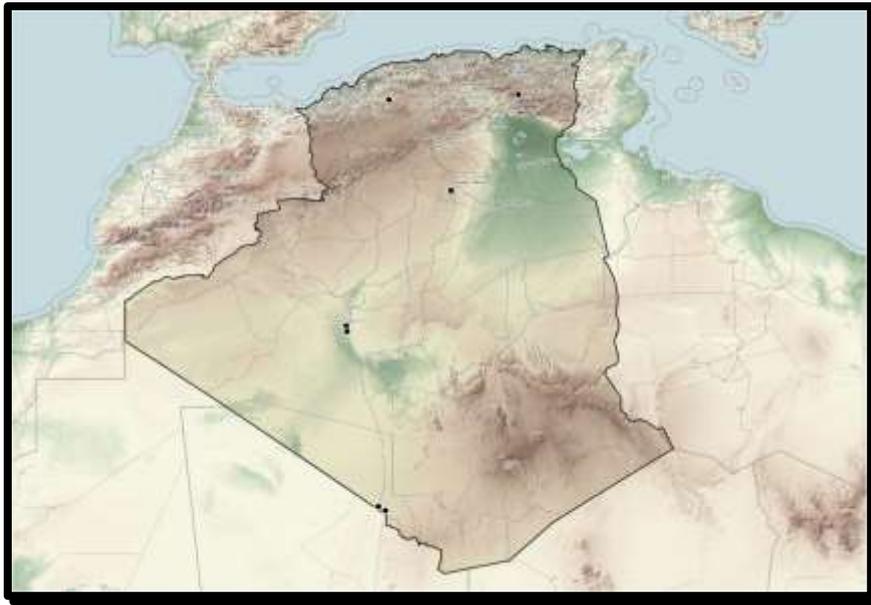


Figure 25 Distribution géographique de *H. rufipes* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

Les stades adultes et immatures de *Hy. scupense* se nourrissent principalement de bovins et de chevaux mais peuvent être rarement observés sur des moutons, des ânes, des porcs, des chameaux et des ongulés sauvages (**Bursali et al. 2012**). *Hyalomma scupense* a une large distribution, depuis l'Afrique du Nord et l'Europe de l'Ouest jusqu'à la Chine orientale (**Gharbi and Darghouth 2014**). En Algérie, les bovins sont signalés comme l'hôte préféré de *Hy. scupense*, mais des infestations sur d'autres ongulés domestiques ont également été signalées (**Fig.26**).



Figure 26 Distribution géographique de *H. Scupense* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

Les herbivores domestiques sont les hôtes préférés de l'adulte de *Hy. truncatum*, tandis que les stades immatures parasitent les lièvres et les rongeurs (**Walker et al 2003**). Cette espèce de tique a été signalée dans le nord et le sud de l'Algérie infestant les bovins et les chameaux (**Fig.27**).

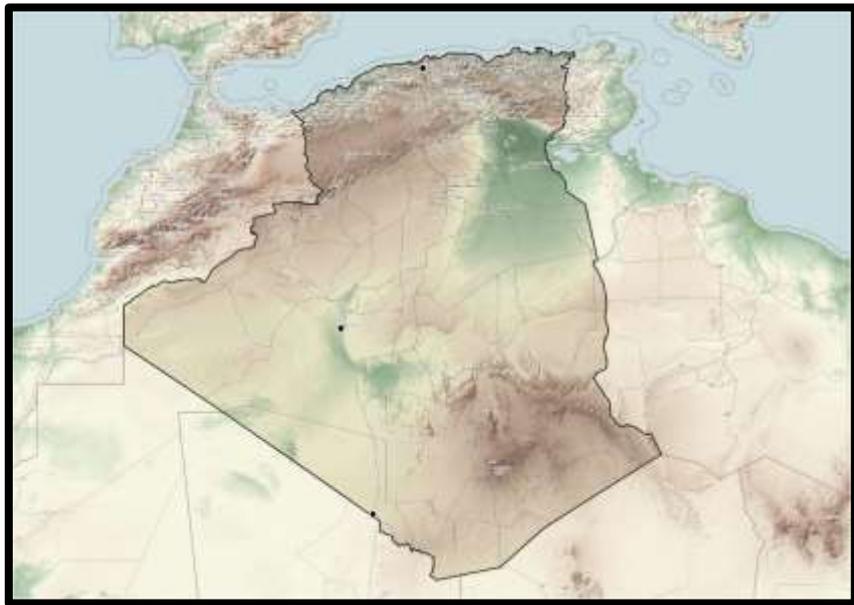


Figure 27 Distribution géographique de *H. truncatum* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

### Le Genre *Ixodes*

Quatre espèces de ce genre ont été signalées en Algérie. *I. hexagonus* est une espèce à trois hôtes dont les principaux sont les mammifères carnivores et les hérissons, avec une vaste distribution en Europe (**Kolonin 2009**). En Algérie, seuls deux rapports sont disponibles concernant cette tique collectée sur des chiens et des hérissons (**Fig.28**).

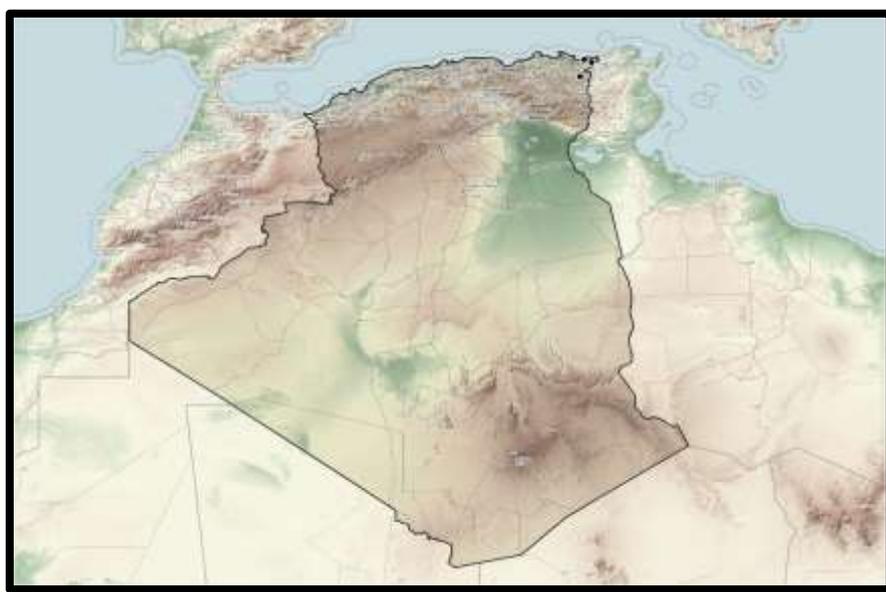


Figure 28 Distribution géographique de *I. hexagonus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

*Ixodes inopinatus* sensu **Estrada-Peña et al. 2014** est une tique exophile dont les immatures se nourrissent de lézards et les adultes de renards roux et de moutons (**Estrada-Peña et al. 2014**, **Chitimia-Dobler et al. 2018**). Des études antérieures ont rapporté sa présence en Espagne, au Portugal, en Tunisie et au Maroc (**Estrada-Peña et al. 2014**) mais plus récemment aussi en Europe de l'Est et en Tunisie, en sympatrie avec *I. ricinus* (**Chitimia-Dobler et al. 2018**; **Younsi et al. 2019**). En Algérie, avant notre rapport, aucune donnée n'était disponible

concernant *I. inopinatus* sensu **Estrada-Peña et al. 2014**, car auparavant ils auraient pu être mal identifiés comme *I. ricinus*. Dans l'étude actuelle, les stades immatures ont été collectés sur des lézards tandis que les adultes sur des bovins, fournissant de nouveaux enregistrements d'association d'hôtes pour le pays. Il est important de noter que nous avons collecté cette espèce dans un habitat forestier (*Quercus spp*). Son aire de répartition en Algérie est la région nord-est (**Fig.29**). Cependant, en raison du manque d'enquêtes, nous supposons qu'elle est plus répandue que prévu, au moins dans la région nord du pays.

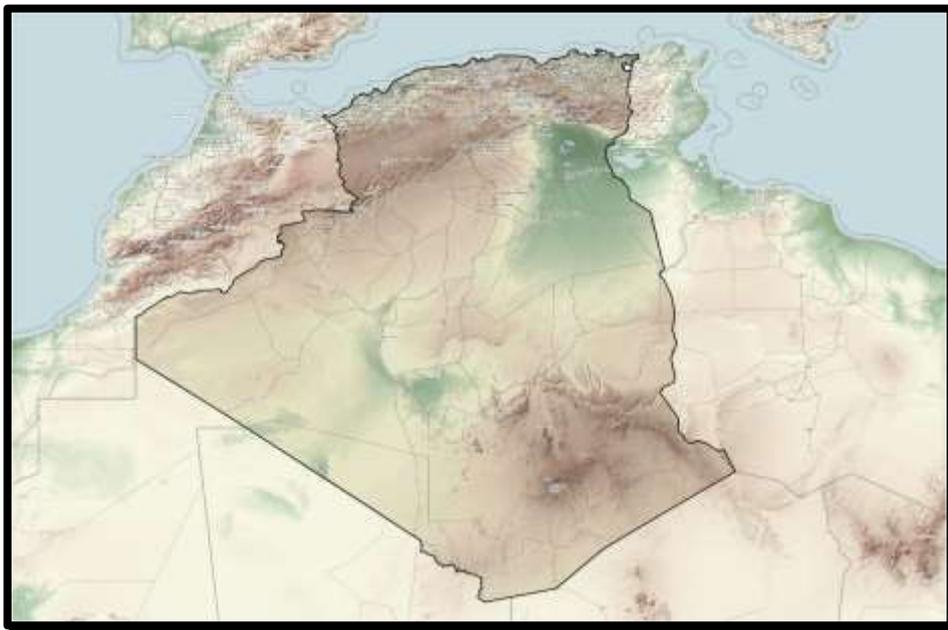


Figure 29 Répartition géographique de *I. inopinatus* en Algérie. Les points blancs montrent nos données originales

*Ixodes ricinus* est une tique à trois hôtes au comportement catholique. Les stades immatures parasitent les oiseaux et les lézards, tandis que les mammifères sont les hôtes préférés des adultes (**Estrada-Peña et al. 2018**). *Ixodes ricinus* est présente dans la région du Paléarctique occidental en termes d'aire de répartition avec plus de 300 espèces hôtes. En Algérie, les hôtes signalés comprennent 9 mammifères et 3 espèces de reptiles. Le stade adulte a été trouvé sur

des mammifères et l'immature principalement sur des lézards. Sa distribution est limitée à la partie nord du pays, principalement située dans les régions montagneuses (**Fig.30**).

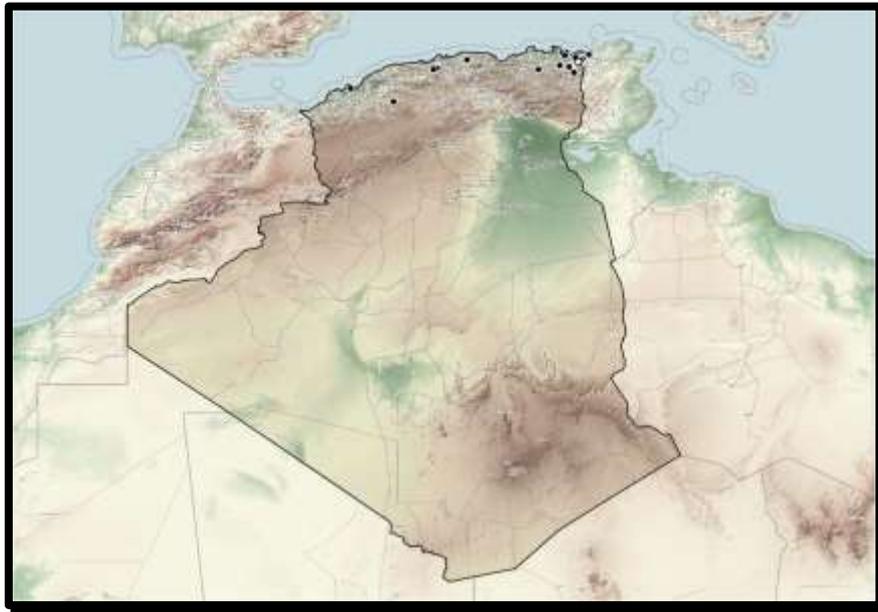


Figure 30 Distribution géographique de *I. ricinus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Ixodes vespertilionis* est une tique endophile à trois hôtes qui parasite les chauves-souris et est largement répandue en Europe (**Hornok et al. 2014**). Dans le nord de l'Algérie, des rapports antérieurs ont signalé l'infestation de tiques sur des chauves-souris troglodytes (**Bendjeddou et al 2017**)(**Fig.31**).

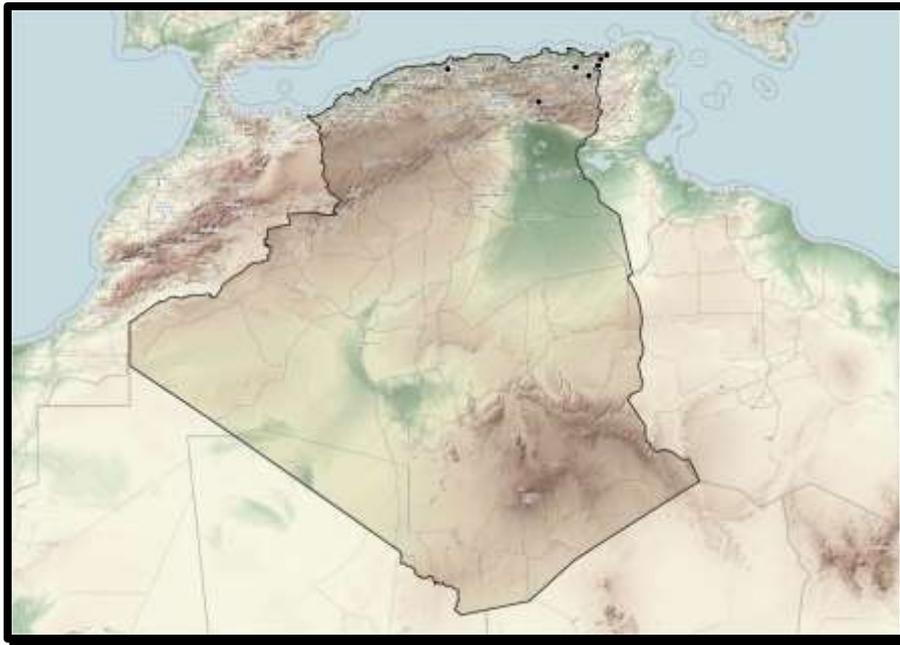


Figure 31 Distribution géographique de *I. vespertilionis* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

### **Le Genre *Rhipicephalus***

Il est représenté en Algérie par 6 espèces et elles sont assez abondantes dans la plupart des hôtes domestiques. *Rhipicephalus annulatus* se nourrit sur le même hôte pendant tous les stades de développement. Les hôtes préférés sont les ruminants, mais le sanglier et le chat sont aussi fréquemment signalés (Walker et al 2003). En Algérie, *Rhipicephalus annulatus* est principalement localisé dans la région nord du pays qui présente un climat méditerranéen dominant. Des études précédentes ont montré que les bovins sont les principaux hôtes en Algérie, mais des infestations sur d'autres mammifères (chiens, chevaux, chèvres et moutons) ont été rapportées (Boucheikhchoukh et al. 2018 ; Bouchama et al. 2020 ; Sadeddine et al. 2020; Derradj and Kohil 2020) (Fig.32).

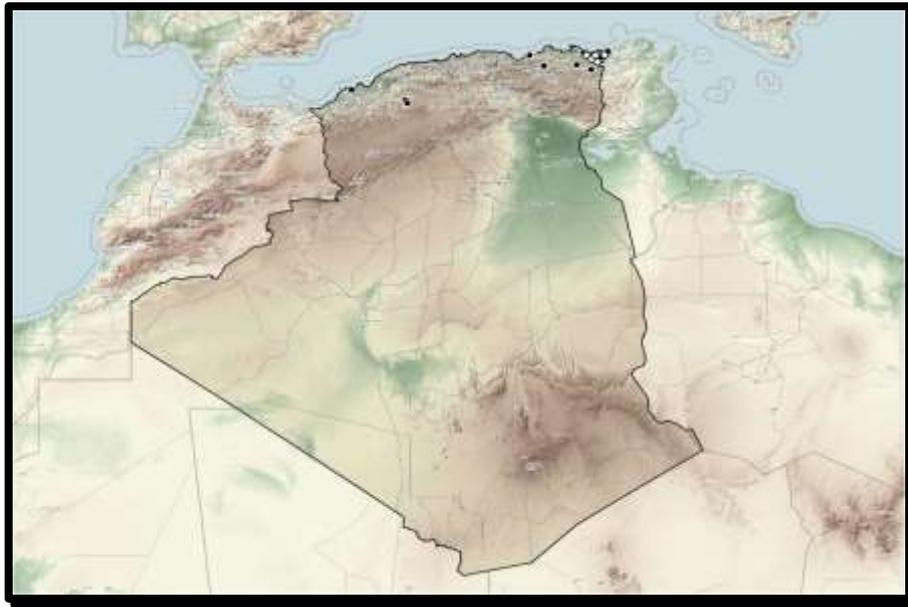


Figure 32 Distribution géographique de *R. annulatus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Rhipicephalus bursa* est une tique à deux hôtes qui se nourrit de divers mammifères. La distribution géographique de *R. bursa* s'étend autour de la mer Méditerranée (**Walker et al. 2000**). En Algérie, elle a été collectée sur des bovins, des moutons, des chèvres, des chevaux, des chiens, des chats et des hérissons (**Leulmi et al. 2016 ; Boucheikhchoukh et al. 2018 ; Kouidri et al. 2019 Senaoui et al. 2020**). Ce rapport révèle pour la première fois sa présence sur des sangliers, constituant une nouvelle association d'hôtes pour l'Algérie. Sa distribution est limitée à la région nord du pays (**Fig.33**).

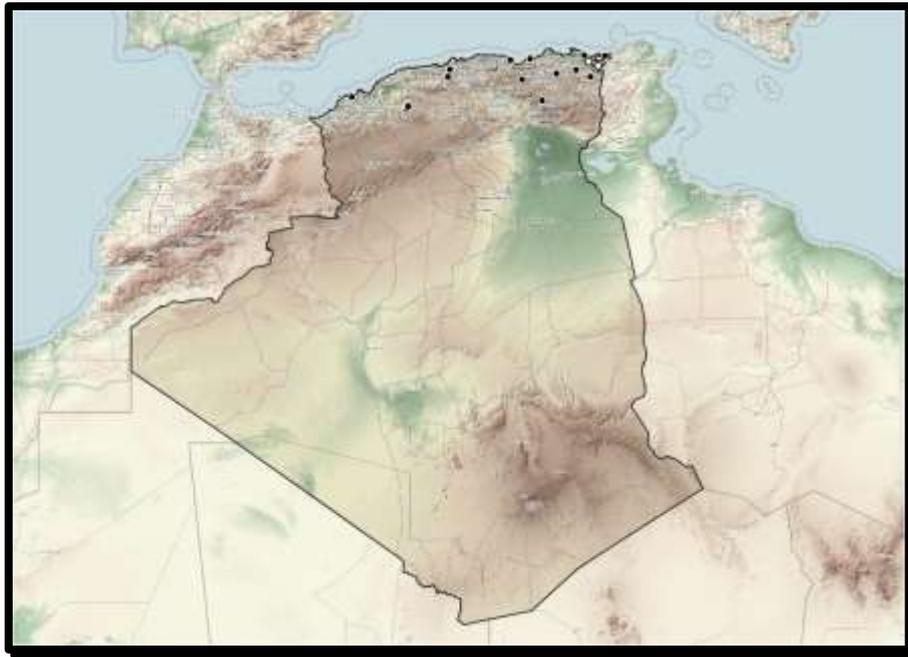


Figure 33 Distribution géographique de *R. bursa* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Rhipicephalus evertsi evertsi* est une tique à deux hôtes qui se nourrit de bovins et d'ongulés sauvages. Cette espèce a un comportement alimentaire télétrope. *R. evertsi evertsi* est répandue dans les pays africains avec une préférence pour la région zoogéographique afrotropicale (Walker et al. 2000). En Algérie, *R. evertsi evertsi* a été signalé sporadiquement sur des moutons et des chameaux dans la partie sud du pays par Bouhous et al (2008 ; 2011). Les auteurs ont suggéré qu'il pourrait s'agir d'une infestation accidentelle (Fig .34).

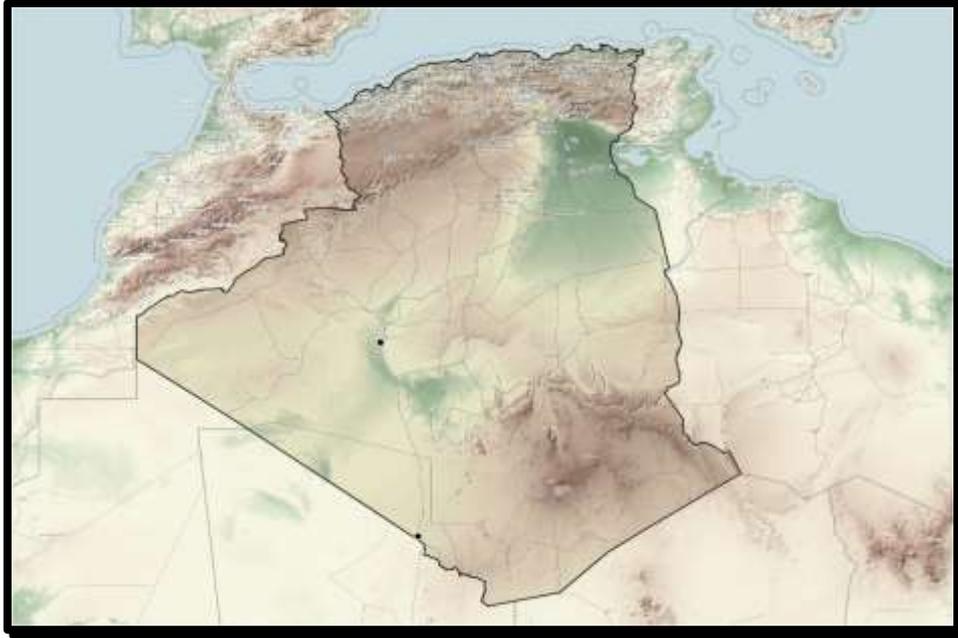


Figure 34 Distribution géographique de *R. evertsi evertsi* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature

*Rhipicephalus guilhoni* a un cycle de vie à trois hôtes, les tiques adultes infestant les mammifères (chevaux, bovins, moutons, chiens et carnivores sauvages) tandis que les stades immatures se nourrissent de petits mammifères. *R. guilhoni* est présent en Afrique du Sénégal à l'Ethiopie (Walker et al. 2000). Un seul rapport est fourni pour l'Algérie, collecté sur des moutons et situé dans le sud du pays (Bouhous et al. 2011) (Fig.35).

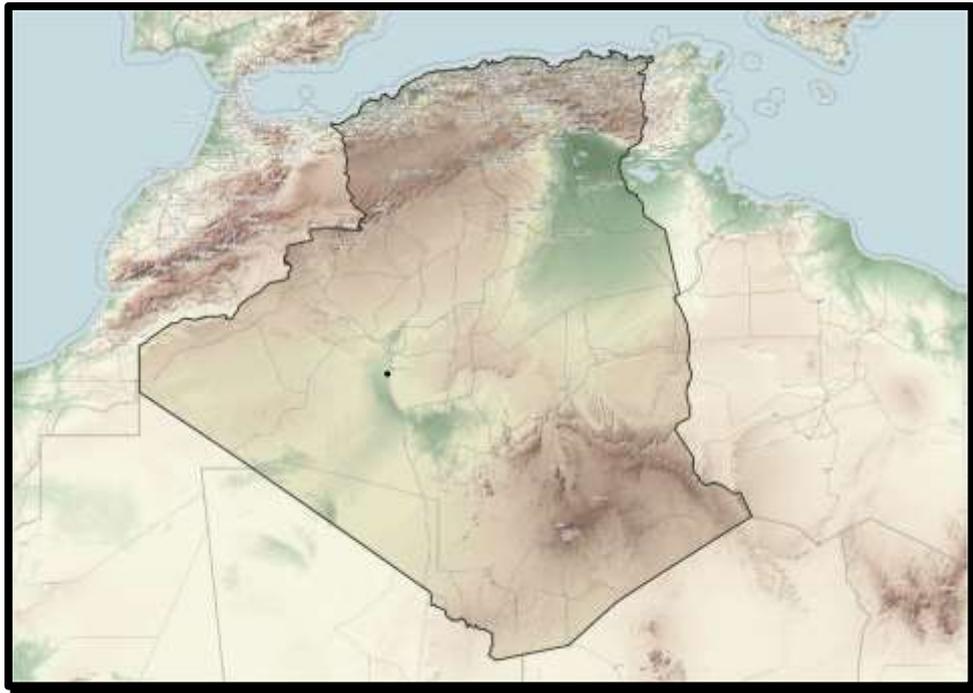


Figure 35 Distribution géographique de *R. guilhoni* en Algérie. Le point noir indique les données bibliographiques

*Rhipicephalus sanguineus* sensu lato est la tique la plus répandue en ce qui concerne son spectre d'hôtes en Algérie, incluant 15 espèces de mammifères (Yousfi-Monod and Aeschlimann 1986 ; Bitam et al. 2006 ; Khaldi et al. 2011 ; Becir et al. 2015 ; Leulmi et al. 2016 ; Boucheikhchoukh et al. 2018). *R. sanguineus s.l.* est une tique à trois hôtes qui se nourrit principalement de chiens mais peut être trouvée sur d'autres hôtes (Dantas-Torres 2010). En Algérie, *R. sanguineus s.l.* a été trouvée dans la faune domestique (chiens, chameaux, chèvres, bovins, chats et moutons) et dans la faune sauvage (chacal, chauve-souris, hérisson, sanglier et mangouste). Dans cette étude, nous le signalons chez les bovins, les chiens, les moutons, les chats et les hérissons. Seul le stade adulte a été rapporté chez les hôtes, tandis que les immatures ont été collectés par marquage (Belabed et al. 2015). La tique brune du chien a une distribution mondiale. En Algérie, elle est présente dans les régions du nord, du centre et du sud-ouest du pays (Fig. 36).

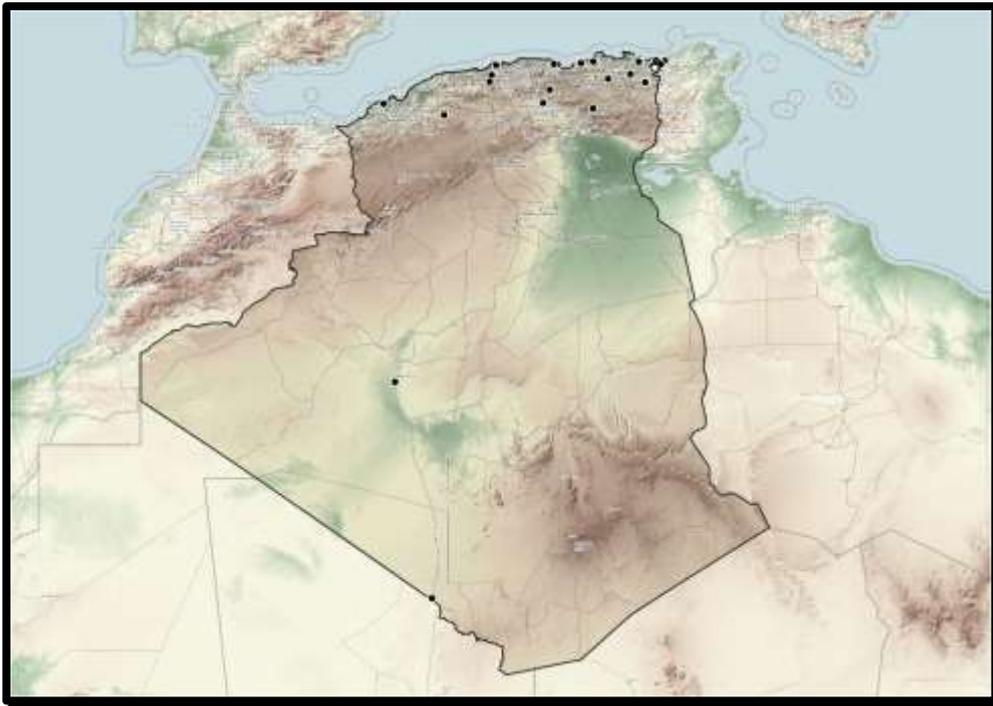


Figure 36 Répartition géographique de *R. sanguineus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

*Rhipicephalus turanicus* est présente dans la région paléarctique, bien que les limites réelles de sa distribution restent floues en raison de sa phylogénie ambiguë (Guiglielmone et al. 2014) [4]. Cette espèce est une tique à trois hôtes. En Algérie, elle est présente dans le nord et infeste les bovins, les chèvres, les chiens, les sangliers et les hérissons (Bitam et al. 2006; Zeroual et al. 2014 ; Kebil et al. 2019 ; Senaoui et al. 2020; Bouchama et al. 2020). Il est intéressant de noter que nous l'avons collectée sur des chats, ce qui constitue une nouvelle association d'hôtes pour l'Algérie (Fig. 37).

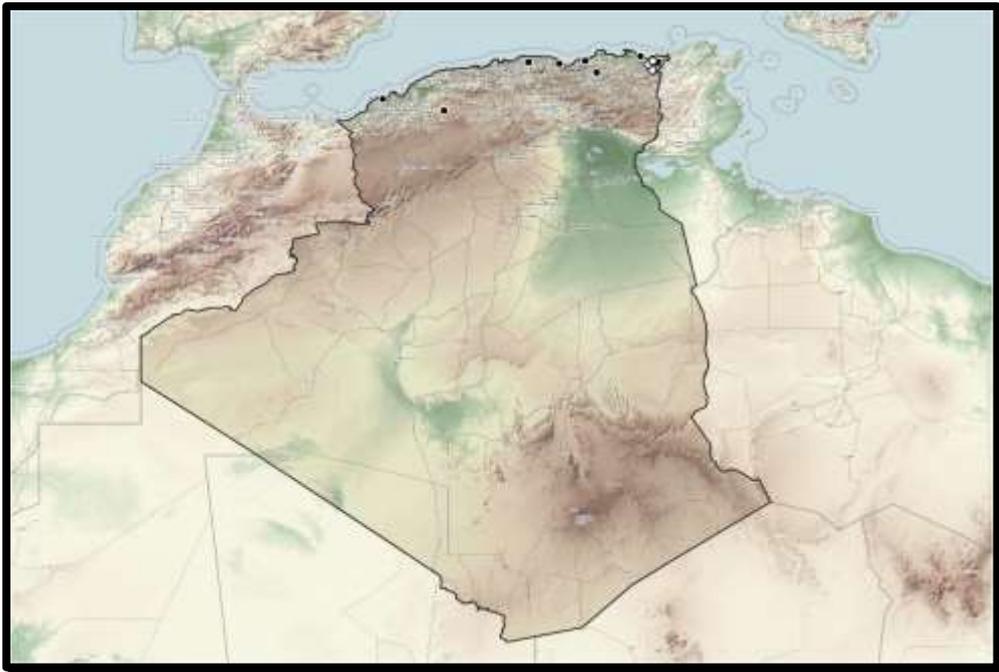


Figure 37 Distribution géographique de *R. turanicus* en Algérie. Les points noirs montrent les données de la littérature. Les points blancs montrent nos données originales

En raison des changements globaux qui ont eu lieu ces dernières années, l'Algérie est confrontée à la désertification (**Nedjraoui et Bédrani 2008**). L'absence de barrières écologiques entre l'Algérie et les pays voisins, la mobilité légale et illégale des animaux dans la région nord-africaine, et les différents types d'élevage pratiqués en Algérie (par exemple, le nomadisme, le pastoralisme et la transhumance) sont des facteurs potentiellement responsables d'une grande diversité et de la distribution géographique des tiques. Cependant, à partir des données présentées ci-dessus, il est clair qu'il y a plusieurs lacunes dans les données concernant la diversité et la distribution des tiques en Algérie. Malgré la grande diversité des vertébrés terrestres sauvages dans ce pays (111 mammifères, 406 oiseaux et 99 reptiles) (**Ahmim 2019, Isenmann 2000, Beddak 2017**), il y a étonnamment peu d'études sur leurs tiques. En outre, de vastes territoires du pays n'ont toujours pas été étudiés pour les tiques. Les approches futures

visant à combler ces lacunes peuvent révéler la présence d'espèces de tiques jusqu'à présent non signalées pour l'Algérie.

### 1.5 Conclusions

Cette étude est la première à signaler la présence *d'Ixodes inopinatus* sensu **Estrada-Peña et al. 2014** en Algérie et représente un travail précieux en raison des nouvelles données importantes concernant la distribution des tiques et des nouvelles associations tique-hôte.

## 2 Chapitre 02 : Diversité et distribution géographique des espèces des pathogènes associés aux tiques en Algérie

### 2.1 Introduction

Les tiques sont des acariens hématophages se nourrissant du sang de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, voire d'anoures. Chaque repas sanguin est l'occasion d'échanger des micro-organismes avec leur hôte, c'est-à-dire de s'infecter, de transmettre des agents infectieux, ou les deux à la fois. Certaines espèces, comme les tiques du complexe *Ixodes ricinus*, parasitent une grande variété d'hôtes et tiennent une place importante dans le passage de la barrière d'espèce, la transmission des zoonoses et l'émergence de certains agents infectieux.

La transmission transstadiale\* est une condition indispensable pour que les tiques soient vectrices d'un agent infectieux. Cela est notamment le cas pour les tiques dures qui ne se gorgent qu'une seule fois à chaque stase\*. C'est alors les nymphes et les adultes qui représentent les principaux vecteurs. Les larves peuvent cependant jouer aussi un rôle de vecteur pour certains agents infectieux lorsqu'une transmission transovarienne\* (transmission de l'agent infectieux à la descendance via les ovaires) existe (Rodhan et Perez, 1985). Du fait de la maintenance transstadiale et/ou transovarienne des agents infectieux, les tiques sont fréquemment co-infectées par plusieurs microorganismes dont la transmission simultanée peut expliquer certaines formes cliniques atypiques et la résolution incomplète des symptômes après traitement d'une seule infection (Franke et al., 2010).

Plus la concentration des agents infectieux est importante et leur présence prolongée dans le sang de l'hôte, plus la probabilité d'infecter le vecteur est grande. Toutefois, on sait maintenant que des agents infectieux peuvent « passer » d'une tique infectée à une tique

saine lors du phénomène de co-repas\* (co-feeding) en l'absence de virémie ou de bactériémie chez l'hôte, et cela même en présence d'anticorps ciblés de l'hôte. Un tel phénomène est facilité par le fait que le site de piqûre subit alors d'importantes modifications pharmacologiques locales liées à l'injection de substances actives contenues dans la salive ; le micro-environnement créé à cette occasion est en effet mis à profit par un certain nombre d'agents infectieux pour contaminer les tiques naïves (Nuttal et Labuda, 2004). La transmission par co-repas n'est possible que si la tique infectée et la tique naïve sont fixées à peu de distance l'une de l'autre. Ce phénomène est essentiellement décrit pour le virus de l'encéphalite à tique et revêt une grande importance dans l'épidémiologie de ce dernier (Nonaka et al., 2010).

L'objectif principal de ce travail est de faire une liste des différents pathogènes associés aux tiques en Algérie depuis la littérature scientifique et de mettre au point une carte de répartition géographique pour chaque famille de microorganisme.

## **2.2 Matériels et Méthodes :** **Collecte de données**

Pour la collecte des informations concernant les tiques et les pathogènes associés aux tiques en Algérie nous avons utilisé plusieurs sources d'informations accessibles sur le net notamment ; Google scholar, Web of sciences, PubMed, Science Direct en procédant à une recherche par les mots clés suivants : Algérie, Tiques, Espèces de Tiques, Pathogènes associés aux tiques, distribution des pathogènes associés aux tiques en Algérie.

## Traitement des données

Les données collecter on fait l'objet d'un traitement sur tableau Excel portant les colonnes suivantes ; Espèces De Tique, Espèce De Pathogène, Hôte, Localité, Auteurs, Titre.

Des cartes de distribution de chaque famille de pathogènes ont été performer sur QGIS 3.4.

En vue de la diversité importante de la famille des Rickettsioses on a préféré la divisée en 02 cartes pour mettre en évidence son réel air de répartition.

### 2.3 Résultats et Discussion :

Selon la littérature scientifique nous présentons la liste des pathogènes associés aux tiques en Algérie dans le tableau suivant

**Tableau : association hôtes, pathogènes, vecteurs et leur répartition géographique.**

Pathogènes	Tick species	Host species	Locality	References
<i>Anaplasmatacea spp</i>	<i>Hyalomma detritum</i> , <i>Rhipicephalus bursa</i> , <i>Haemaphysalis sulcata</i> , <i>Argas persicus</i> , <i>Ixodes ricinus</i>	Livestock Lizards	North east Algeria	Boucheikhcho ukh et al (2018), Soualah Alila et al (2009)
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	<i>Argas persicus</i>	Livestock	North east Algeria	Boucheikhcho ukh et al (2018)
<i>Anaplasma Apl Algeria</i>	<i>Argas persicus</i>	Animal Shelters	Mostaganem	Lafri et al (2017)
<i>Anaplasma marginal</i>	<i>Rhipicephalus annulatus</i>	Livestock	North east Algeria	Boucheikhcho ukh et al 2018
<i>Anaplasma ovis</i>	<i>Argas persicus</i> <i>Rhipicephalus sanguineus s.l</i> <i>Rhipicephalus bursa</i>	Animal shetlers Livestock	Mostaganem Annaba Guelma El Tarf	Lafri et al (2017) Saaddedine et al (2020)
<i>Anaplasma platys</i>	<i>Rhipicephalus annulatus</i>	Livestock	Annaba Guelma El Tarf	Saaddedine et al (2020)
<i>Bartonella spp</i>	<i>Argas persicus</i>	Animal shelters	Mostaganem	Lafri et al

<i>Bartonella ApI Algeria</i>	<i>Argas persicus</i>	Animal Shelters	Mostaganem	Lafri et al(2017)
<i>Borrelia anserina</i>	<i>Argas persicus</i>	chicken (layen hens)	Medea	Ouechene et al (2020)
<i>Borrelia spp</i>	<i>Hyalomma aegyptium</i> <i>Argas persicus</i> <i>Rhipicephalus annulatus</i> <i>Ixodes ricinus</i>	Livestock	North east Algeria	Boucheikhcho ukh et al (2018)
<i>Borrelia garinii</i>	<i>ixodes ricinus</i>	Nature	El Tarf	Leulmi et al (2016)
<i>Borrelia hispanica</i>	<i>Ornithodoros occidentalis</i>	Rodent burrow	Mostaganem	Lafri et al (2017)
<i>Borrelia tamiae</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i>	Bats	Souk ahras	Leulmi et al (2016)
<i>Borrelia turicatae</i>	<i>Carios capensis</i>	Seabird nests	Algiers	Lafri et al (2016)
<i>Coxiella sp / Coxiellaceae bacterium</i>	<i>Rhipicephalus bursa</i> <i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i> <i>Ixodes Ricinus</i> <i>Haemaphysalis sulcate</i> <i>Hyalomma marginatum</i> <i>Dermacentor marginatus</i>	Cattle	Blida Medea	Rahal et al (2020)
<i>coxiella burnetii</i>	<i>Hyalomma impeltatum</i> <i>Hyalomma dromedarii</i> <i>Hyalomma excavatum</i> <i>Rhipicephalus bursa</i>	Camel Cattle Sheep	El Oued Ouergla Blida Sidi Bel Abbas Saida	Belabidi et al (2020), Rahal et al (2020) Abdel kadir et al (2019)
<i>Candidatus Coxiella mudrowiae</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i> <i>Hyalomma excavatum</i>	Cattle	Blida	Rahal et al (2020)
<i>CCHFV</i>	<i>Hyalomma aegyptium</i>	Turtle	Aflou laghouat	Kautman et al (2016)
<i>Ehrlichia canis</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i>	Livestock Dog	North east Ageria Algiers	Boucheikhcho ukh et al (2018), Bessas et al (2016)

<i>ehrlichia muris</i>	<i>Haemaphysalis sulcata</i>	Livestocka	North east Algeria	Boucheikhcho ukh et al (2016)
<i>Ehrlichia urmitei candidatus</i>	<i>Rhipiciphalus annulatus</i>	Livestock	Annaba Guelma El Tarf	Saaddedine et al (2020)
<i>Rickettsia spp</i>	<i>Argas percicus</i> <i>Ixodes Ricinus</i>	Animal shelters, Lizards ( psammodrumus algiurus, podarcis hispanica vaucheri)	Mostaganem El Tarf	Lafri et al (2017), Soualah allila et al (2009)
<i>Uncultured Reckettsia sp ( Novel)</i>	<i>Carios capensis</i> <i>Ornithodoros erraticus</i> <i>Ornithodoros rupestris</i>	Nests Burrows	Algiers El Tarf Mostaganem	Lafri et al (2017)
<i>Recketssia Heilongjiangensis</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i> <i>Haemaphysalis erinacei</i>	Hedghog	Msila Bordj Bouarriridj	Khalidi et al (2012)
<i>Reckettsia candidatus</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i>	Hedghog	Msila Bordj Bouarriridj	Khalidi et al (2012)
<i>Reckettsia davousti</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i>	Hedghog	Msila Bordj Bouarriridj	Khalidi et al (2012)
<i>Reckttisia japonica</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i> <i>Haemaphysalis erinacei</i>	Hedghog	Msila Bordj Bouarriridj	Khalidi et al (2012)
<i>Rickettsia conorii</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i>	Dog	Algiers	Bessas et al (2016)
<i>Rickettsia aeschlimannii</i>	<i>Hyalomma aegyptium</i> <i>Hyalomma impeltatum</i> <i>Hyalomma scupens</i> <i>Hyalomma marginatum</i> <i>Hyalomma anatolicum / Excavatum</i>	Turtle Livestock	Algiers Annaba Guelma EL Tarf Saida Sidi Bel Abbas	Bitam et al (2009), Saaddedine et al (2020), Leulmi et al (2016)  Abdel Kadir et al (2019)
<i>Rickettsia africae</i>	<i>Hyalomma detritum</i> <i>Hyalomma aegyptium</i> <i>Hyalomma dromedarii</i>	Livestock	North east Algeria Adrar Bechar	Boucheikhcho ukh et al (2018) Kernif et al (2012)

<i>Rickettsia helvetica</i>	<i>Ixodes Ricinus</i>	Cattle	El Tarf Tizi ouezou	Dib et al (2019), Kernif et al (2012).
<i>Rickettsia massilae</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus S.L</i> <i>Rhipicephalus bursa</i>	Dog, Cat, Cattle, Horse, Sheep Boar, Mongoose, Jackals, Hedghog	Algiers Annaba Guelma El Tarf, Souk ahras	Bessas et al (2016) Saaddedine et al (2020), Dib et al (2019), Leulmi et al (2016)
<i>Rickettsia monacensis</i>	<i>Ixodes Ricinus</i>	Livestock, nature	North east Algeria ( El Tarf, Tizi ouezou)	Leulmi et al (2016), Boucheikhcho ukh et al (2018), Dib et al (2019), Kernif et al (2012)
<i>Rickettsia raoultii</i>	<i>Ixodes Ricinus</i>	Cattle	El Tarf	Dib et al (2009)
<i>Rickettsia slovacae</i>	<i>Dermacentor marginatus</i> <i>Haemaphysalis punctata</i>	Boar nature	Blida souk ahras	Kernif et al (2012), Leulmi et al (2016)
<i>Candidatus Rickettsia barbariae</i>	<i>Hyalomma excavatum</i> <i>Rhipicephalus bursa</i>	Cattle Sheep	Sidi Bel Abbes	Abdel el kadir et al (2019)
<i>Unknown Rickettsia</i>	<i>Rhipicephalus</i>	Livestock	Annaba Guelma El tarf	Saaddedine et al (2020)
<i>Theileria annulata</i>	<i>Rhipicephalus annulatus</i>	Livestock	Annaba Guelma El Tarf	Saaddedine et al (2020)
<i>Theileria buffeli</i>	<i>Rhipicephalus annulatus</i>	Livestock	Annaba Guelma El Tarf	Saaddedine et al (2020)
<i>Theileria ovis</i>	<i>Rhipicephalus bursa</i> <i>Rhipicephalus turanicus</i>	Sheep Goat	Souk ahras	Aouadi et al (2019)
<i>Wolbackia endosymbiont of drosophila incompta</i>	<i>Ixodes ricinus</i>	Livestock	North east Algeria	Boucheikhcho ukh et al (2018)
<i>Babesia Ovis</i>	<i>Rhipicpehalus turanicus</i> <i>Rhipicephalus bursa</i>	Sheep Goat	Souk ahras	Aouadi et al (2017)

**Tableau : association hôtes, pathogènes, vecteurs et leur répartition géographique.**

## Diversité et distribution géographique des espèces des pathogènes associés aux tiques en Algérie :

### Bactéries

#### Borrelies

Les bactéries responsables de la maladie de Lyme sont des spirochètes appartenant au groupe *Borrelia burgdorferi* sensu lato avec 20 espèces identifiées à ce jour. Il est vraisemblable que dans les mois et les années à venir d'autres espèces seront décrites, car plusieurs espèces non encore dénommées ont été isolées (Franke *et al.*, 2013). Cependant, la plupart de ces espèces ne provoquent pas de maladie chez l'homme, d'après la revue de littérature en Algérie ces espèces ont été trouvés infester plusieurs espèces de tiques molle et dure et ont une distribution géographique principalement dans le nord et le nord du pays ( Ouechene et al, 2012 Boucheikhchoukh et al 2018, Leulmi et al, 2014)

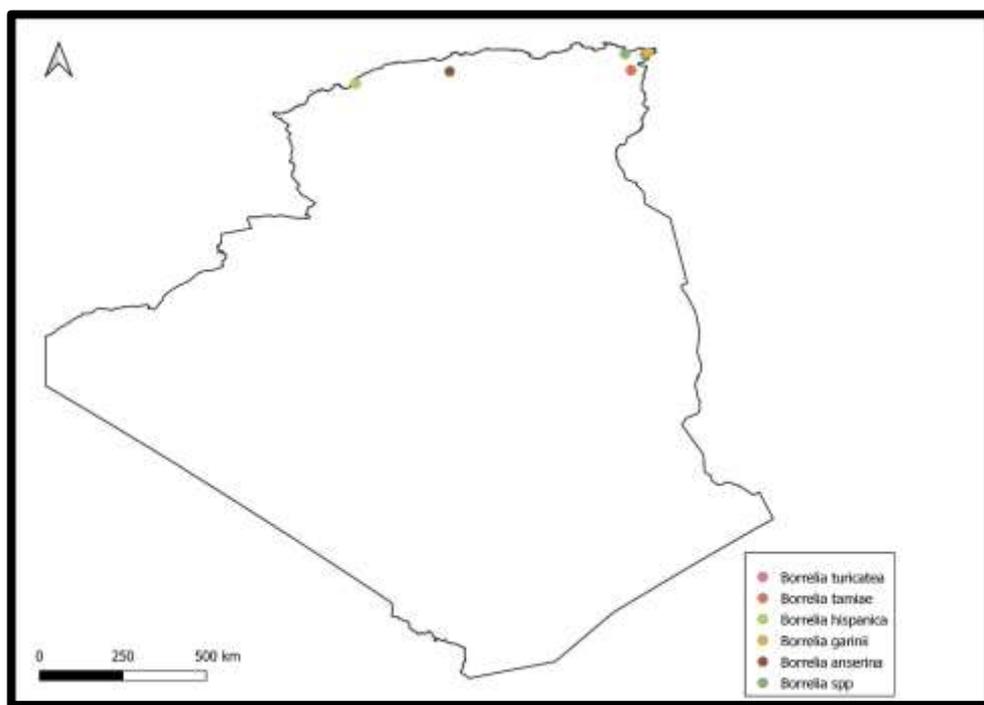


Figure 38 Carte de distribution géographique des espèces de borréliés en Algérie.

## Rickettsies

Le genre *Rickettsia* est composé d'un ensemble de petites bactéries à Gram négatif, parasites stricts des cellules eucaryotes, et non cultivables sur milieux inertes. Il existe une grande diversité d'espèces dans ce genre, la plupart associées aux arthropodes et jouant un rôle d'endosymbiotes (Weinert *et al.*, 2009). Seule une partie de ces rickettsies est associée aux tiques (Dergousoff *et al.*, 2009) dont certaines espèces sont responsables des rickettsioses. En Algérie, ces microorganismes ont un spectre hôte-vecteur très large (19 espèces de tiques), leur distribution est comme suite ( figure 02 et figure 03).

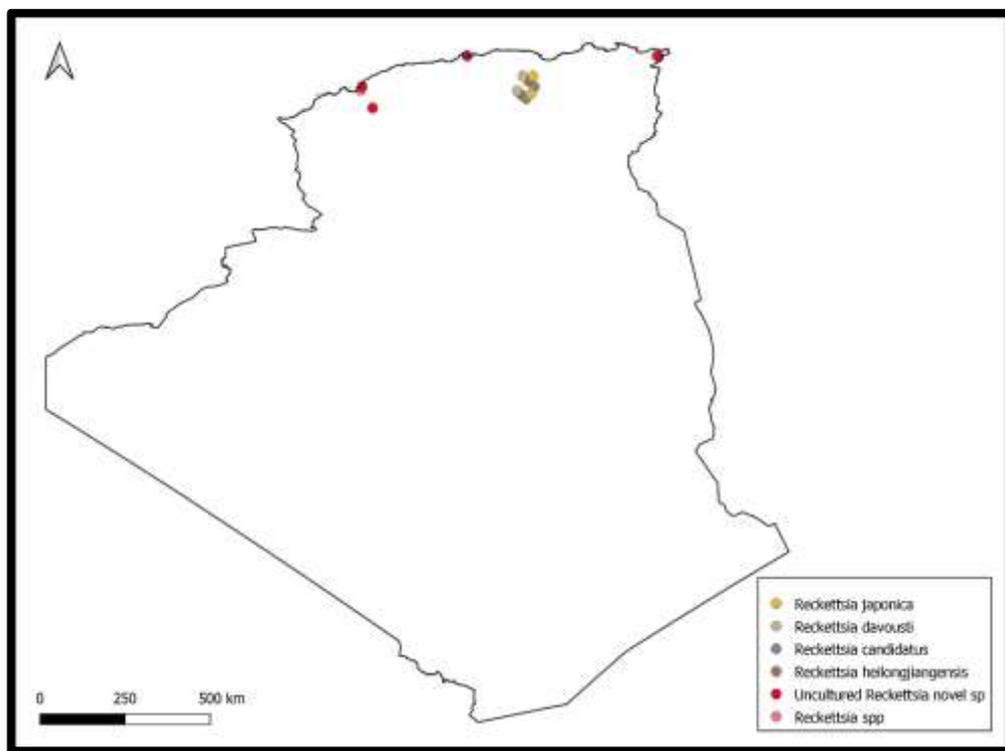


Figure 39 Distribution de quelques espèces de Rickettsie en Algérie.

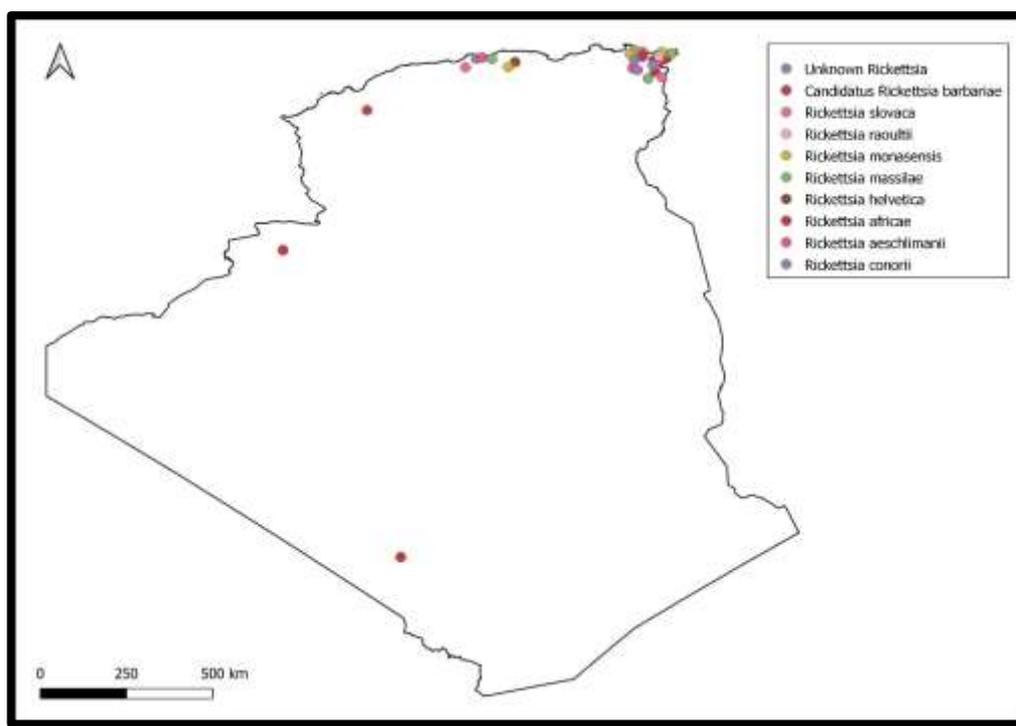


Figure 40 Distribution des Espèces de Rickettsia en Algérie (suite).

## Anaplasmes

La famille des Anaplasmataceae (ordre des Rickettsiales) regroupe des bactéries à Gram négatif des genres *Anaplasma*, *Ehrlichia*, *Neorickettsia* et *Wolbachia* qui sont des organismes intracellulaires stricts, obligés de se multiplier au sein de vacuoles dans le cytoplasme des cellules eucaryotes (Dulmer et al., 2001). Parmi ces bactéries, nous nous intéresserons à celles des genres *Anaplasma* et *Ehrlichia* vectorisées par des tiques dures. Nous présenterons de manière détaillée l'anaplasmose granulocytaire dû à *Anaplasma phagocytophilum*, la plus importante en termes d'incidence humaine et vétérinaire dans les régions tempérées habitées par ses vecteurs Ixodes. Ce n'est pas la plus importante anaplasmose animale et vétérinaire au niveau mondial. Les anaplasmoses érythrocytaires des ruminants, et en particulier celles des bovins à *A. marginale*, sont très importantes.

L'anaplasmose granulocytaire animale est connue sous la dénomination « d'ehrlichiose » granulocytaire animale par les vétérinaires praticiens en Europe. Pour ces praticiens, la confusion est actuellement possible avec d'autres arbo-rickettioses sanguines, les anaplasmoses érythrocytaires à *A. marginale* ou *A. ovis* des bovins et petits ruminants respectivement ; l'anaplasmose à *A. marginale* est à déclaration obligatoire en France (Joncour et al., 2006).

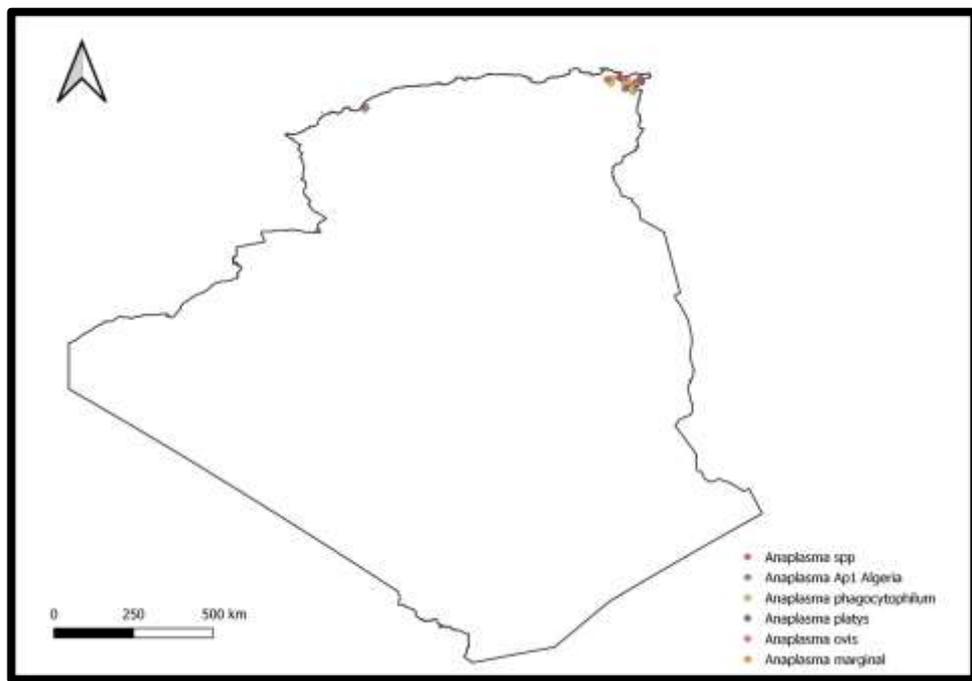


Figure 41 Distribution des Espèces des anaplasmes en Algérie.

En Algérie ce groupe de pathogènes se situe exclusivement dans le nord du pays plus précisément au niveau du hot spot ou on parle de d'endémisme car c'est l'aire de répartition des espèces de tiques vectrices de ces bactéries.

## Ehrlichia

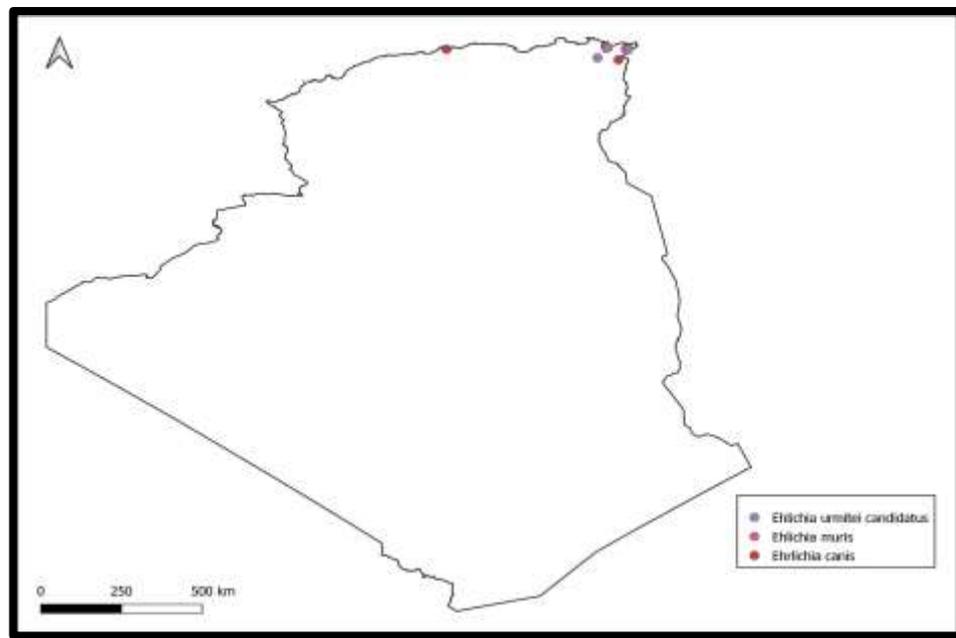


Figure 42 Distribution géographiques de Ehrlichia spp en Algérie.

Cette catégorie de bactérie a été trouvée chez trois espèces de tiques dure du *Rhipicephalus* et *Haemaphysalis* infestant principalement les animaux de rente et le chien.

## Wolbackia

Wolbackia endosymbiont de *Drosophila incompta* a été détecté sur une espèce de tique dure (*Ixodes ricinus*) infestant les animaux de rente d'après Boucheikhchoukh et al (2018).

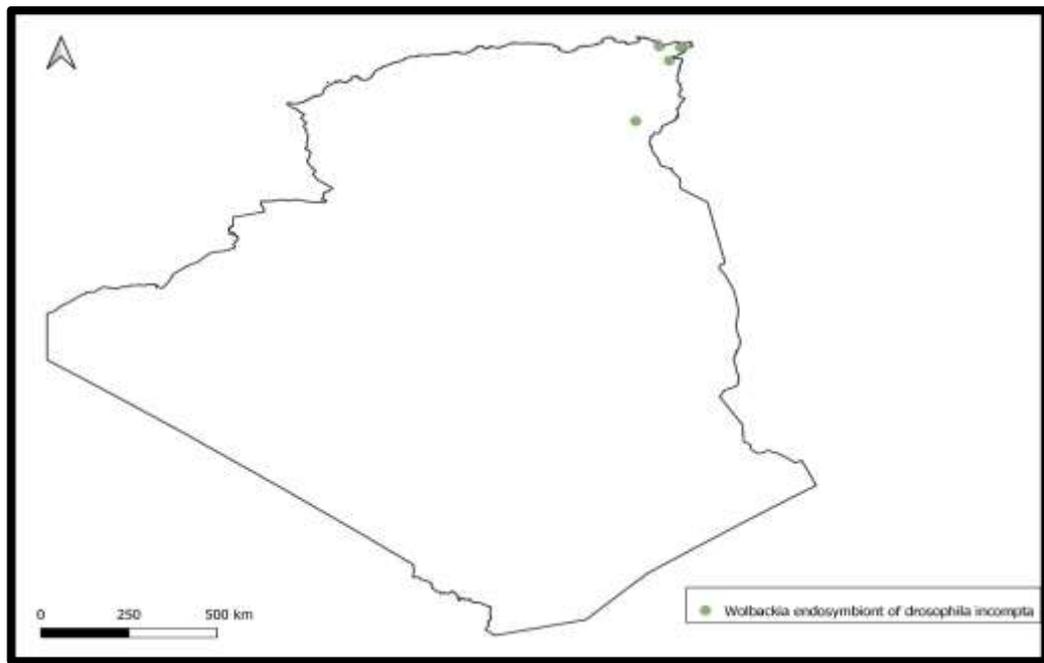


Figure 43 Distribution géographique de Wolbackia en Algérie

## Coxiella

La fièvre Q est une zoonose dont l'agent causal *Coxiella burnetii* est une bactérie à Gram négatif intracellulaire stricte capable de former des pseudo-spores résistantes dans le milieu extérieur. Des bactéries proches de *C. burnetii* ont été récemment décrites chez de nombreuses espèces de tiques, a priori des bactéries endosymbiotiques (Duron et al., 2014 ; Wilkinson et al., 2014). Des études anciennes ont montré que *C. burnetii* peut survivre plusieurs mois dans l'environnement, notamment dans les déjections de tique. Cette capacité de résistance et la possibilité de transmission par voie aérienne ont conduit à classer cette bactérie dans la liste trois en matière de biosécurité et à la considérer comme un agent potentiel de bioterrorisme. En Algérie cette famille de bactérie a été trouvée exclusivement chez les animaux de rente.

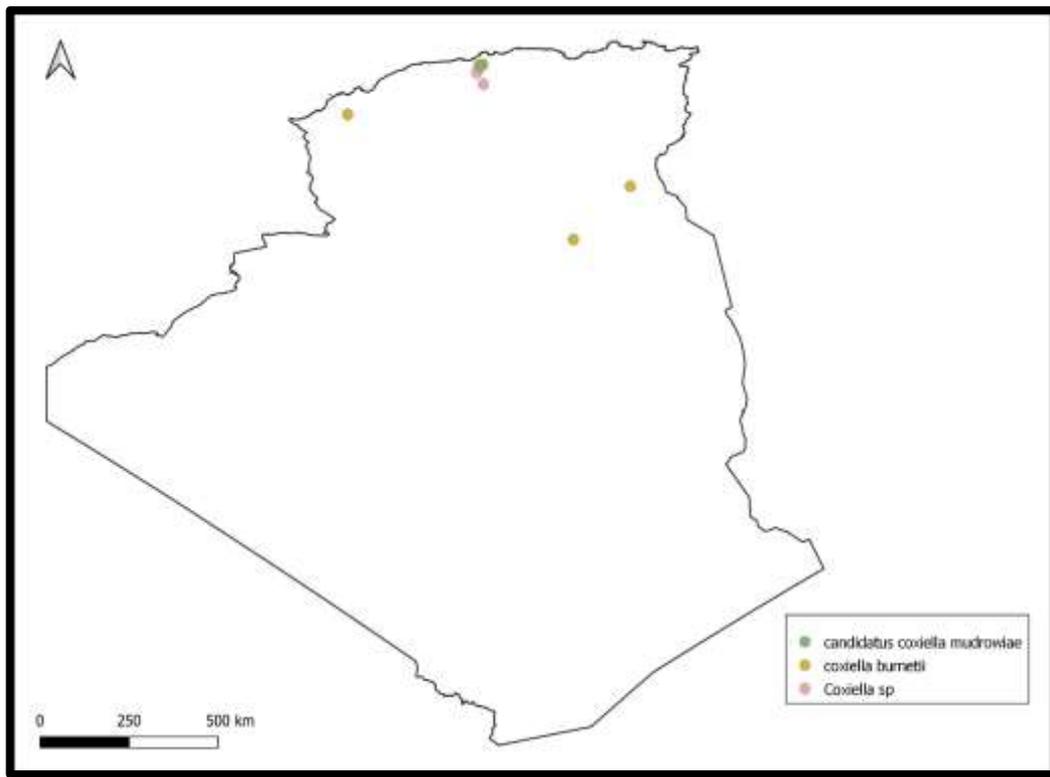


Figure 44 Distribution géographique de coxiella spp

## Bartonella

Les bactéries du genre *Bartonella* à Gram négatif infectent de nombreuses espèces de mammifères et certaines d'entre elles sont responsables de maladies chez l'homme et l'animal. Depuis le début des années 2000, de nombreuses preuves indirectes laissent supposer que les tiques pouvaient transmettre certaines espèces de *Bartonella*, en particulier *B. henselae*. En effet, de l'ADN de différentes espèces de *Bartonella* a été détecté dans des tiques prélevées dans différents pays d'Europe. Par ailleurs, la découverte de tiques portant de l'ADN de *B. henselae* et retirées directement de patients humains eux-mêmes infectés par la bactérie a permis de mettre en avant le risque pour l'homme d'être infecté par cette bactérie via une piqûre de tique (Angelakis *et al.*, 2010). Enfin, des co-infections entre *Bartonella* et d'autres agents transmis par les tiques ont pu être mises en évidence chez des patients piqués par des tiques, suggérant la co-transmission de ces agents infectieux.

En parallèle, une technique de gorgement artificiel de la tique *I. ricinus* a permis de démontrer que cette espèce est compétente vis-à-vis de *B. henselae* (Coté *et al.*, 2008) ; des études complémentaires ont par ailleurs prouvé cette compétence en utilisant un système naturel d'animaux infectés par *Bartonella* chez lesquels le cycle de transmission peut être reproduit par l'intermédiaire de la tique (Reis *et al.*, 2011). Ces bactéries doivent donc être considérées comme des agents potentiellement transmis par les tiques, même si l'importance des bartonelloses successives à une piqûre de tique reste inconnue. En Algérie ces bactéries ont été trouvés chez les tiques molles à l'ouest du pays (Lafri *et al.* 2017).

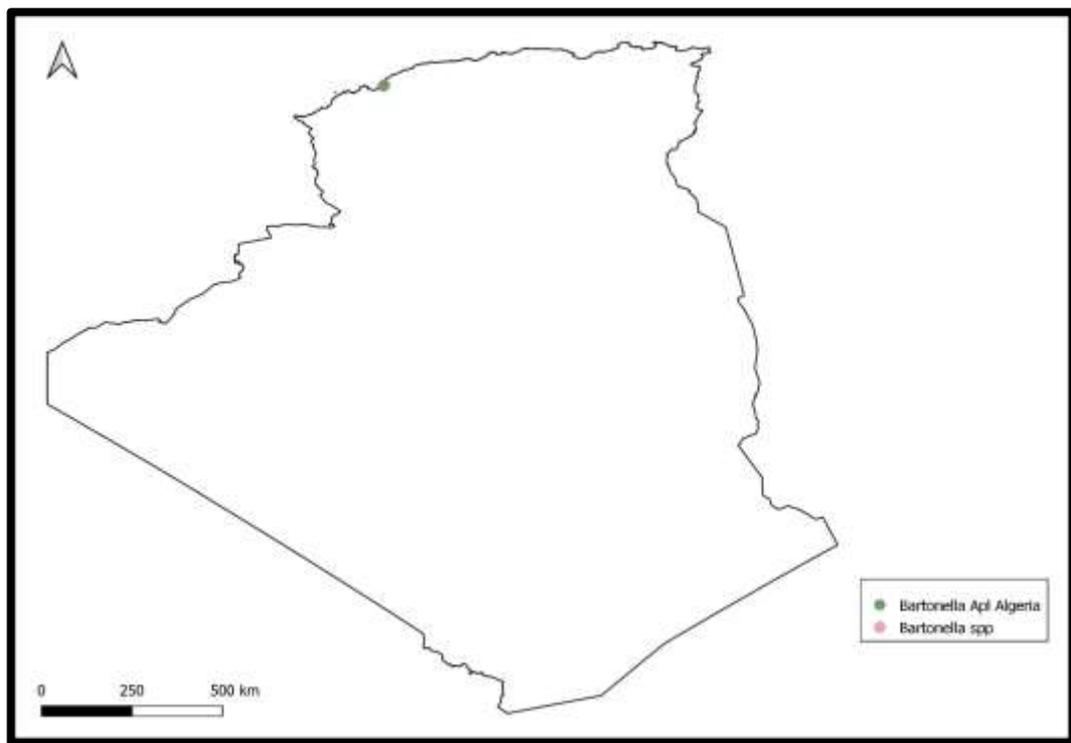


Figure 45 Distribution de Bartonella spp en Algérie.

## Virus : CCHF

Le virus fut nommé virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo (CCHFV) suite à l'isolement en 1956 du virus Congo antigéniquement identique. Il appartient à la famille des *Bunyaviridae* et au genre *Nairovirus*. En Algérie ce virus fut isolé à partir d'une tique du genre *Hyalomma aegyptium* prélevée sur une tortue terrestre dans une région steppique.

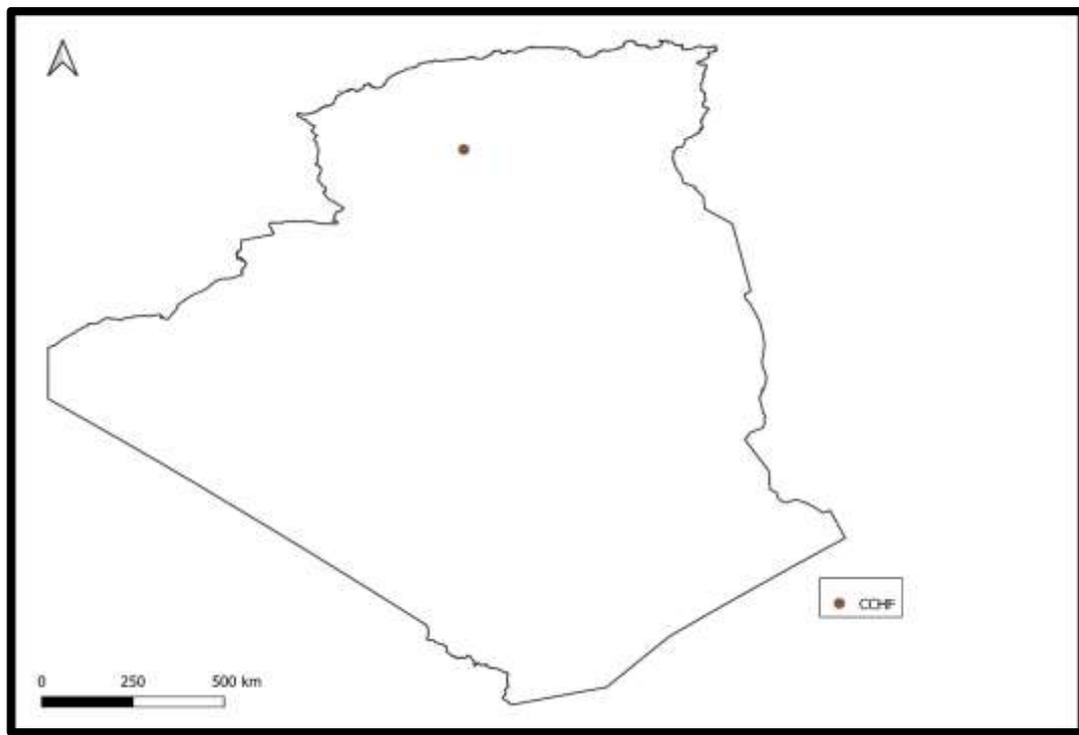


Figure 46 Distribution géographique du virus CCHF En Algérie.

## Piroplasmes

compte tenu de leur impact économique en santé vétérinaire, les piroplasmoses (babésioses et theilérioses) sont très étudiées. Ce sont des affections dues à la multiplication chez leurs hôtes vertébrés de parasites obligatoires des genres *Babesia* ou *Theileria* (domaine Eukaryota, embranchement Apicomplexa). Ces deux genres sont distincts à la fois par leur cycle chez l'hôte vertébré et chez la tique vectrice. Les sporozoïtes de *Babesia*, stades présents dans les

glandes salivaires du vecteur et inoculés lors de son repas sanguin, pénètrent directement dans les hématies de l'hôte, tandis que cette phase érythrocytaire chez *Theileria* est précédée d'une étape dans les macrophages ou les lymphocytes avec développement d'un stade schizonte. Chez le vecteur, le genre *Babesia* est caractérisé par l'existence d'une transmission transovarienne en plus de la transmission transstadiale qui existe chez *Theileria*. Les symptômes cliniques et le diagnostic sont similaires pour ces deux genres de parasites, même si l'épidémiologie et le traitement varient selon le type de l'hôte vertébré ; ces deux derniers volets sont alors décrits séparément par type d'hôte. En Algérie les piroplasmes du genre *babesia* et *theileria* sont trouvés principalement dans le nord-est du pays où ils sont endémiques.

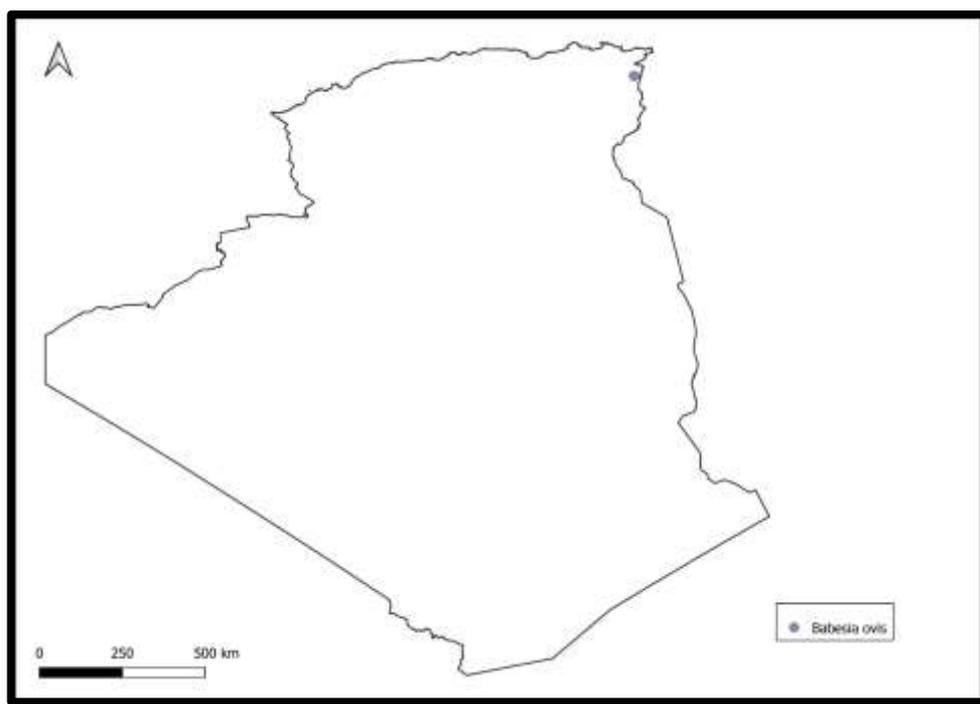


Figure 47 Carte de distribution de *Babesia ovis* en Algérie

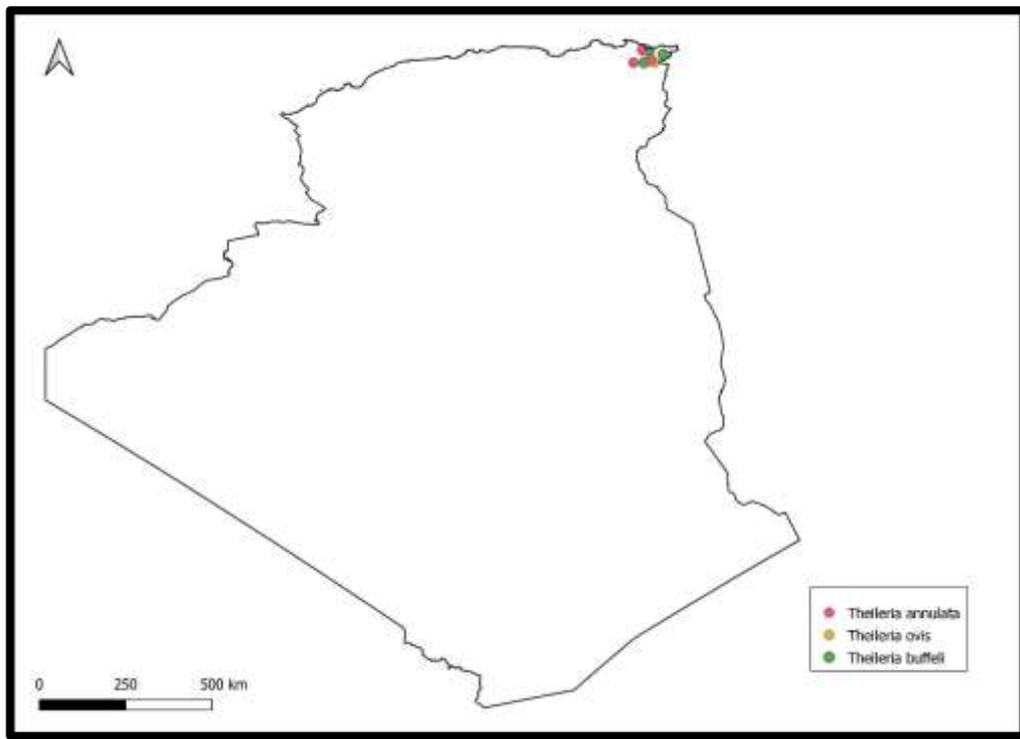


Figure 48 Carte de distribution de *Theileria* spp en ALgerie.

## 2.4 Conclusion :

À l'échelle mondiale, du fait de l'intensification des mouvements des hommes et des animaux, ainsi que des changements environnementaux, on assiste à l'émergence et/ ou l'extension de nombreux agents infectieux transmis par les tiques, souvent épizootiques et/ou zoonotiques. Les maladies induites sont très difficiles à diagnostiquer et les stratégies de contrôle et de prévention sont très compliquées puisqu'elles requièrent la disruption d'une chaîne de transmission complexe impliquant les hôtes vertébrés et les tiques qui interagissent dans un environnement en constant changement. Le diagnostic et le traitement de maladies à tiques peuvent aussi être compliqués par le fait que les co-infections des tiques par plusieurs agents zoonotiques sont fréquemment documentées en population naturelle. L'impact de ces interactions entre agents infectieux sur les manifestations cliniques chez l'hôte vertébré est encore mal connu.

Le contrôle des maladies transmises par les tiques repose sur la mise au point d'outils efficaces pour les détecter, que ce soit chez l'homme, chez l'animal ou chez les tiques vectrices. Jusqu'à présent, la plupart des méthodes réussissent à détecter un nombre limité d'agents infectieux à chaque fois, cela est dû aux limites des techniques utilisées. On constate notamment que la plupart des micro-organismes ne sont pas cultivables ou le sont difficilement, limitant leur isolement. De plus, les identifications moléculaires sont principalement basées sur la détection spécifique d'une espèce ou d'un genre limitant la détection d'autres agents infectieux non attendus ou nouveaux. De ce fait, il devient urgent de développer des outils permettant de détecter, à partir d'un même échantillon, un panel d'agents infectieux d'intérêt médical et/ou vétérinaire beaucoup plus large. Aujourd'hui, les nouvelles technologies basées sur de la qPCR, le séquençage à haut débit ou le *Reverse Line Blotting* (RLB) devraient permettre de pallier ce manque, permettant la détection en une fois d'un grand nombre d'agents infectieux au sein d'un

grand nombre d'échantillons. La protéomique avec la technique de SRM-MS/MS (*Selected Reaction Monitoring-Mass spectrometry*) est également une technique prometteuse qui devrait permettre, grâce à un multiplexage, de cibler plusieurs protéines d'agents infectieux dans des liquides biologiques ou des tissus infectés, notamment dans la peau qui est une interface essentielle dans les maladies à transmission vectorielle. Pour l'instant, en l'absence de diagnostic vraiment efficace et de vaccins disponibles, la prévention primaire contre les tiques reste la méthode la plus efficace pour éviter ces maladies vectorielles tant humaines qu'animales.

### 3 Chapitre 03 : Première preuve moléculaire de la présence de *Borrelia lusitaniae* chez des tiques *Ixodes* sympatriques en quête de nourriture, collectées en Algérie.

#### 3.1 Introduction

Les espèces de tiques sont connues pour être répandues en Europe et en Afrique du Nord, le genre *Ixodes* représentant 20 de ces tiques, dont 04 sont connues en Algérie (**Mihalca et al 2018, Mechouk et al 2022**). Cependant, une seule espèce appartenant à ce genre est largement étudiée en Europe et c'est la conséquence de ses implications dans la transmission d'un grand nombre de maladies à l'homme et aux animaux (**Mihalca et al 2012**). Des tiques et des agents pathogènes transmis par les tiques ont été signalés en Algérie, de plus des études utilisant de nouvelles méthodes de diagnostic pour les tiques et les agents pathogènes transmis par les tiques ont été réalisées en Algérie (**Boucheikhchoukh et al 2018**), mais la connaissance de la capacité et des compétences vectorielles des tiques n'a pas été démontrée jusqu'à présent en Algérie, en plus une grande lacune de connaissances est insuffisante concernant l'aspect serval concernant les tiques et ses micro-organismes associés présents dans les terres algériennes.

Malgré le nombre sélectionné d'agents pathogènes étudiés en Algérie, les connaissances sur les agents pathogènes associés aux tiques restent inconnues. Un synopsis récent des espèces de tiques d'Algérie a été publié dans lequel *Ixodes inopinatus* sensu Estrada-Peña 2014 est signalé pour la première fois en Algérie (**Mechouk et al 2022**), rien n'est connu concernant le spectre pathogène des tiques de cette espèce en Algérie, donc notre rapport vise à enquêter sur *Ixodes inopinatus* sensu Estrada-Peña et al 2014 d'Algérie pour la présence d'ADN de pathogènes bactériens.

## 3.2 Matériel et méthodes

### Zone d'étude

El Hannachir est une zone limitrophe de la commune d'Ain Kerma (région EL Taref), c'est une zone boisée (*Quercus spp*) avec une altitude moyenne à élever (~600m). Plusieurs espèces animales sauvages, ainsi que domestiques, se trouvent dans cette zone, la majorité d'entre elles étant de grands animaux (vaches, moutons et chèvres).

### Collecte des tiques

Les tiques ont été collectées en utilisant la méthode de marquage pendant les jours ensoleillés, une fois les tiques collectées ont été stockées dans de l'éthanol à 70% dans des flacons étiquetés, et transportées à l'université de Badji Mokhtar Annaba, (*Ecostaq*) laboratoire, pour identification morphologique, puis les tiques ont été transférées au département de parasitologie et des maladies parasitaires de l'université des sciences agricoles et de médecine vétérinaire de Cluj Napoca, Roumanie pour les investigations moléculaires.

### Identification des tiques

Les tiques ont été assignées aux niveaux du genre, puis de l'espèce à l'aide du guide d'identification suivant : tiques d'Europe et d'Afrique du Nord (Estrada-Peña et al 2018), néanmoins, en raison des similitudes morphologiques de certaines espèces, les tiques appartenant au genre ixodes ont été séparées selon **Estrada-Peña et al 2014**.

### Protocole PCR

L'ADN génomique a été isolé individuellement à partir des 51 tiques, à l'aide d'un kit commercial (ISOLATE II Genomic DNA Kit, meridian Bioscience, Londres, Royaume-Uni), selon le protocole standard fourni par le fabricant. Les échantillons ont ensuite été examinés par PCR pour détecter la présence de plusieurs agents pathogènes, à l'aide d'amorces et de protocoles publiés précédemment

(tableau 2). Tous les ensembles de réactions comprenaient un contrôle sans gabarit consistant en de l'eau PCR et un contrôle positif représenté par l'ADN pathogène, précédemment confirmé par séquençage lors d'autres études. Les produits et les témoins de PCR ont été visualisés par électrophorèse dans des gels d'agarose à 2 % colorés avec RedSafe™ 20 000× solution de coloration aux acides nucléiques (iNtRON Biotechnology, Seongnam, Corée), et leur poids moléculaire a été évalué par comparaison avec un marqueur moléculaire (HyperLadder™ 100 bp, méridien Bioscience, Londres, Royaume-Uni). Toutes les bandes correspondant à un échantillon positif ont été excisées et purifiées à l'aide d'un kit commercial (Isolate II PCR et Gel Kit, meridian Bioscience, Londres, Royaume-Uni) et séquencées dans les deux sens à l'aide d'un service externe (effectué par MacroGen Europe B.V., Amsterdam, Pays-Bas). Les séquences obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel geneious 4.8 (Biomatters Ltd., Auckland, Nouvelle-Zélande) et comparées à celles disponibles dans la base de données GenBank® par l'analyse Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).

**Tableau 03 :** Primers utilisés dans cette étude.

Pathogen	Target gene	Product size (bp)	Forward primer	Reverse primer	Reference
Piroplasmids and <i>Hepatozoon</i> spp. (nested PCR)	18S rRNA	561-620	<b>BTH-1 F:</b> CCT GAG AAA CGG CTA CCA CAT CT <b>GF2:</b> GTC TTG TAA TTG GAA TGA TGG	<b>BTH-1R:</b> TTG CGA CCA TAC TCC CCC CA <b>GR2:</b> CCA AAG ACT TTG ATT TCT CTC	Hodžić et al, 2015
<i>Borrelia</i> spp. (nested PCR)	<i>flaB</i>	350	<b>FlaLL:</b> ACA TAT TCA GAT GCA GAC AGA GGT <b>FlaLS:</b> AAC AGC TGA AGA GCT TGG AAT G	<b>FlaRL:</b> TGT TAG ACG TTA CCG ATA CTA ACG <b>FlaRS:</b> CGA TAA TCT TAC TAT TCA CTA GTT TC	Barbour et al., 1996; Clark et al., 2013
SFG <i>Rickettsia</i>	<i>gltA</i>	381	<b>RsfG877:</b> GGG GGC CTG CTC ACG GCG G	<b>RsfG1258:</b> ATT GCA AAA AGT ACA GTG AAC A	Regnery et al, 1991
<i>Bartonella</i> spp.	<i>gltA</i>	380-400	<b>bart781 :</b> GGG GAC CAG CTC ATG GTG G	<b>bart1137 :</b> AAT GCA AAA AGA ACA GTA AAC A	Norman et al, 1995
<i>Mycoplasma</i> spp. (nested PCR)	16S rRNA	500	<b>Myc0184-F1:</b> ACC AAG SCR ATG ATR GRT AGC TGG	<b>Myc01310-R1:</b> ACR GGA TTA CTA GTG ATT CCA ACT TCA A	Kaew-mongkol et al, 2017

			<b>Myco322-F2</b> : GCC CAT ATT CCT ACG GGA AGC AGC AGT	<b>Myco938-R2</b> : CTC CAC CAC TTG TTC AGG TCC CCG TC	
Anaplasmataceae	16S rRNA	345	<b>EHR16SD</b> : GGT ACC YAC AGA AGA AGT CC	<b>EHR16SR</b> : TAG CAC TCA TCG TTT ACA GC	Brown et al, 2001
<i>Anaplasma phagocytophilum</i> (heminested PCR)	<i>groEL</i>	570	<b>EphplgroEL(569)F</b> : ATG GTA TGC AGT TTG ATC GC	<b>EphplgroEL(1193)R</b> : TCT ACT CTG TCT TTG CGT TC <b>EphgroEL(1142)R</b> : TTG AGT ACA GCA ACA CCA CCG GAA	Alberti et al, 2005

### 1.1 Résultats

51 tiques de quête recueillies ont été identifiées comme étant *Ixodes ricinus* (25 F, 05 M) et *Ixodes inopinatus* sensu Estrada Pena et al 2014 (21 M). Toutes les tiques ont été testées pour la présence de Plusieurs pathogènes ADN, *Borrelia lusitaniae* (numéro d'acquisition MK604287-88) a été trouvé dans 17 tiques, *Rickettsia helvetica* (numéro d'acquisition MH618386) et *R. monacensis* (numéro d'acquisition KP283016) ont été détectés chez 05 et 10 des tiques testées, respectivement, ainsi que des témoins positifs utilisés. 9,08% des arthropodes étudiés se sont révélés infectés par plus d'un agent pathogène, quatre co-infections de *Borrelia lusitaniae* et *R. monacensis* et une de *Borrelia lusitaniae* et *R. helvetica*. Cependant, toutes les tiques étaient négatives pour *Anaplasma phagocytophilum*, *Piroplasmids*, *Bartonella spp*, *Francisella tularensis*.

**Tableau 04** : Prévalence des pathogènes détectés dans la présente étude.

Ticks species	N (M/F)	Prevalence of positive ticks by PCR (Positive ticks/tested ticks) %		
		<i>Borrelia lusitaniae</i>	<i>Rickettsia monacensis</i>	<i>Rickettsia helvetica</i>
<i>Ixodes Inopinatus</i>	21 (M)	42.86% (9/21)	4.76% (1/21)	9.52% (2/21)
<i>Ixodes ricinus</i>	30 (5 M/25 F)	26.67% (8/ 30)	30% (9/30)	10 % (3/30)
<b>Total</b>	51 (26 M/25 F)	33.33% (17/51)	19.60% (10/51)	9.80% (5/51)

**Tableau 05 :** les pathogènes associés à *Ixodes ricinus* et *Ixodes Inopinatus* sensu Estrada Peña 2014 en Algeria.

Tick species	pathogens	Host	locality	Reference
<i>Ixodes ricinus</i>	<i>Anaplasma sp</i>	<i>Psammodrums algirus</i> , <i>Podarcis hispanica vau-cheri</i>	El tarf, (El kala)	Soualah-Alila et al 2009
	<i>Borrelia garinii</i>	Nature	El tarf	Benredjem et al 2014
	<b><i>Borrelia lusitaniae</i></b>	Nature	Hannachir ain kerma, El Tarf	<b>Current study</b>
	<i>Borrelia spp</i>	Several species	north east Algeria	Boucheikhchoukh et al 2018
	<i>Coxiellaceae bacterium</i>	Cattle	Blida	Rahal et al 2020
	<i>Rickettsia helvetica</i>	Cattle	El Tarf	Dib et al 2019
	<i>Rickettsia helvetica</i>	Cattle	Tizi Ouzou	Kernif et al 2012
	<b><i>Rickettsia helvetica</i></b>	Nature	Hannachir ain kerma, El Tarf	<b>Current study</b>
	<i>Rickettsia monacensis</i>	Several species	North east Algeria	Boucheikhchoukh et al 2018
	<i>Rickettsia monacensis</i>	Cattle	El Tarf	Dib et al 2009
	<i>Rickettsia monacensis</i>	Cattle	El Tarf	Dib et al 2019
	<i>Rickettsia monacensis</i>	Cattle	Tizi Ouzou	Kernif et al 2012
	<i>Rickettsia monacensis</i>	Nature	El Tarf	Benrdjem et al 2014
	<b><i>Rickettsia monacensis</i></b>	Nature	Hannachir Ain kerma, El Tarf	<b>Current study</b>
	<i>Rickettsia raoultii</i>	Cattle	El Tarf	Dib et al 2019
	<i>Rickettsia sp</i>	<i>Psammodrums algirus</i> , <i>Podarcis hispanica vau-cheri</i>	El Tarf (El kala)	Soualah-Alila et al 2009
<i>wolbackia endosymbiont of drosophila incompta</i>	Several species	North east Algeria	Boucheikhchoukh et al 2018	
<i>Ixodes inopinatus</i>	<i>Borrelia lusitaniae</i>	Nature	Hannachir Ain kerma, El Tarf	Current study
	<i>Rickettsia helvetica</i>	Nature	Hannachir Ain kerma, El Tarf	Current study

	<i>Rickettsia monacensis</i>	Nature	Hannachir Ain kerma, El Tarf	Current study
--	------------------------------	--------	------------------------------------	---------------

### 3.3 Discussion

Nous avons collecté deux espèces de tiques appartenant au même genre en utilisant la méthode du drapeau. *Ixodes ricinus* est une tique catholique au comportement (**Estrada-Peña et al 2018**), En Algérie, cette tique a été apparentée à douze hôtes et se produit principalement dans les zones montagneuses du nord du pays (**Mechouk et al 2022**), Plusieurs auteurs ont documenté le rôle d'*Ixodes ricinus* dans l'épidémiologie des maladies transmises par les tiques et son implication en tant que vecteur abritant diverses espèces **de maladies infectieuses (Dib et al 2009, 2019, Boucheikhchoukh et al 2018, Kernif et al 2012, Benrdjem et al 2014)**, en outre, d'autres agents pathogènes par exemple; *Anaplasma spp*, *Borrelia spp*, et *Coxiella spp* ont été révélés sur ces tiques, ces agents pathogènes sont connus pour être importants du point de vue de la santé publique en Algérie. (**soualah allila et al 2009, Aouadi et al 2017, Sadeddine et al 2020, Belladibi et al 2020**).

*Ixodes inopinatus* sensu Estrada Peña et al 2014 ont récemment été ajoutés à la faune des tiques algériennes où il a été trouvé infestant un large éventail de vertébrés (**Mechouk à al 2022**), cet ectoparasite est présent en Europe et en Afrique du Nord (**Estrada-Peña et al 2018**). Plus tôt, il a été démontré que *Ixodes inopinatus* était infecté par *borrelia spp*, *Anaplasma phagocytophilum* et plusieurs génoespèces de *borrelia* d'Allemagne (**Hauck et al 2019**), à notre connaissance, il n'existe aucune donnée concernant le rôle vectoriel d'*Ixodes inopinatus* sensu **Estrada pena et al 2014** en Algérie.

Notre résultat reflète la présence de *Reckettisia monacensis* dans une terre montagneuse de l'extrême nord-est de l'Algérie, *Rickettsia monacensis* a été découvert pour la première fois en 1998 à Munich, en Allemagne (**Simser et al, 2002**). En Afrique du Nord, il a été remarqué chez

des tiques *Ixodes ricinus* infectées et signalé en Tunisie et au Maroc (Sarih et al 2008, **Sfar et al 2008**). Cependant, *Rickettsia monacensis* avait été signalé pour la première fois en Algérie en 2009, lorsque **dib et al (2009)** l'ont trouvé chez 59,3% des tiques *Ixodes ricinus* collectées sur des bovins dans le nord-est de l'Algérie. Ensuite, plusieurs documents ont documenté sa présence dans diverses régions, principalement dans le nord du pays. Cet agent pathogène zoonotique était lié à des tiques *Ixodes ricinus* présentes dans l'environnement ou infestant principalement les bovins (**Dib et al 2009, Kernif et al 2012, Benrdjem et al 2014, Boucheikhchoukh et al 2018**). Nous confirmons la présence de *R. monacensis* dans le comté d'El Tarf dans ce rapport.

*Rickettsia helvetica* a été révélé pour la première fois en Algérie par Kernif et al (**2012**). En outre, dib et al (2019) ont étudié la répartition saisonnière de diverses espèces de reckettsiae dans la région orientale de l'Algérie, où *R. helvetica* a montré un régime hivernal avec une prévalence de 43,33%. Dans la présente étude, nous avons trouvé *R. helvetica* à la fois chez *Ixodes ricinus* et *I. Inopinatus* montrant une prévalence de 9,80%, notre résultat est convergent avec celui rapporté par **kernif et al (2012)** sur lequel *R. helvetica* a montré une fréquence de 04% des tiques expérimentées. Nous fournissons de nouvelles données concernant *R. helvetica* dans le kerma de l'Ain.

En Algérie, diverses géoespèces appartenant au complexe *Borrelia burgdorferi* sensu lato ont été détectées, *Borrelia anserina*, *B. garinii*, *B. hispanica*, *B. turicata* et *B. crocidurae* ont été démontrées à partir de nombreuses espèces de tiques molles et dures en Algérie (Trape et al 2013 Benrdjem et al 2014, Lafri et al 2017, Ouchene et al 2020, **Boucheikhchoukh et al 2020**, ), *Borrelia lusitaniae* est l'un des complexes *Borrelia burgdorferi* spp, récemment, *Borrelia lusitaniae* (MZ561430) a été signalé pour la première fois sur *Ixodes ricinus* et des lézards de la République tchèque (Musilová et al 2022), En Afrique du Nord, Une forte

prévalence de *borrelia lusitaniae* est décrite en Tunisie (Younsi et al 2001) , De plus, *B. lusitaniae* a été caractérisé en Tunisie et au Maroc (Younsi et al 2005), nous fournissons ici un nouveau record pour l'Algérie ajouté au groupe de fièvre pourprée du géoespèce borrelia donné précédemment, Si l'on considère les éléments impliqués dans le cycle de borrelia que la région d'étude offre (vecteur et réservoir), ce résultat n'est qu'un résultat logique, La région d'El Hannachir est une zone frontalière avec la République tunisienne et en se référant à la littérature scientifique ces bactéries ont été bien démontrées dans ce pays comme mentionné ci-dessus.

Le statut infectieux des tiques testées était négatif pour *Anaplasma phagocytophilum*, *Piroplasmids*, *Bartonella* spp, *Francisella tularensis*, ce résultat est cohérent avec une étude antérieure visant à évaluer la présence d'ADN bactérien de plusieurs espèces de tiques, y compris *Ixodes ricinus* , dans laquelle toutes les tiques (219) ont signalé un résultat négatif pour *Coxiella burnetii* et *Bartonella* spp. (Boucheikhchoukh et al 2018).

Pour récapituler, nous en avons appris davantage sur les tiques et les bactéries transmises par les tiques qui existent dans les ectoparasites en Algérie, de plus nous avons étendu les connaissances sur *Ixodes ricinus* et *I. inopinatus* sensu Estrada Pena et al 2014, cette étude confirme la présence de *B. lusitaniae* en Algérie pour la première fois, et de nouvelles informations concernant *R. helvetica* et *R. monacensis* sont fournies. De plus, le rôle d'*Ixodes inopinatus* sensu Estrada Peña 2014 dans l'épidémiologie de ces agents pathogènes est discuté. El Hannachir est une destination printanière populaire pour les visiteurs et une terre importante où la transhumance est pratiquée par la majorité des agriculteurs régionaux ; tous ces facteurs augmentent le risque que les tiques mordues par *ixodes ricinus* et/ou *I. inopinatus* sensu Estrada-Peña 2014 soient infectées par l'un des microorganismes présents dans cette localité.

Des études à grande échelle permettraient de répondre à davantage de questions sur la distribution et l'épidémiologie des rickettsioses et de la borréliose dans les territoires algériens.

### 3.4 Conclusion

Sur la base de nos résultats, nous sommes convaincus que *Ixodes Inopinatus* représente un risque épidémiologique. Cependant, cet arthropode reste inconnu en Algérie, des études complémentaires sont nécessaires pour combler le manque de connaissances concernant l'association parasite hôte et l'aire de répartition réelle en Algérie, De plus la dynamique saisonnière doit être investie dans le but de révéler la période de risque. Notre étude souligne le rôle d'*Ixodes ricinus* et d'*Ixodes inopinatus* en tant que vecteurs, ainsi que le premier rapport de *Borrelia lusitaniae* en Algérie et le premier rapport de *Rickettsia monacensis* et *R. helvetica* d'*Ixodes inopinatus* sensu Estrada-Peña et al 2014 ont été mis en évidence.

## 4 Chapitre 04 : Diversité des bactéries dans les tiques engorgées d'Algérie

### 4.1 Introduction

Les différentes espèces de tiques sont largement répandues en Europe et en Afrique du Nord. Parmi ces tiques, le genre ixodes comprend 20 espèces, dont 4 sont connues en Algérie (Mihalca et al., 2018; Mechouk et al., 2022). Cependant, seule une espèce de ce genre a fait l'objet d'études approfondies en Europe en raison de son rôle dans la transmission de nombreuses maladies aux humains et aux animaux (Mihalca et al., 2012). Des tiques et des agents pathogènes transmis par les tiques ont été signalés en Algérie, et des études utilisant de nouvelles méthodes de diagnostic ont été réalisées pour les identifier (Boucheikhchoukh et al., 2018). Cependant, jusqu'à présent, on ne sait pas si les tiques en Algérie ont la capacité et les compétences nécessaires pour transmettre des maladies, et il existe une importante lacune de connaissances concernant les tiques et les micro-organismes associés présents en Algérie. Malgré les quelques agents pathogènes étudiés en Algérie, les connaissances sur les agents pathogènes associés aux tiques restent encore largement inconnues.

En Algérie à l'exception de certaines études aléatoires concernant les pathogènes associés aux tiques le terrain reste vide.

Notre étude a pour but d'investiguer les pathogènes associés aux tiques d'animaux domestiques dans la région de El Tarf

### 4.2 Matériel et méthodes

#### Zone d'étude

La région d'El Tarf (36°46'02"N, 8° 18'50"E), dans le nord-est de l'Algérie, est délimitée : au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la Tunisie (gouvernorat de Jendouba), au sud par la province de Souk Ahras, au sud-ouest par Guelma et à l'ouest par Annaba. Cette région couvre

une superficie de 3 339 km<sup>2</sup> et présente un climat chaud subhumide à humide au nord, et doux à frais et humide au sud. Les précipitations varient entre 900 et 1200 mm par an. Cette province possède un taux de couverture forestière très élevé (57%) et abrite plusieurs sites inscrits sur la liste Ramsar (zones humides), avec un écosystème très diversifié (marin, dunaire, lacustre et forestier) et une mosaïque d'habitats. Elle possède une biodiversité unique (faune, flore) en Algérie (**Bouazouni, 2004**). Cette étude a été menée entre mars 2018 et mai 2019 dans douze localités : Ain Kerma, Ain Khiar, Asfour, Besbes, Bouhadjar, Drean, El Cheffia, El Frine, El Kala, El Mellah, Zitouna.

#### Collecte des tiques

Les tiques ont été collectées à l'aide de pinces sur trois hôtes différents dans les localités étudiées, notamment le cheval (*Equus caballus*), le chien (*Canis familiaris*) et le chat (*Felis catus*). Les tiques ont été conservées dans de l'éthanol à 70% et stockées au laboratoire *ECOSTAQ* de l'université Badji Mokhtar à Annaba, en Algérie, jusqu'à leur traitement. Les tiques ont été transférées à l'USAMV de Cluj Napoca, en Roumanie, pour être soumises à la PCR. La collecte des tiques a été réalisée avec l'accord des propriétaires des animaux.

#### Identification des tiques

Les tiques ont été examinées sous un microscope binoculaire à zoom, puis classées au niveau du genre et de l'espèce en se basant sur les caractéristiques morphologiques décrites par Estrada Pena et al. en 2018.

#### Protocole PCR

L'ADN génomique a été isolé individuellement à partir des tiques, à l'aide d'un kit commercial (ISOLATE II Genomic DNA Kit, meridian Bioscience, Londres, Royaume-Uni), selon le protocole standard fourni par le fabricant. Les échantillons ont ensuite été examinés par PCR

pour détecter la présence de plusieurs agents pathogènes, à l'aide d'amorces et de protocoles publiés précédemment (tableau 2). Tous les ensembles de réactions comprenaient un contrôle sans gabarit consistant en de l'eau PCR et un contrôle positif représenté par l'ADN pathogène, précédemment confirmé par séquençage lors d'autres études. Les produits et les témoins de PCR ont été visualisés par électrophorèse dans des gels d'agarose à 2 % colorés avec RedSafe™ 20 000× solution de coloration aux acides nucléiques (iNtRON Biotechnology, Seongnam, Corée), et leur poids moléculaire a été évalué par comparaison avec un marqueur moléculaire (HyperLadder™ 100 bp, méridien Bioscience, Londres, Royaume-Uni). Toutes les bandes correspondant à un échantillon positif ont été excisées et purifiées à l'aide d'un kit commercial (Isolate II PCR et Gel Kit, meridian Bioscience, Londres, Royaume-Uni) et séquencées dans les deux sens à l'aide d'un service externe (effectué par Macrogen Europe B.V., Amsterdam, Pays-Bas). Les séquences obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel geneious 4.8 (Biomatters Ltd., Auckland, Nouvelle-Zélande) et comparées à celles disponibles dans la base de données GenBank® par l'analyse Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).

### 4.3 Résultats

Un total de 885 tiques ont été collectées à partir de trois hôtes différents, représentant quatre espèces de tiques (449 mâles, 436 femelles). *Rhipicephalus annulatus* était l'espèce la plus répandue, avec une prévalence de 51% (205 mâles, 244 femelles), tandis que *Rhipicephalus bursa* était l'espèce la moins rencontrée, avec une prévalence de 3% (15 mâles, 9 femelles). Quatre espèces de tiques ont été associées aux chiens (*Rhipicephalus annulatus*, *Rh. bursa*, *Rh. sanguineus*, *Rh. turanicus*), cependant, une seule espèce a été retrouvée chez les chevaux (*Rhipicephalus annulatus*).

Dans la présente étude, 145 pools ont été testés par PCR pour la présence de pathogènes. De nombreux micro-organismes ont été trouvés, avec des prévalences variables. *Babesia canis*

(numéro d'accès MK57183) était l'espèce la plus prévalente, avec une fréquence de 6%. D'autres pathogènes ont été observés chez les tiques, notamment *Ehrlichia canis* (numéro d'accès MN484597), *Babesia begimina* (numéro d'accès MK732475), *Theileria equi* (numéro d'accès MN611321), *Rickettsia conorii* (numéro d'accès DQ821855), *Rickettsia massilae* (numéro d'accès KJ663740) et *Bartonella sp* (numéro d'accès KX000252). Deux co-infections avec plusieurs micro-organismes ont été observées, l'une avec *Babesia begimina* et *Bartonella sp*, et l'autre concernait *Ehrlichia canis* et *Rickettsia massilae*.

#### 4.4 Discussion

Dans notre étude on a détecté *Babesia begimina*, *Babesia begimina* est un parasite intraérythrocytaire qui infecte principalement les bovins. Il appartient au genre *Babesia*, qui comprend diverses espèces responsables de la babésiose, une maladie parasitaire du sang chez les animaux. Transmission : *Babesia begimina* est généralement transmis par les tiques du genre *Rhipicephalus* (également connues sous le nom de tiques du bétail). Les tiques infectées se nourrissent du sang des bovins, introduisant ainsi les parasites dans leur système.

Distribution géographique : *Babesia begimina* est plus couramment rencontré dans les régions tropicales et subtropicales, principalement en Afrique, en Asie et dans certaines parties de l'Amérique du Sud. Il peut affecter différentes races de bovins. Cycle de vie : *Babesia begimina* a un cycle de vie complexe qui comprend des phases à la fois dans les tiques et dans les cellules sanguines des bovins. Les tiques se nourrissent du sang infecté, ingèrent les parasites, puis les transmettent à d'autres animaux lorsqu'ils se nourrissent à nouveau.

*Babesia canis* est un parasite intraérythrocytaire qui infecte principalement les chiens, provoquant la babésiose canine, une maladie parasitaire grave. Ce parasite appartient au genre *Babesia*, de la famille des *Babesiidae*. La transmission de *Babesia canis* se fait principalement par les tiques du genre *Rhipicephalus sanguineus*, également connues sous le nom de tiques

brunes du chien. Une fois qu'une tique infectée se nourrit du sang d'un chien, les parasites de *Babesia canis* pénètrent dans les globules rouges, où ils se multiplient et provoquent leur destruction. Les symptômes de la babésiose canine causée par *Babesia canis* comprennent une fièvre, une anémie, une faiblesse, une perte d'appétit, des problèmes respiratoires et une jaunisse. Le diagnostic de l'infection par *Babesia canis* est généralement réalisé par l'observation des parasites dans les globules rouges au microscope, ainsi que par des tests sérologiques et moléculaires. Le traitement de la babésiose canine implique souvent l'administration d'antiparasitaires spécifiques pour éliminer les parasites du sang du chien infecté. La prévention de l'infection par *Babesia canis* chez les chiens repose sur l'utilisation de mesures de contrôle des tiques, telles que des traitements antiparasitaires réguliers et l'élimination des tiques de manière appropriée. La babésiose canine causée par *Babesia canis* peut entraîner des complications graves et même la mort chez les chiens non traités, il est donc essentiel de prendre des mesures préventives et de diagnostiquer et traiter rapidement les infections pour assurer la santé et le bien-être des chiens.

*Theileria equi* est un parasite intracellulaire qui infecte principalement les chevaux, provoquant la théilériose équine, une maladie transmise par les tiques. Ce parasite appartient à la famille des Theileriidae et est étroitement lié à *Theileria parva*, l'agent causal de la théilériose bovine en Afrique. Les chevaux deviennent infectés par *Theileria equi* lorsqu'ils sont piqués par des tiques du genre *Hyalomma*, notamment *Hyalomma excavatum* et *Hyalomma marginatum*. Les parasites envahissent les globules rouges des chevaux, où ils se multiplient et provoquent la destruction des cellules sanguines. Les symptômes de la théilériose équine causée par *Theileria equi* comprennent une anémie, une fièvre, une perte d'appétit, une faiblesse, une diminution des performances et parfois des troubles neurologiques. Le diagnostic de l'infection par *Theileria equi* est généralement réalisé par l'observation des parasites dans les globules rouges au

microscope, ainsi que par des tests sérologiques et moléculaires. Le traitement de la théilériose équine implique souvent l'utilisation d'antiparasitaires spécifiques pour éliminer les parasites du sang des chevaux infectés. La prévention de l'infection par *Theileria equi* repose sur des mesures de contrôle des tiques, telles que des traitements antiparasitaires réguliers et la gestion de l'environnement pour réduire l'exposition aux tiques. La théilériose équine peut entraîner des complications graves, notamment une insuffisance organique et la mort, il est donc essentiel de prendre des mesures préventives et de diagnostiquer et traiter rapidement les infections pour assurer la santé et le bien-être des chevaux.

*Ehrlichia canis* est une bactérie intracellulaire obligatoire qui infecte principalement les chiens, provoquant l'ehrlichiose canine, une maladie vectorielle transmise par les tiques. Cette bactérie appartient à la famille des Anaplasmataceae et est étroitement liée à d'autres espèces d'*Ehrlichia*, telles que *Ehrlichia chaffeensis* et *Ehrlichia ewingii*. Les chiens deviennent infectés par *Ehrlichia canis* lorsqu'ils sont piqués par des tiques porteuses, principalement la tique brune du chien (*Rhipicephalus sanguineus*). Les bactéries envahissent les globules blancs (leucocytes) des chiens, où elles se multiplient et provoquent des lésions cellulaires et une réponse inflammatoire. Les symptômes de l'ehrlichiose canine causée par *Ehrlichia canis* comprennent de la fièvre, de la léthargie, une perte d'appétit, des problèmes respiratoires, des saignements et des problèmes de coagulation. Le diagnostic de l'infection par *Ehrlichia canis* est généralement réalisé par des tests sérologiques spécifiques, tels que l'ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) et la PCR (polymerase chain reaction), qui détectent la présence d'anticorps ou d'ADN de la bactérie. Le traitement de l'ehrlichiose canine implique souvent l'utilisation d'antibiotiques tels que la doxycycline pour éliminer les bactéries de l'organisme du chien infecté. La prévention de l'infection par *Ehrlichia canis* repose sur des mesures de contrôle des tiques, telles que des traitements antiparasitaires réguliers et l'élimination des tiques de manière appropriée.

L'ehrlichiose canine peut entraîner des complications graves, notamment une insuffisance organique et la mort, il est donc crucial de prendre des mesures préventives et de diagnostiquer et traiter rapidement les infections pour assurer la santé et le bien-être des chiens.

*Rickettsia massiliae* est une bactérie intracellulaire obligatoire appartenant au genre *Rickettsia* et à la famille des *Rickettsiaceae*. Elle est principalement transmise par les tiques du genre *Rhipicephalus*, notamment *Rhipicephalus sanguineus*, également connue sous le nom de tique brune du chien. *Rickettsia massiliae* a été initialement identifiée en Méditerranée, mais des cas ont également été signalés dans d'autres régions du monde. Cette bactérie est responsable de la fièvre à tiques méditerranéenne chez l'homme, une maladie infectieuse caractérisée par de la fièvre, des maux de tête, des douleurs musculaires et articulaires, ainsi que des éruptions cutanées.

La transmission de *Rickettsia massiliae* à l'homme se fait par la piqûre de tiques infectées. Une fois qu'une tique infectée se nourrit du sang d'un hôte, les bactéries pénètrent dans les cellules de l'hôte et se multiplient à l'intérieur. Les symptômes de l'infection par *Rickettsia massiliae* peuvent varier d'une personne à l'autre, allant d'une infection asymptomatique à une maladie plus grave nécessitant une hospitalisation.

Le diagnostic de l'infection par *Rickettsia massiliae* est généralement réalisé par des tests sérologiques spécifiques, tels que l'ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) et la PCR (polymerase chain reaction), qui détectent la présence d'anticorps ou d'ADN de la bactérie dans le sang du patient.

Le traitement de l'infection par *Rickettsia massiliae* repose sur l'administration d'antibiotiques tels que la doxycycline. La prévention de l'infection implique la réduction de l'exposition aux

tiques en évitant les zones infestées, en portant des vêtements protecteurs et en utilisant des répulsifs contre les tiques.

Des études épidémiologiques et moléculaires ont contribué à une meilleure compréhension de la distribution géographique de *Rickettsia massiliae* et de son rôle dans les maladies infectieuses chez l'homme. Cependant, il reste encore des aspects à approfondir, notamment la transmission de la bactérie, son impact sur la santé publique et l'évaluation de nouveaux outils de diagnostic.

*Rickettsia conorii* est une bactérie intracellulaire obligatoire appartenant au genre *Rickettsia* et à la famille des *Rickettsiaceae*. Elle est responsable de la fièvre pourprée des montagnes rocheuses méditerranéenne (FPRM), également connue sous le nom de fièvre boutonneuse méditerranéenne. Cette maladie infectieuse est transmise à l'homme par la piqûre de tiques infectées, en particulier la tique brune du chien (*Rhipicephalus sanguineus*) et d'autres espèces de tiques du genre *Dermacentor*.

*Rickettsia conorii* provoque une infection systémique chez l'homme, entraînant des symptômes tels que de la fièvre, des maux de tête, des éruptions cutanées maculopapuleuses et parfois des complications graves telles que des atteintes neurologiques, rénales et pulmonaires. La bactérie pénètre dans les cellules de l'hôte après la piqûre de la tique infectée et se multiplie à l'intérieur, provoquant des lésions cellulaires et une réponse inflammatoire.

Le diagnostic de l'infection par *Rickettsia conorii* repose sur des tests sérologiques spécifiques, tels que l'ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) et la PCR (polymerase chain reaction), qui détectent la présence d'anticorps ou d'ADN de la bactérie dans le sang du patient. Le traitement précoce de l'infection par *Rickettsia conorii* est essentiel pour éviter les complications, et il consiste généralement en l'administration d'antibiotiques tels que la doxycycline.

L'épidémiologie de la fièvre boutonneuse méditerranéenne est étroitement liée à la distribution des tiques vectrices et à l'exposition des populations humaines à ces tiques. La maladie est endémique dans les régions méditerranéennes, mais des cas ont également été signalés dans d'autres parties du monde. Des mesures de prévention, telles que l'utilisation de répulsifs contre les tiques, le port de vêtements protecteurs et l'évitement des zones infestées, sont recommandées pour réduire le risque d'infection.

La recherche continue sur *Rickettsia conorii* vise à mieux comprendre la biologie de la bactérie, les mécanismes de transmission, l'interaction avec l'hôte et le développement de nouvelles approches de diagnostic et de traitement. Cette connaissance est cruciale pour la prévention et la gestion efficaces de la fièvre boutonneuse méditerranéenne, contribuant ainsi à la santé publique et à la protection des populations exposées.

Les bactéries du genre *Bartonella*, communément désignées sous le nom de bartonelles, sont des pathogènes émergents responsables de diverses maladies chez l'homme. *Bartonella* spp. est un groupe de bactéries Gram-négatives, principalement transmises par des vecteurs hématophages tels que les puces, les tiques et les poux.

Plusieurs espèces de *Bartonella* ont été identifiées, notamment *Bartonella henselae*, *Bartonella quintana* et *Bartonella bacilliformis*. Ces bactéries peuvent causer des infections chroniques et persistantes chez les humains, provoquant une gamme de symptômes allant de la fièvre, des lymphadénopathies et des éruptions cutanées à des complications plus graves telles que les endocardites et les angiomes bacillaires.

La transmission de *Bartonella* spp. se produit généralement par l'intermédiaire d'arthropodes hématophages, qui agissent comme vecteurs de la bactérie. Par exemple, *Bartonella henselae*

est transmise principalement par les puces des chats (*Ctenocephalides felis*), tandis que *Bartonella quintana* est transmise par les poux de corps humains (*Pediculus humanus corporis*).

Le diagnostic des infections à *Bartonella* spp. Repose sur des méthodes de laboratoire telles que la culture bactérienne, la PCR (réaction de polymérisation en chaîne) et les tests sérologiques spécifiques pour détecter les anticorps dirigés contre la bactérie dans le sang du patient.

Le traitement des infections à *Bartonella* spp. Comprend l'administration d'antibiotiques appropriés tels que la doxycycline, la ciprofloxacine ou l'érythromycine, en fonction de l'espèce de *Bartonella* impliquée.

Les bartonelles sont des pathogènes émergents qui suscitent un intérêt croissant en raison de leur implication dans de nombreuses maladies chez l'homme. Des études épidémiologiques, cliniques et moléculaires sont en cours pour mieux comprendre la prévalence, la transmission et la pathogénicité des différentes espèces de *Bartonella*. De plus, de nouveaux outils de diagnostic et des approches thérapeutiques sont en développement pour améliorer la détection et la prise en charge des infections à Bartonel

#### 4.5 Conclusion

En conclusion, cette étude a permis d'investiguer la présence de tiques dans la région du nord-est de l'Algérie et de détecter la présence de plusieurs pathogènes d'intérêt majeur pour la santé publique. Les tiques sont des vecteurs connus de nombreux agents pathogènes, et la présence de ces pathogènes dans la région souligne l'importance de la surveillance et de la prévention des maladies transmises par les tiques.

La détection de ces pathogènes dans les tiques de la région soulève des préoccupations en termes de santé publique, car ils peuvent potentiellement causer des maladies graves chez

l'homme et les animaux. Cela met en évidence la nécessité de sensibiliser la population et les professionnels de la santé sur les risques liés aux tiques et aux maladies qu'elles transmettent.

De plus, ces résultats soulignent l'importance de mettre en place des mesures de prévention efficaces, telles que l'utilisation de répulsifs contre les tiques, le port de vêtements protecteurs et l'examen régulier des animaux domestiques, pour réduire l'exposition aux tiques et prévenir la transmission des pathogènes.

En conclusion, la présence de ces pathogènes dans les tiques de la région du nord-est de l'Algérie met en évidence l'importance de la surveillance continue, de la sensibilisation et de la mise en place de mesures de prévention pour préserver la santé publique et réduire l'incidence des maladies transmises par les tiques.

## CONCLUSION GENERALE

En synthèse, cette étude approfondie sur la présence des tiques dans le nord-est de l'Algérie transcende le simple constat de la détection de pathogènes, ouvrant la voie à une compréhension plus nuancée des enjeux complexes liés à la santé publique et à l'écosystème local. La révélation de plusieurs agents pathogènes d'importance majeure souligne la nécessité d'une vigilance continue et d'une réponse proactive pour prévenir les maladies transmises par les tiques.

Les tiques, en tant que vecteurs bien établis, ne se limitent pas seulement à être des porteuses d'agents pathogènes, mais elles incarnent également un maillon crucial dans la chaîne de transmission complexe de ces maladies. Cette réalité renforce l'impératif d'une sensibilisation accrue, non seulement pour les populations locales mais aussi pour les professionnels de la santé, afin de mieux appréhender les risques associés aux tiques et aux conséquences potentielles sur la santé humaine et animale.

L'importance cruciale de mesures préventives efficaces, telles que l'utilisation de répulsifs, le port de vêtements protecteurs, et l'examen régulier des animaux domestiques, émerge comme une nécessité indéniable. Ces actions préventives ne sont pas simplement des réponses isolées, mais plutôt des éléments essentiels dans un dispositif global visant à minimiser l'impact des maladies transmises par les tiques.

L'identification du potentiel épidémiologique de *Ixodes Inopinatus* soulève des questions stimulantes nécessitant des investigations approfondies. Comprendre son statut en Algérie s'avère essentiel pour évaluer pleinement son rôle en tant que vecteur potentiel de maladies transmissibles. Cette recherche ne se limite pas à une exploration locale mais revêt une portée globale dans un monde où les mouvements humains et animaux ainsi que les changements environnementaux favorisent l'émergence de maladies transmises par les tiques.

En perspective, le développement continu d'outils de détection plus sophistiqués, tels que la qPCR, le séquençage à haut débit, et le Reverse Line Blotting, se présente comme une nécessité incontournable pour relever les défis de l'identification précise d'un large éventail d'agents infectieux. Face à l'absence actuelle de diagnostics et de vaccins optimaux, la prévention primaire se positionne comme la stratégie la plus viable et immédiate pour atténuer le fardeau des maladies vectorielles.

Enfin, cette étude pionnière en Algérie représente bien plus qu'un simple jalon dans la cartographie des tiques. Elle constitue un fondement précieux pour orienter des recherches futures, notamment en explorant la dynamique saisonnière et en approfondissant les enquêtes épidémiologiques. Cette extension des recherches contribuerait à une gestion plus éclairée et stratégique des maladies transmises par les tiques dans la région, tout en offrant des enseignements pertinents pour d'autres contextes géographiques. En définitive, cette étude sert de boussole pour une approche intégrée et holistique, visant à préserver la santé humaine, animale et environnementale dans le contexte complexe des maladies transmises par les tiques.

## Références

Abdelkadir, K., Palomar, A. M., Portillo, A., Oteo, J. A., Ait-Oudhia, K., & Khelef, D. (2019). Presence of *Rickettsia aeschlimannii*, 'Candidatus *Rickettsia barbariae*' and *Coxiella burnetii* in ticks from livestock in Northwestern Algeria. *Ticks and tick-borne diseases*, 10(4), 924-928.

Ahmim M. Les Mammifères Sauvages D'algerie Répartition et Biologie de la Conservation. 2019.

Alberti et al. (2005). Equine and canine *Anaplasma phagocytophilum* strains isolated on the island of Sardinia (Italy) are phylogenetically related to pathogenic strains from the United States. *Appl Environ Microbiol* 71: 6418-6422

Alcaide et al (2009) Disentangling vector-borne transmission networks: a universal DNA barcoding method to identify vertebrate hosts from arthropod bloodmeals. *PLoS ONE* 4: e7092

Angelakis E., Billeter S. A., Breitschwerdt E. B., Chomel B. B., Raoult D., 2010a – Potential for tick-borne bartonellosis. *Emerging Infectious Diseases*, 16: 385-391.

Aouadi, A., Leulmi, H., Boucheikhchoukh, M., Benakhla, A., Raoult, D., & Parola, P. (2017). Molecular evidence of tick-borne hemoprotozoan-parasites (*Theileria ovis* and *Babesia ovis*) and bacteria in ticks and blood from small ruminants in Northern Algeria. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 50, 34-39.

Apanaskevich DA, Horak IG. The genus *Hyalomma* Koch, 1844. IX. Redescription of all parasitic stages of *H. (Euhyalomma) impeltatum* Schulze & Schlottko, 1930 and *H. (E.) somalicum* Tonelli Rondelli, 1935 (Acari: Ixodidae). *Syst Parasitol.* 2009;73:199-218.

Apanaskevich DA, Horak IG. The genus *Hyalomma* Koch, 1844: v. re-evaluation of the taxonomic rank of taxa comprising the *H. (Euhyalomma) marginatum* Koch complex of species (Acari: Ixodidae) with redescription of all parasitic stages and notes on biology. *Int J Acarology.* 2008; 34:13-42.

Apanaskevich DA, Santos-Silva MM, Horak IG. The genus *Hyalomma* Koch, 1844. IV. Redescription of all parasitic stages of *H. (Euhyalomma) lusitanicum* Koch, 1844 and the adults of *H. (E.) franchinii* Tonelli Rondelli, 1932 (Acari: Ixodidae) with a first description of its immature stages. *Folia Parasitol.* 2008:61-74.

Baaziz Neffah F, Kernif T, Beneldjouzi A, Boutellis A, Morsli A, Harrat Z, et al. *Carios capensis* (ACARI: ARGASIDAE) in the nests of the yellow legged Gull (*Larus michahellis*) in the Agueli island of Reghaia, Algeria. *Int J botany res.* 2014;4; 3:23-30.

Bakheit MA, Latif A, Vatansever Z, Seitzer U, Ahmed J. The huge risks due to *Hyalomma* ticks. In: Mehlhorn H (ed) *Arthropods as vectors of emerging diseases*. Springer, Berlin. 2012:167-94.

Barbour et al (1996) Identification of an uncultivable *Borrelia* species in the hard tick *Amblyomma americanum*: possible agent of a Lyme disease-like illness. *J Infect Dis* 173: 403-409

Barker SC, Murrell A. Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. In: Bowman AS, Nuttall P (eds) *Ticks: biology, disease and control*. Camb Univ Press. 2008:1–39.

Baziz-Neffah F, Bitam I, Kernif T, Beneldjouzi A, Boutellis A, Berenger JM et al. Contribution à la connaissance des ectoparasites d'oiseaux en Algérie. Bull. de la Soc. Zool. de France. 2015 ;140 ;2 :81-98.

Becir F, Bitam I, Hannachi H, Bouslama Z. Rattus rattus parasites of El-kala national park (Algeria). Chapters. 2012.

Becir F, Chetoui M.B, Bitam I, Bouslama Z. Atelerix Algirus Ectoparasites of El-Kala National Park (Algeria). 2015

Beddek Menad. Déficit de connaissances de la biodiversité et biologie de la conservation : le cas de l'herpétofaune d'Algérie. PhD Thesis. Université Montpellier. 2017.

Belabed A I, Zediri H, Shehab A, Bouslama Z. The effect of altitude on seasonal dynamics of Ticks (Acari: Ixodida) in Northeastern Algeria. Adv. Environ. Biol. 2015;9; 14:169-84.

Bellabidi M, Benaissa M H, Bissati-Bouafia S, Harrat Z, Brahmi K, Kernif T. Coxiella burnetii in camels (Camelus dromedarius) from Algeria: Seroprevalence, molecular characterization, and ticks (Acari: Ixodidae) vectors. Acta Trop. 2020 ;206 :105443.

Bellabidi, M., Benaissa, M. H., Bissati-Bouafia, S., Harrat, Z., Brahmi, K., & Kernif, T. (2020). Coxiella burnetii in camels (Camelus dromedarius) from Algeria: Seroprevalence, molecular characterization, and ticks (Acari: Ixodidae) vectors. Acta tropica, 206, 105443.

Bellabidi, M., Benaissa, M. H., Bissati-Bouafia, S., Harrat, Z., Brahmi, K., & Kernif, T. (2020). Coxiella burnetii in camels (Camelus dromedarius) from Algeria: Seroprevalence, molecular characterization, and ticks (Acari: Ixodidae) vectors. Acta tropica, 206, 105443.

Bellabidi, M., Benaissa, M. H., Bissati-Bouafia, S., Harrat, Z., Brahmi, K., & Kernif, T. (2020). Coxiella burnetii in camels (Camelus dromedarius) from Algeria: Seroprevalence, molecular characterization, and ticks (Acari: Ixodidae) vectors. Acta tropica, 206, 105443.

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 Taher (Jijel) Algérie. Ann Med Vet 2007;151; 4:209-214.

Bendjeddou ML, Bitam I, Abiadh A, Bouslama Z, Amr Z. New Records of Arthropod Ectoparasites of Bats from North—Eastern Algeria. Jordan J. Biol. Sci. 2013; 6:324-7.

Bendjeddou ML, Loumassine HA, Scheffler I, Bouslama Z, Amr Z. Bat ectoparasites (Nycteribiidae, Streblidae, Siphonaptera, Heteroptera, Mesostigmata, Argasidae, and Ixodidae) from Algeria. J. Vector Ecol. 2017;42; 1:13-23.

Bendjoudi D, Yedou W, Beneldjouzi A, Mechouk N, Bendjeddou ML. On Bat Ectoparasites (Nycteribiidae, Streblidae, Siphonaptera, Mesostigmata and Ixodidae) From Chrea National Park (Central Atlas Mountains), Algeria. Bull. de la Soc. Zool. de France. 2019;144; 2:67-76.

Benredjem W, Leulmi H, Bitam I, Raoult D, Parola P. Borrelia garinii and Rickettsia monacensis in Ixodes ricinus ticks, Algeria. Emerg. Infect. Dis. 2014;20;10;1776.

Benredjem, W., Leulmi, H., Bitam, I., Raoult, D., & Parola, P. (2014). Borrelia garinii and Rickettsia monacensis in Ixodes ricinus ticks, Algeria. Emerging infectious diseases, 20(10), 1776.

Benyahia H, Diarra A Z, Gherissi D E, Bérenger J M, Benakhla A, Parola P. Molecular and MALDI-TOF MS characterisation of *Hyalomma aegyptium* ticks collected from turtles and their associated microorganisms in Algeria. *Ticks Tick Borne Dis.* 2020;13; 1:101858.

Bessas, A., Leulmi, H., Bitam, I., Zaidi, S., Ait-Oudhia, K., Raoult, D., & Parola, P. (2016). Molecular evidence of vector-borne pathogens in dogs and cats and their ectoparasites in Algiers, Algeria. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 45, 23-28.

Bitam I, Kernif T, Harrat Z, Parola P, Raoult D. First detection of *Rickettsia aeschlimannii* in *Hyalomma aegyptium* from Algeria. *Clin. Microbiol. Infect.* 2009; 15:253-254.

Bitam I, Parola P, Matsumoto K, Rolain JM, Baziz B, Boubidi SC, et al. First molecular detection of *R. conorii*, *R. aeschlimannii*, and *R. massiliae* in ticks from Algeria. *Ann N Y Acad Sci.*2006; 1078:368-72.

Bitam, I., Kernif, T., Harrat, Z., Parola, P., & Raoult, D. (2009). First detection of *Rickettsia aeschlimannii* in *Hyalomma aegyptium* from Algeria. *Clinical Microbiology and Infection*, 15, 253-254.

Bouattour A, Darghouth MA, Daoud A. Distribution and ecology of ticks (Acari: Ixodidae) infesting livestock in Tunisia: an overview of eighth years field collections. *Parassitologia.* 1999 ;41 :5-10.

Bouazouni O (2004) Parc National d'El Kala : Etude socio-économique du PNEK. Projet Régional pour le Développement d'Aires marines et côtières Protégées dans la région de la Méditerranée (MedMPA). Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées CAR/ASP : 51p

Bouchama B, Dik B, Benia F, Mouffok C. Dynamique Saisonnière Des Tiques (Acari: Ixodidae) Parasites Des Bovins Dans La Région Semi-Aride De La Wilaya De Sétif Algérie. *Bull. de la Soc. Zoo?l. de France.* 2020 ;145 ;2 :71-81.

Boucheikhchoukh M, Laroche M, Aouadi A, Dib L, Benakhla A, Raoult D, et al. MALDI-TOF MS identification of ticks of domestic and wild animals in Algeria and molecular detection of associated microorganisms. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2018; 57:39-49.

Boucheikhchoukh, M., Laroche, M., Aouadi, A., Dib, L., Benakhla, A., Raoult, D., & Parola, P. (2018). MALDI-TOF MS identification of ticks of domestic and wild animals in Algeria and molecular detection of associated microorganisms. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 57, 39-49.

Boucheikhchoukh, M., Laroche, M., Aouadi, A., Dib, L., Benakhla, A., Raoult, D., & Parola, P. (2018). MALDI-TOF MS identification of ticks of domestic and wild animals in Algeria and molecular detection of associated microorganisms. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 57, 39-49.

Bouhous A, Aissi M, Harhoura K H. Etude des Ixodidae chez le dromadaire dans le sud algérien, région d'Adrar. *Ann Med Vet.* 2008; 152:52-8.

Bouhous A, Aissi M, Harhoura K. Prevalence of Ixodidae in sheep brought for slaughter in Adrar municipal abattoir, Southwest Algeria. *Sci Parasitol.* 2011 :12 ;4 :197-201.

Boukaboul A. Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie. *Rev. élev. Méd. Vét. Pays trop.* 2003 :56 ;3-4 :157-62.

- Bousslama Z, Soualah-Alila H, Belabed A, Ouali K. Etude du système Tiques-Lézard dans le parc national d'El Kala (Nord-Est algérie). *Mésogée*. 2009; 65:73-83.
- Brown et al (2001) Detection of Ehrlichia platis in dogs in Australia. *Aust Vet J* 79: 554–558
- Bursali A, Keskin A, Tekin S. A review of the ticks (Acari: Ixodida) of Turkey: species diversity, hosts and geographical distribution. *Exp. Appl. Acarol.* 2012 ;57 :91-104.
- Chalon, G. Présence d'Ornithodoros savignyi (Audouin) à Ouargla (Sahara algérien). *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 1923;16 :741-2.
- Chitimia-Dobler LR, Rieß O, Kahl S, Wölfel G, Dobler S, Nava, Estrada-Peña A. Ixodes inopinatus occurring also outside the Mediterranean region. *Ticks Tick Borne. Dis.* 2018; 9:196-200.
- Clark et al (2013) Lyme borreliosis in human patients in Florida and Georgia, USA. *Int J Med Sci* 10 : 915-931
- Cotté V., Bonnet S., Le Rhun D., Le Naour E., Chauvin A., Boulouis H.-J., Lecuelle B., Lilin T., Vayssier-Taussat M., 2008 – Transmission of Bartonella henselae by Ixodes ricinus. *Emerging Infectious Diseases*, 14: 1074-1080.
- Dantas-Torres F. Biology and Ecology of the brown dog tick,
- Dergousouf S. J., Gajadhar A. J., Chilton N. B., 2009 – Prevalence of Rickettsia species in Canadian populations of Dermacentor andersoni and D. variabilis. *Applied and Environmental Microbiology*, 75: 1786-1789.
- Dib L, Bitam I, Bensouilah M, Parola P, Raoult D. First description of Rickettsia monacensis in Ixodes ricinus in Algeria. *Clin Microbiol Infect.* 2009; 15:261-2.
- Dib L, Lafri I, Boucheikhchoukh M, Dendani Z, Bitam I, Benakhla A. Seasonal distribution of Rickettsia spp. in ticks in northeast Algeria. *New Microbes New Infect.* 2019; 27:48-52.
- Dib, L., Bitam, I., Bensouilah, M., Parola, P., & Raoult, D. (2009). First description of Rickettsia monacensis in Ixodes ricinus in Algeria. *Clinical Microbiology and Infection*, 15, 261-262.
- Dib, L., Bitam, I., Bensouilah, M., Parola, P., & Raoult, D. (2009). First description of Rickettsia monacensis in Ixodes ricinus in Algeria. *Clinical Microbiology and Infection*, 15, 261-262.
- Dib, L., Lafri, I., Boucheikhchoukh, M., Dendani, Z., Bitam, I., & Benakhla, A. (2019). Seasonal distribution of Rickettsia spp. in ticks in northeast Algeria. *New Microbes and New Infections*, 27, 48-52.
- Djebouh A, Kernif T, Beneldjouzi A, Socolovschi C, Kechemir N, Parola P, et al. The first molecular detection of Rickettsia aeschlimannii in the ticks of camels from southern Algeria. *Ticks Tick Borne Dis.* 2012;3;5-6:374-6.
- Dulmer J. S., Barbet A. F., Bekker C. P. J., Dasch G. A., Palmer G. H., Ray S. C., Rikihisa Y., Rurangirwa F. R., 2001 – Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, descriptions of six new

species combinations and designation of *Ehrlichia equi* and 'HGE agent' as subjective synonyms of *Ehrlichia phagocytophila*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51 :2145-2165.

Duron O., Jourdain E., McCoy K. D., 2014 – Diversity and global distribution of the *Coxiella* intracellular bacterium in seabird ticks. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5 : 557-563.

Elfegoun M B, Gharbi M, Djebir S, Kohil K. Dynamique d'activité saisonnière des tiques ixodidés parasites des bovins dans deux étages bioclimatiques du nord-est algérien. *Rev Elev Méd. Vét pays trop.* 2013 ;66 ;4 :117-22.

Elfegoun M B, Kohil K., Gharbi M, Afoutni L, Benachour ML. Cinétique d'infestation par les tiques des bovins de la région subhumide de Constantine en Algérie. *Rev Elev. Méd. Vét pays trop.* 2019;72; 1:41-45.

Estrada-Peña A, Bouattour A, Camicas JL, Walker AR. Ticks of domestic animals in the mediterranean region. A guide to identification of species. University of Zaragoza (Spain); 2004.

Estrada-Peña A, Mihalca AD, Petney TN. Ticks of Europe and North Africa: a guide to species identification. Springer. 2018.

Estrada-Peña A, Nava S, Petney T. Description of all the stages of *Ixodes inopinatus* n. sp. (Acari: Ixodidae). *Ticks Tick-Borne Dis.* 2014; 5:734-43.

Estrada-Peña, A., Mihalca, A. D., & Petney, T. N. (Eds.). (2018). Ticks of Europe and North Africa: a guide to species identification. Springer.

Estrada-Peña, A., Nava, S., & Petney, T. (2014). Description of all the stages of *Ixodes inopinatus* n. sp. (Acari: Ixodidae). *Ticks and tick-borne diseases*, 5(6), 734-743.

Frank J., Hilderbrandt A., Dorn W., 2013 – Exploring gaps in our knowledge on Lyme borreliosis spirochaetes—updates on complex heterogeneity, ecology, and pathogenicity. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 4: 11-25.

Franke J., Fritsch J., Tomas H., Straube E., Dorn W., Hildebrandt A., 2010 –Coexistence of pathogens in host-seeking and feeding ticks within a single natural habitat in Central Germany. *Applied and Environmental Microbiology*, 76: 6829-6836.

Gharbi M, Darghouth MA. A review of *Hyalomma scupense* (Acari, Ixodidae) in the Maghreb region: from biology to control. *Parasite.* 2014:21:2.

Guglielmone AA, Robbins RG, Apanaskevich DA, Petney TN, Estrada-Peña A, Horak IG. The hard ticks of the world (Acari: Ixodida: Ixodidae). Springer Dordrecht 2014;738.

Hauck D, Springer A, Pachnicke S, Schunack B, Fingerle V, Strube C. *Ixodes inopinatus* in northern Germany: occurrence and potential vector role for *Borrelia* spp., *Rickettsia* spp., and *Anaplasma phagocytophilum* in comparison with *Ixodes ricinus*. *Parasitol Res.* 2019 Dec;118(12):3205-3216. doi: 10.1007/s00436-019-06506-4. Epub 2019 Nov 12. PMID: 31720842.

Hodžić et al (2015) Molecular survey of vector-borne pathogens in red foxes (*Vulpes vulpes*) from Bosnia and Herzegovina. *Parasit Vectors* 8:88

Hoogstraal H, Clifford CM, Keirans JE. The *Ornithodoros capensis* group (*Alectorobius*) of the Palaearctic and (Acarina: Ixodoidea: Argasidae) oriental regions. *O. (A) coniceps* identity, bird and mammal hosts, virus infections, and distribution. *J Parasitol.* 1979; 65:395-407.

Hornok S, Kontschán J, Kováts D, Kovács R, Angyal D, Görföl T, et al. Bat ticks revisited: *Ixodes ariadnae* sp. nov. and allopatric genotypes of *I. vespertilionis* in caves of Hungary. *Parasites Vectors.* 2014; 7:202.

Isenmann P, Moali A. *Birds of Algeria*. SEOF, 2000.

Joncour G., Brard C., Courtay B., Labbé J. F., 2006 – « Dairy-cows as bio-indicator of *Anaplasma phagocytophilum*, agent of Tick-Borne Fever in France ». XIVth World Buiatrics Congress, Nice, France.

Jongejan F, Uilenberg G. The global importance of ticks. *Parasitology.* 2004;129. Suppl. S3-14.

Kautman M, Tiar G, Papa A, Široký P. AP92-like Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in *Hyalomma aegyptium* ticks, Algeria. *Emerg Infect Dis.* 2016;22; 2:354.

Kautman, M., Tiar, G., Papa, A., & Široký, P. (2016). AP92-like Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in *Hyalomma aegyptium* ticks, Algeria. *Emerging infectious diseases*, 22(2), 354.

Kebbi R, Nait-Mouloud M, Hassissen L, Ayad A. Seasonal activity of ticks infesting domestic dogs in Bejaia province, Northern Algeria. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 2019;86; 1:1-6.

Kernif T, Djerbouh A, Mediannikov O, Ayach B, Rolain J M, Raoult D, et al. *Rickettsia africae* in *Hyalomma dromedarii* ticks from sub-Saharan Algeria. *Ticks Tick Borne Dis.* 2012; 3:5-6:377-9.

Kernif, T., Djerbouh, A., Mediannikov, O., Ayach, B., Rolain, J. M., Raoult, D., ... & Bitam, I. (2012). *Rickettsia africae* in *Hyalomma dromedarii* ticks from sub-Saharan Algeria. *Ticks and tick-borne diseases*, 3(5-6), 377-379.

Kernif, T., Messaoudene, D., Ouahioune, S., Parola, P., Raoult, D., & Bitam, I. (2012). Spotted fever group rickettsiae identified in *Dermacentor marginatus* and *Ixodes ricinus* ticks in Algeria. *Ticks and tick-borne diseases*, 3(5-6), 380-381.

Khaldi M, Socolovschi C, Benyettou M, Barech G, Biche M, Kernif T, et al. *Rickettsiae* in arthropods collected from the North African Hedgehog (*Atelerix algirus*) and the desert hedgehog (*Paraechinus aethiopicus*) in Algeria. *Comp immunol, Microbiol Infect Dis.* 2012;35;2:117-122.

Khaldi, M., Socolovschi, C., Benyettou, M., Barech, G., Biche, M., Kernif, T., ... & Parola, P. (2012). *Rickettsiae* in arthropods collected from the North African Hedgehog (*Atelerix algirus*) and the desert hedgehog (*Paraechinus aethiopicus*) in Algeria. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 35(2), 117-122.

Khelfaoui F, Kebaci A, Benyacoub S. New data on Insecta and Acarina parasitizing bats (Mammalia: Chiroptera) in Numidia, eastern Algeria. *Bull. de la Soc. Zoo?l. de France.* 2018 ;143 ;2 :63-73.

Kolonin GV. *Fauna of ixodid ticks of the world (Acari, Ixodidae)*. Moscow, a web-book at [www.kolonin.org](http://www.kolonin.org).2009 Accessed on 22 Feb 2015

- Kouidri M, Mohammed S, Al-Abidine KZ. First study on the composition species of tick (Ixodidae) infesting horses in Algeria. *Agricultura*. 2019;109;1; 2:15-218.
- Lafri I, Benredjem W, Neffah-Baaziz F, Lalout R, Abdelouahed K, Gassen B, et al. Inventory and update on argasid ticks and associated pathogens in Algeria. *New Microbes New infect*. 2018; 23:110-4.
- Lafri I, El Hamzaoui B, Bitam I, Leulmi H, Lalout R, Mediannikov O, et al. Detection of relapsing fever *Borrelia* spp., *Bartonella* spp. and Anaplasmataceae bacteria in argasid ticks in Algeria. *Plos Negl. Trop. Dis*. 2017;1; 11:0006064.
- Lafri I, Leulmi H, Baziz-Neffah F, Lalout R., Mohamed C, Mohamed K, et al. Detection of a novel *Rickettsia* sp in soft ticks (Acari: Argasidae) in Algeria. *Microbes infects*. 2015 ;17 :11 ;12 :859-61.
- Lafri, I., El Hamzaoui, B., Bitam, I., Leulmi, H., Lalout, R., Mediannikov, O., ... & Parola, P. (2017). Detection of relapsing fever *Borrelia* spp., *Bartonella* spp. and Anaplasmataceae bacteria in argasid ticks in Algeria. *PLoS neglected tropical diseases*, 11(11), e0006064.
- Lafri, I., Leulmi, H., Baziz-Neffah, F., Lalout, R., Mohamed, C., Mohamed, K., ... & Bitam, I. (2015). Detection of a novel *Rickettsia* sp. in soft ticks (Acari: Argasidae) in Algeria. *Microbes and infection*, 17(11-12), 859-861.
- Lakehal K, Saidi R, Mimoune N, Benaceur F, Baazizi R, Chaibi R, et al. The Study of Ectoparasites and Mesoparasites in Turtles (*Testudo Graeca Graeca*) in the Region of Laghouat (South of Algeria). *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj Napoca*. 2020 ;77 :1.
- Leulmi H, Aouadi A, Bitam I, Bessas A, Benakhla A, Raoult D, et al. Detection of *Bartonella tamiae*, *Coxiella burnetii* and *rickettsiae* in arthropods and tissues from wild and domestic animals in northeastern Algeria. *Parasit Vectors*. 2016; 9:1-8.
- Leulmi, H., Aouadi, A., Bitam, I., Bessas, A., Benakhla, A., Raoult, D., & Parola, P. (2016). Detection of *Bartonella tamiae*, *Coxiella burnetii* and *rickettsiae* in arthropods and tissues from wild and domestic animals in northeastern Algeria. *Parasites & vectors*, 9(1), 1-8.
- Lotfi D, Karima K. Identification and incidence of hard tick species during summer season 2019 in Jijel Province (northeastern Algeria). *J of Parasit Dis*. 2020 :1-7.
- Matallah F, Benakhla A, Bouattour A. Infestation du chien par *Rhipicephalus sanguineus* dans deux régions de l'extrême nord-est de l'Algérie. *Rev Elev Méd Vét pays trop*. 2013 ;66 ;3 :97-101.
- Mccooy, K. D., & Boulanger, N. (Eds.). (2017). *Tiques et maladies à tiques : biologie, écologie évolutive, épidémiologie*. IRD Éditions.
- Mihalca AD, Dumitrache MO, Magdaş C, Gherman CM, Domşa C, Mircean V, et al. Synopsis of the hard ticks (Acari: Ixodidae) of Romania with update on host associations and geographical distribution. *Exp App Acarol*. 2012;58; 2:183-206.
- Mihalca AD, Estrada-Peña A, Petney TN. Introduction. In: Mihalca AD, Estrada-Peña A, Petney TN, editors. *Ticks of Europe and North Africa*. Cham: Springer; 2018. p. 1–3.
- Mihalca AD, Estrada-Peña A, Petney TN. Introduction. *Ticks of Europe and North Africa*: Springer; 2018;1-3

- Mihalca, A. D., Dumitrache, M. O., Magdaş, C., Gherman, C. M., Domşa, C., Mircean, V., ... & Sándor, A. D. (2012). Synopsis of the hard ticks (Acari: Ixodidae) of Romania with update on host associations and geographical distribution. *Experimental and Applied Acarology*, 58(2), 183-206.
- Mokhtar–Annaba-Algeria, B. Parasites of lizards and pathogens agents in North East of Algeria.
- Mokhtaria K, Ammar AA, Ammar SSM, Chahrazed K, Fadela S, Belkacem BT. Survey on species composition of Ixodidae tick infesting cattle in Tiaret (Algeria). *Trop Agric*. 2018;95; 1:102-5.
- Musilová, L., Kybicová, K., Fialová, A., Richtrová, E., & Kulma, M. (2022). First isolation of *Borrelia lusitaniae* DNA from green lizards (*Lacerta viridis*) and *Ixodes ricinus* ticks in the Czech Republic. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 13(2), 101887.
- Nedjraoui D, Bédrani S. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Vertigo*.2008;8;1:15.
- Nonaka E., Ebel G. D., Wearing H. J., 2010 – Persistence of pathogens with short infectious periods in seasonal tick populations: the relative importance of three transmission routes. *PlosOne*, 5: e11745.
- Nuttall P. A., Labuda M., 2004 – Tick-host interactions: saliva-activated transmission. *Parasitology*, 129 Suppl: S177-189.
- of *Rickettsia monacensis* and *Rickettsia helvetica* from Tunisia. *Ann. Trop. Med.*
- Ouchene N, Nebbak A, Ouchene-Khelifi NA, Dahmani A, Zeroual F, Khelef D, et al. Molecular detection of avian spirochete *Borrelia anserina* in *Argas persicus* ticks in Algeria. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 2020; 68:101408.
- Ouchene, N., Nebbak, A., Ouchene-Khelifi, N. A., Dahmani, A., Zeroual, F., Khelef, D., ... & Parola, P. (2020). Molecular detection of avian spirochete *Borrelia anserina* in *Argas persicus* ticks in Algeria. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 68, 101408.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*. 2021;372.
- Parasitol.* 102, 561–564
- Parola P, Raoult D. Ticks and tick-borne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clin Infect Dis*. 2001; 32:897–928.
- Pomerantzev BI. Ixodid ticks (Ixodidae). In *Fauna of the USSR, New series 41: Arachnoidea*. 1950;4;2 Leningrad, Nauk (in Russian)
- Rahal M, Medkour H, Diarra AZ, Bitam I, Parola P, Mediannikov O. Molecular identification and evaluation of *Coxiella*-like endosymbionts genetic diversity carried by cattle ticks in Algeria. *Ticks Tick Borne Dis*. 2020;11; 5:101493.

Rahal, M., Medkour, H., Diarra, A. Z., Bitam, I., Parola, P., & Mediannikov, O. (2020). Molecular identification and evaluation of Coxiella-like endosymbionts genetic diversity carried by cattle ticks in Algeria. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 11(5), 101493.

Rahal, M., Medkour, H., Diarra, A. Z., Bitam, I., Parola, P., & Mediannikov, O. (2020). Molecular identification and evaluation of Coxiella-like endosymbionts genetic diversity carried by cattle ticks in Algeria. *Ticks and tick-borne diseases*, 11(5), 101493.

Reis C., Cote M., Le Rhun D., 2011 – Vector competence of the tick *Ixodes ricinus* for transmission of *Bartonella birtlesii*. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 5 : e1186-e1186.

*Rhipicephalus sanguineus*. *Parasites Vectors*. 2012 ;3 :26.

Rodhran F., Perez C., 1985 – Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris, Maloine, 458 p.

Sadeddine R, Diarra AZ, Laroche M, Mediannikov O, Righi S, Benakhla A, et al. Molecular identification of protozoal and bacterial organisms in domestic animals and their infesting ticks from north-eastern Algeria. *Ticks Tick Borne Dis*. 2020;11; 2:101330.

Sadeddine, R., Diarra, A. Z., Laroche, M., Mediannikov, O., Righi, S., Benakhla, A., ... & Parola, P. (2020). Molecular identification of protozoal and bacterial organisms in domestic animals and their infesting ticks from north-eastern Algeria. *Ticks and tick-borne diseases*, 11(2), 101330.

Sadeddine, R., Diarra, A. Z., Laroche, M., Mediannikov, O., Righi, S., Benakhla, A., ... & Parola, P. (2020). Molecular identification of protozoal and bacterial organisms in domestic animals and their infesting ticks from north-eastern Algeria. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 11(2), 101330.

Sarih, M., Socolovschi, C., Boudebouch, N., Hassar, M., Raoult, D., Parola, P., 2008.

Senaoui C, Boukheroufa M, Sakraoui F, Sakraoui W. Preferential fixation sites and relative frequencies of ectoparasites at *Atelerix algirus* (Lereboullet, 1842) in a locality on the North East of Algeria. *Ecol. Environ. Conserv*. 2020 ;26 ;2 :926-30.

Senevet G, Contribution à l'étude des Ixodidés (IX<sup>o</sup> note) - Espèces trouvées en Algérie sur les bovins pendant les mois d'été, *Arch Inst Pasteur Afrique Nord*.1922 ;519-28.

Senevet G, Rossi G. Contribution à l'étude des Ixodidés (XII<sup>o</sup> note). Étude saisonnière des Ixodidés de la région de Bouira (Algérie) : *Arch Inst Pasteur Algerie*. 1924 ;223–32.

Senevet G. Description de la nymphe de *Hyalomma mauritanicum* Senevet 1922. *Arch. Inst. Pasteur Alger*. 1924 ;2 :233-4.

Sergent E, Donatien A, Parrot L, Lestoquard F. Cycle évolutif de *Theileria dispar* du bœuf chez la tique *Hyalomma mauritanicum*. *Arch. Inst. Pasteur Alger*. 1936 :259-94.

Sergent E, Poncet A. Tableau de la répartition saisonnière des tiques les plus répandues en Algérie. *Arch. Inst. Pasteur Alger*. 1937 ;37 :220-4.

Sfar, N., M'ghirbi, Y., Letaief, A., Parola, P., Bouattour, A., Raoult, D., 2008. First report

Simser, J. A., Palmer, A. T., Fingerle, V., Wilske, B., Kurtti, T. J., & Munderloh, U. G. (2002). *Rickettsia monacensis* sp. nov., a spotted fever group *Rickettsia*, from ticks (*Ixodes ricinus*) collected in a European city park. *Applied and environmental microbiology*, 68(9), 4559-4566.

Široký P, Petrželková KJ, Kamler M, Mihalca AD, Modrý D. *Hyalomma aegyptium* as dominant tick in tortoises of the genus *Testudo* in Balkan countries, with notes on its host preferences. *Exp App Acarol.* 2006;40(3), 279-90.

Soualah-Alila H, Bouzlama Z, Amr Z, Hani RB. Tick infestations (Acari: Ixodidae) on three lizard species from Seraidi (Annaba District), northeastern Algeria. *Exp. Appl. Acarol.* 2015; 67:159-63.

Spotted fever group rickettsiae in ticks, Morocco. *Emerg. Infect. Dis.* 14,

Tiar G, Tiar-Saadi M, Benyacoub S, Rouag R, Široký P. The dependence of *Hyalomma aegyptium* on its tortoise host *Testudo graeca* in Algeria. *Med. Vet. Entomol.* 2016;30; 3:351-9.

Touati L, Figuerola J, Alfarhan A H, Samraoui B. Distribution patterns of ectoparasites of Glossy Ibis (*Plegadis falcinellus*) chicks. *Zool. Ecol.* 2015;25; 1:46-53.

Trape JF, Diatta G, Arnathau C, Bitam I, Sarih M, Belghyti D, et al. The epidemiology and geographic distribution of relapsing fever borreliosis in West and North Africa, with a review of the *Ornithodoros erraticus* complex (Acari: Ixodida). *PLoS One.* 2013;8; 11:1-19.

Trape, J. F., Diatta, G., Arnathau, C., Bitam, I., Sarih, M. H., Belghyti, D., ... & Renaud, F. (2013). The epidemiology and geographic distribution of relapsing fever borreliosis in West and North Africa, with a review of the *Ornithodoros erraticus* complex (Acari: Ixodida). *PLoS One*, 8(11), e78473.

Walker AR. Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. *Biosci Rep*, Edinburgh. 2003:3-210.

Walker JB, Keirans JE, Horak IG. The genus *Rhipicephalus* (Acari: Ixodidae). guide to the brown ticks of the world. Cambridge University Press, Cambridge. 2000.

Weinert L. A., Werren J. H., Aebi A., Stone G. N., Jiggins F. M., 2009 – Evolution and diversity of *Rickettsia* bacteria. *BMC Biology*, 7: 6.

Wilkinson D. A., Dietrich M., Lebarbenchon C., Jaeger A., Le Rouzic C., Bastien M. Lagadec E., McCoy K. D., Pascalis H., Le Corre M., K. D., Tortosa P., 2014 – Combined metabarcoding and targeted bacterial analysis reveal massive infection of seabird ticks with *Coxiella* related species in remote and uninhabited oceanic islands. *Applied and Environmental Microbiology*, 80: 3327-3333.

Younsi H, Fares W, Cherni S, Dachraoui K, Barhoumi W, Najjar C, Zhioua E. *Ixodes inopinatus* and *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) are sympatric ticks in North Africa. *J. Med. Entomol.* 2020;57;3:952-56.

Younsi, H., Postic, D., Baranton, G., & Bouattour, A. (2001). High prevalence of *Borrelia lusitaniae* in *Ixodes ricinus* ticks in Tunisia. *European journal of epidemiology*, 17(1), 53-56.

Younsi, H., Sarih, M. H., Jouda, F., Godfroid, E., Gern, L., Bouattour, A., ... & Postic, D. (2005). Characterization of *Borrelia lusitaniae* isolates collected in Tunisia and Morocco. *Journal of clinical microbiology*, 43(4), 1587-1593.

Yousfi-Monod R, Aeschlimann A. Recherches sur les tiques (Acarina, Ixodidae), parasites de bovidés dans l'Ouest Algérien : 1. Inventaire systématique et dynamique saisonnière. *Ann Parasitol Hum Comp*. 1986 ;61 ;3 :341-58.

Zeroual F, Bitam I, Ouchene N, Leulmi H, Aouadi A, Benakhla A. Identification and seasonal dynamics of ticks on wild boar (*Sus scrofa*) in the extreme north-east of Algeria. *Bull. de la Soc. Zool de France*. 2014 :139 ;245-53.

## Annexes

Tableau 01 :

Tick species	Host/ locality	Stage	Reference
<b>Soft ticks:</b> <i>Argas persicus</i>	<i>Gallus gallus domesticus</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Lafri et al 2018
		A	Ouchene et al 2020
	Environment	A	Ouchene et al 2020
		A	Present paper
		n/a	Lafri et al 2017
<i>Argas transgaripepinus</i>	<i>Eptesicus isabellinus</i>	A, L	Bendjeddou et al 2017
	<i>Hypsugo savii</i>	L	Bendjeddou et al 2017
<i>Argas vespertilionis</i>	<i>Plecotus gaisleri</i>	L	Bendjeddou et al 2017
	<i>Tadarida aegyptiaca</i>	L	Bendjeddou et al 2017
<i>Ornithodoros capensis</i>	<i>Larus michahellis</i> (nests)	A	Baziz-Neffah et al 2014
		n/a	Baziz-Neffah et al 2015
		n/a	Lafri et al 2015, 2018
	Sea birds (nests)	n/a	Lafri et al 2017
<i>Ornithodoros costalis</i>	Burrows (Natural)	n/a	Trape et al 2013
<i>Ornithodoros erraticus</i>	Rodent burrows	n/a	Lafri et al 2015,2017,2018
<i>Ornithodoros marocanus</i>	Burrows (Natural)	n/a	Trape et al 2013.
<i>Ornithodoros normandi</i>	Burrows (Natural)	n/a	Trape et al 2013.
<i>Ornithodoros occidentalis</i>	Rodent burrows	n/a	Lafri et al 2015,2017,2018
<i>Ornithodoros rupestris</i>	Rodent burrows	n/a	Lafri et al 2015,2017,2018
<i>Ornithodoros sonrai</i>	Rodent burrows	n/a	Lafri et al 2015,2017,2018
<i>Ornithodoros savignyi</i>	<i>Camelus dromedarius</i>	n/a	Chalon et al 1923
<b>Hard ticks:</b> <i>Dermacentor marginatus</i>	<i>Bos taurus</i>	A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Boukaboul 2003
		A	Kouidri et al 2018
		n/a	Rahala et al 2020
		A	Present paper
	<i>Sus scrofa</i>	A	Leulmi et al 2016
		n/a	Zeroual et al 2014
		A	Present paper
<i>Haemaphysalis erinacei</i>	<i>Paraechinus aethiopicus</i>	n/a	Khalidi et al 2011
	<i>Atelerix algirus</i>	n/a	Khalidi et al 2011
<i>Haemaphysalis punctata</i>	<i>Bos taurus</i>	A	Yousfi-monod et aeschlimann 1986
		A	Boukaboul 2003
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2013, 2019
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A	Present paper
	<i>Canis familiaris</i>	n/a	Matallah et al 2013
	<i>Ovis aries</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A	Present paper
	<i>Sus scrofa</i>	A	Leulmi et al 2016

	Livestock	n/a	Sergent et Poncet 1937
<i>Haemaphysalis sulcata</i>	<i>Bos taurus</i>	A	Bouchama et al 2020
		A	Present paper
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
	<i>Ovis aries</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A	Present paper
<i>Hyalomma aegyptium</i>	<i>Testudo graeca</i>	n/a	Bitam et al 2009
		n/a	Lekhal et al 2020
		A	Kautman et al 2016
		A,L,N	Tiar et al 2016
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A	Benyahia et al 2021
		A	Present paper
	Livestock	n/a	Sergent et Poncet 1937
	<i>Bos taurus</i>	n/a	Senevet 1922
	<i>Hyalomma anatolicum</i>	<i>Bos taurus</i>	n/a
A			Leulmi et al 2016
n/a			Rahala et al 2020
A			Derradj et kohil 2020
A			Present paper
<i>Camelus dromedarius</i>		n/a	Bouhous et al 2020
		A	Present Paper
<i>Capra aegagrus hircus</i>	n/a	Sadeddine et al 2020	
<i>Hyalomma scupense (detritum)</i>	<i>Bos taurus</i>	n/a	Senevet 1922
		n/a	Senevet 1924
		A	yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Boulkaboul 2003
		A	Bitam et al 2006
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2007, 2013, 2019
		A	Kouidri et al 2018
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Bouchama et al 2020
		n/a	Rahala et al 2020
		A	Derradj et kohil 2020
		A	Present Paper
		<i>Camelus dromedarius</i>	n/a
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	n/a	Sadeddine et al 2020
	<i>Ovis aries</i>	n/a	Bouhous et al 2011
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Sadedine et al 2020
	Livestock	n/a	Sergent et Poncet 1937
	n/a	n/a	Sergent et al 1936
	<i>Hyalomma dromedarii</i>	<i>Camelus dromedarius</i>	n/a
n/a			Djebouh et al 2012
n/a			Kernif et al 2012
n/a			Bellabidia et al 2020
A			Present Paper
<i>Ovis aries</i>		n/a	Bouhous et al 2011
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	A	Bendjeddou et al 2017	
<i>Hyalomma excavatum</i>	<i>Bos taurus</i>	A	yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Kouidri et al 2018
		A	Boulkaboul 2003

		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2013
		A,N	Bouchama et al 2020
			Rahala et al. 2020
	<i>Camelus dromedarius</i>	n/a	Bellabidia et al 2020
		A	Present Paper
<i>Equus caballus</i>	A	Kouidri et al 2019	
<i>Hyalomma impeltatum</i>	<i>Bos taurus</i>	A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Kouidri et al 2018
		n/a	Sadeddine et al 2020
		A	Present Paper
	<i>Camelus dromedarius</i>	n/a	Bouhous et al 2008
		n/a	Djrbouh et al 2012
		n/a	Kernif et al 2012
		n/a	Belabidia et al 2020
	<i>Equus caballus</i>	A	Kouidri et al 2019
	<i>Ovis aries</i>	A	Bouhous et al 2011
		n/a	Sadeddine et al 2020
<i>Hyalomma impressum (rufipes)</i>	<i>Bos taurus</i>	n/a	Senevet 1922
		A	Boukabout 2003
		n/a	Rahala et al 2020
		n/a	Senevet 1922
		n/a	Senevet 1922
	<i>Camelus dromedarius</i>	n/a	Bouhous et al 2008
		n/a	Djrbouh et al 2012
		n/a	Djrbouh et al 2012
<i>Hyalomma lusitanicum</i>	<i>Bos taurus</i>	n/a	Senevet 1922
		A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Boukabout 2003
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2007, 2013, 2019
		A	Kouidri et al 2018
		A	Rahala et al 2020
		A	Derradj et kohil 2020
		A	Present paper
	<i>Camelus dromedarius</i>	A	Present paper.
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	A	Leulmi et al 2016
	<i>Equus caballus</i>	A	Kouidri et al 2019
	<i>Ovis aries</i>	A	Leulmi et al 2016
	<i>Hyalomma marginatum</i>	<i>Atelerix algirus</i>	A
<i>Bos taurus</i>		A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Boukabout 2003
		A	Bitam et al 2006
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2013, 2019
		A	Kouidri et al 2018
		A	Bouchama et al 2020
		n/a	Rahala et al 2020
		A	Derradj et kohil 2020
		A	Present paper.
A	Leulmi et al 2016		

	<i>Capra aegagrus hircus</i>		Sadeddine et al 2020
	<i>Carduelis carduelis</i>	A, N	Baziz-Naffah et al 2015
	<i>Equus caballus</i>	A	Koudri et al 2019
	Flagging	A, N, L	Belabed et al 2015.
	Ovis arie	A	Bitam et al 2006
		n/a	Bouhous et al 2011
		n/a	Sadeddine et al 2020
	<i>Sus scrofa</i>	n/a	Zeroual et al 2014
		A	Present paper.
<i>Hyalomma truncatum</i>	<i>Camelus dromedarius</i>	n/a	Bouhous et al 2008
		n/a	Kernif et al 2012
	<i>Bos taurus</i>	n/a	Rahala et al 2020
<i>Ixodes hexagonus</i>	<i>Atelerix algirus</i>	A	Leulmi et al 2016
		n/a	Senaoui et al 2020
	<i>Canis familiaris</i>	A	Leulmi et al 2016
<i>Ixodes inopinatus</i>	<i>Bos taurus</i>	A	Present paper
	Flagging	A	Present paper
	<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	L	Present paper
	<i>Psammodromus algirus</i>	L	Present paper
	<i>Timon pater</i>	N	Present paper
<i>Ixodes ricinus</i>	<i>Atelerix algirus</i>	n/a	Becir et al 2015
		A, N, L	Present paper
	<i>Bos taurus</i>	A	yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Boukabout 2003
		A	Dib et al 2009
		n/a	Dib et al 2019
		n/a	Kernif et al 2012
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2013, 2019
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2019
		n/a	Rahala et al 2020
		A	Present paper
	<i>Canis familiaris</i>	n/a	Matallah et al 2013
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	n/a	Sadeddine et al 2020
	<i>Eptesicus isabellinus</i>	n/a	Bendjoudi et al 2019
	Flagging	n/a	Kernif et al 2012
		A, N	Benredjem et al 2014
		A, N, L	Belabed et al 2015
		A	Present paper.
<i>Mongoose ( Hapestes ichneumon)</i>	A	Leulmi et al 2016	
	A	Leulmi et al 2016	

	<i>Ovis aries</i>	n/a	Sadeddine et al 2020
	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	n/a	Bendjoudi et al 2019
	<i>Plegadis falcinellus</i>	n/a	Touatia et al 2015
	<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	n/a	Bousslama et al 2009
		N, L	Soualah-Alila et al 2015
		L	Present paper
	<i>Psammodromus algirus</i>	n/a	Bousslama et al 2009
		N, L	Soualah-Alila et al 2015
		N, L	Present paper
	<i>Rattus rattus</i>	A	Becir et al 2012
	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	A, L	Bendjeddou et al 2017
	<i>Sus scrofa</i>	n/a	Zeroual et al 2014
	<i>Tadarida teniotis</i>	A, L	Bendjeddou et al 2017
	<i>Timon pater</i>	n/a	Bousslama et al 2009
		N, L	Soualah-Alila et al 2015
		L	Present paper
	Livestock	n/a	Sergent et Poncet 1937
<i>Ixodes vespertilionis</i>	<i>Miniopterus schreibersii</i>	L	Khelfaoui et al 2018
		n/a	Bendjoudi et al 2019
	<i>Myotis cappaccinii</i>	A, L	Bendjeddou et al 2017
		L	Khelfaoui et al 2018
	<i>Myotis emarginatus</i>	A, L	Bendjeddou et al 2017
	<i>Myotis punicus</i>	A, L	Bendjeddou et al 2017
		L	Khelfaoui et al 2018
	<i>Rhinolophus blasii</i>	L	Khelfaoui et al 2018
n/a		Bendjoudi et al 2019	
<i>Rhinolophus euryale</i>	L	Khelfaoui et al 2018	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	A	Khelfaoui et al 2018	
	n/a	Bendjoudi et al 2019	
<i>Rhipicephalus annulatus</i>	<i>Bos taurus</i>	n/a	Senevet 1922
		A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Boukabout 2003
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2007, 2013
		A	Koudri et al 2018
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A, N, L	Bouchama et al 2020
		n/a	Sadeddine et al 2020
		A	Derradj et kohil 2020
		A	Present paper
	<i>Canis familiaris</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A	Present paper
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Sadeddine et al 2020
		A	Present paper
	<i>Equus caballus</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Sadeddine et al 2020
		A	Present paper

	<i>Ovis aries</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018	
		n/a	Saddedine et al 2020	
		A	Present paper	
	Livestock	n/a	Sergent et Poncet 1937	
<i>Rhipicephalus bursa</i>	<i>Atelerix algirus</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018	
		n/a	Senaoui et al 2020	
		A	Present Paper	
	<i>Bos taurus</i>	n/a	Senevet 1922	
		A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986	
		A	Boulkaboul 2003	
		A	Bitam et al 2006	
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2007, 2013, 2019	
		A	Leulmi et al 2016	
		A	Kouidri et al 2018	
		A	Boucheikhchoukh et al 2018	
		A, N	Bouchama et al 2020	
		n/a	Rahala et al 2020	
		A	Derradj et kohil 2020	
		n/a	Dib 2019	
		A	Present paper	
		<i>Canis familiaris</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
	A		Kebil et al 2019	
	A		Present paper	
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	A	Leulmi et la 2016	
		n/a	Saddedine et al 2020	
	<i>Equus caballus</i>	A	Kouidri et al 2019	
	<i>Felis catus</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018	
		A, N	Present paper	
	<i>Ovis aries</i>	A	Leulmi et al 2016	
		A	Boucheikhchoukh et al 2018	
		n/a	Saddedine et al 2020	
		A	Present paper	
	<i>Sus scrofa</i>	A	Present paper	
	Livestock	n/a	Sergent et Poncet 1937	
	<i>Rhipicephalus evertsi</i>	<i>Camelus dromedarius</i>	n/a	Bouhous et al 2008
		<i>Ovis aries</i>	n/a	Bouhous et al 2011
<i>Rhipicephalus guilhoni</i>	<i>Ovis aries</i>	n/a	Bouhous et al 2011	
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	<i>Atelerix algirus</i>	A	Bitam et al 2006	
		n/a	Khalidi et al 2011	
		n/a	Becir et al 2015	
		A	Leulmi et al 2016	
		A	Boucheikhchoukh et al 2018	
		A	Present Paper	
	<i>Bos taurus</i>	n/a	Senevet 1922	
		A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986	
		A	Leulmi et al 2016	
		A	Kouidri et al 2018	

		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2019
		n/a	Rahala et al 2020
		A	Derradj et Kohil 2020
		A	Present paper
	<i>Camelus dromedarius</i>	A	Bouhous et al 2008
	<i>Canis aureus</i>	A	Leulmi et al 2016
	<i>Canis familiaris</i>	A	Matallah et al 2013
		A	Leulmi et al 2016
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A	Kebil et al 2019
		A	Present Paper
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	A	Bitam et al 2006
		A	Leulmi et al 2016
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Sadeddine et al 2020
	<i>Felis catus</i>	A	Boucheikhchoukh et al 2018
		A	Present paper
	Flagging	A	Benredjem et al 2014
		A, N, L	Belabed et al 2015
	<i>Hypsugo savii</i>	n/a	Bendjeddou et al 2013
	<i>Mongoose ( Hepstes ichneumon)</i>	A	Leulmi et al 2016
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	n/a	Bendjeddou et al 2013
	<i>Myotis cappaccinii</i>	n/a	Bendjeddou et al 2013
	<i>Myotis punicus</i>	n/a	Bendjeddou et al 2013
	<i>Ovis aries</i>	n/a	Bouhous et al 2011
		A	Leulmi et al 2016
		A	Boucheikhchoukh et al 2018
		n/a	Sadeddine et al 2020
		A	Present paper.
<i>Paraechinus aethiopicus</i>	n/a	Khalidi et al 2011	
<i>Sus scrofa</i>	A	Leulmi et al 2016	
Livestock	n/a	Sergent et Poncet 1937	
<i>Rhipicephalus turanicus</i>	<i>Atelerix algirus</i>	A	Bitam et al 2006
		n/a	Senaoui et al 2020
		A, N	Present paper
	<i>Bos taurus</i>	A	Yousfi-monod et Aeschlimann 1986
		A	Boukabol 2003
		A	Bitam et al 2006
		n/a	Benchikh Elfegoun et al 2007, 2013
		A, N	Bouchama et al 2020
		A	Present paper
	<i>Canis familiaris</i>	A	Kebil et al 2019
		A	Present paper
	<i>Capra aegagrus hircus</i>	A	Bitam et al 2006

	<i>Felis catus</i>	A	Present paper
	<i>Sus scrofa</i>	A	Zeroual et al 2014
	Flagging	A, N, L	Belabed et al 2015

A = Adults, N = nymphs, L = larvae; n/a = not specified/unknown

**Table 02 : Associations hôtes parasites (tiques) en Algérie.**

Host/ Locality	Tick species
<b>Mammalia</b>	
<i>Atelerix algirus</i>	<i>Haemaphysalis erinacei</i> (n/a), <i>Hyalomma marginatum</i> (A), <i>Ixodes hexagonus</i> (A), <i>Ixodes ricinus</i> (A, N, L), <i>Rhipicephalus bursa</i> (A), <i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (A), <i>Rhipicephalus turanicus</i> (A)
<i>Paraechinus aethiopicus</i>	<i>Haemaphysalis erinacei</i> (n/a), <i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (n/a)
<i>Bos taurus</i>	<i>Dermacentor marginatus</i> (A), <i>Haemaphysalis punctata</i> (A), <i>Haemaphysalis sulcata</i> (A), <i>Hyalomma anatolicum</i> (A), <i>Hyalomma detritum</i> (scupense) (A), <i>Hyalomma excavatum</i> (A, N), <i>Hyalomma impeltatum</i> , <i>Hyalomma lusitanicum</i> , <i>Hyalomma marginatum</i> , <i>Hyalomma rufipes</i> (A), <i>Ixodes inopinatus</i> sensu Estrada-Peña et al. 2014(A), <i>Ixodes ricinus</i> (A), <i>Rhipicephalus annulatus</i> (A, N, L), <i>Rhipicephalus bursa</i> (A, N), <i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (A), <i>Rhipicephalus turanicus</i> (A, N), <i>Hyalomma truncatum</i> (n/a)
<i>Camelus dromedarius</i>	<i>Hyalomma anatolicum</i> (A), <i>Hyalomma scupense</i> (n/a), <i>Hyalomma dromedarii</i> (A), <i>Hyalomma excavatum</i> (A), <i>Hyalomma impeltatum</i> (A), <i>Hyalomma rufipes</i> (n/a), <i>Hyalomma lusitanicum</i> (A), <i>Hyalomma truncatum</i> (n/a), <i>Rhipicephalus evertsi evertsi</i> (n/a), <i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (n/a), <i>Ornithodoros savignyi</i> (n/a)
<i>Canis aureus</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (A)
<i>Canis familiaris</i>	<i>Haemaphysalis punctata</i> (n/a), <i>Ixodes hexagonus</i> (A), <i>Ixodes ricinus</i> (A), <i>Rhipicephalus annulatus</i> (A), <i>Rhipicephalus bursa</i> (A), <i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (A), <i>Rhipicephalus turanicus</i> (A)
<i>Capra aegagrus hircus</i>	<i>Haemaphysalis sulcata</i> (A), <i>Hyalomma anatolicum</i> (A), <i>Hyalomma lusitanicum</i> (A), <i>Hyalomma marginatum</i> (A), <i>Hyalomma scupense</i> (n/a), <i>Ixodes ricinus</i> (n/a), <i>Rhipicephalus annulatus</i> (A), <i>Rhipicephalus bursa</i> (A), <i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (A), <i>Rhipicephalus turanicus</i> (A)
<i>Equus caballus</i>	<i>Hyalomma excavatum</i> (A), <i>Hyalomma impeltatum</i> (A), <i>Hyalomma lusitanicum</i> (A), <i>Hyalomma marginatum</i> (A), <i>Rhipicephalus annulatus</i> (A), <i>Rhipicephalus bursa</i> (A)
<i>Felis catus</i>	<i>Rhipicephalus bursa</i> (A, N), <i>Rhipicephalus sanguineus</i> sensu lato (A), <i>Rhipicephalus turanicus</i> (A)

<i>Mongoose (Hepestes ichneumon)</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i> (A), <i>Ixodes ricinus</i> (A)
<i>Ovis aries</i>	<i>Haemaphysalis punctata</i> (A), <i>Haemaphysalis sulcata</i> (A), <i>Hyalomma scupense</i> (A), <i>Hyalomma dromedarii</i> (n/a), <i>Hyalomma impeltatum</i> (n/a), <i>Hyalomma lusitanicum</i> (A), <i>Hyalomma marginatum</i> (A), <i>Ixodes ricinus</i> (A), <i>Rhipicephalus annulatus</i> (A), <i>Rhipicephalus bursa</i> (A), <i>Rhipicephalus evertsi evertsi</i> (n/a), <i>Rhipicephalus guilhoni</i> (n/a), <i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i> (A)
<i>Sus scrofa</i>	<i>Dermacentor marginatus</i> (A), <i>Haemaphysalis punctata</i> (A), <i>Hyalomma marginatum</i> (A), <i>Ixodes ricinus</i> (A), <i>Rhipicephalus bursa</i> (A) <i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i> (A), <i>Rhipicephalus turanicus</i> (n/a)
<i>Eptesicus Isabellinus</i>	<i>Argas transgariiepinus</i> (A, L), <i>Ixodes ricinus</i> (n/a)
<i>Hypsugo savii</i>	<i>Argas transgariiepinus</i> (L), <i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i> (n/a)
<i>Miniopterus schreibersii</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i> (L), <i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i> (n/a)
<i>Myotis cappaccinii</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i> (A, L), <i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i> (n/a)
<i>Myotis emarginatus</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i> (A, L)
<i>Myotis punicus</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i> (A, L), <i>Rhipicephalus sanguineus sensu lato</i> (n/a)
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	<i>Hyalomma dromedarii</i> (A), <i>Ixodes ricinus</i> (n/a)
<i>Plecotus gaisleri</i>	<i>Argas vespertilionis</i> (L)
<i>Rhinolophus blasii</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i> (L)
<i>Rhinolophus euryale</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i> (L)
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	<i>Ixodes vespertilionis</i> (A)
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	<i>Ixodes ricinus</i> (A, L)
<i>Tadarida teniotis</i>	<i>Ixodes ricinus</i> (A, L)
<i>Tadarida aegyptiaca</i>	<i>Argas vespertilionis</i> (L)
<i>Rattus rattus</i>	<i>Ixodes ricinus</i> (A)
<b>Reptilia</b>	
<i>Podarcis hispanica vaucheri</i>	<i>Ixodes inopinatus sensu Estrada-Peña et al. 2014</i> (L), <i>Ixodes ricinus</i> (N, L)
<i>Psammotromus algirus</i>	<i>Ixodes inopinatus sensu Estrada-Peña et al. 2014</i> (L), <i>Ixodes ricinus</i> (N, L)
<i>Timon pater</i>	<i>Ixodes inopinatus sensu Estrada-Peña et al. 2014</i> (N), <i>Ixodes ricinus</i> (N, L)
<i>Testudo graeca</i>	<i>Hyalomma aegyptium</i> (A)
<b>Aves</b>	
<i>Carduelis carduelis</i>	<i>Hyalomma marginatum</i> (A, N)
<i>Gallus gallus domesticus</i>	<i>Argas persicus</i> (A)
<i>Plegadis falcinellus</i>	<i>Ixodes ricinus</i> (n/a)
*	



Animal Shelters	<i>Argas persicus</i> (n/a)
Poultry House	<i>Argas persicus</i> (A)
Rodent Burrows	<i>Ornithodoros erraticus</i> (n/a), <i>Ornithodoros occidentalis</i> (n/a), <i>Ornithodoros rufipes</i> (n/a), <i>Ornithodoros sonrai</i> (n/a)

A= Adult, N= Nymph, L= Larvae, n/a= not known

## ملخص

القراد، الحيوانات العنكبوتية المتغذية على الدم، تلعب دورًا حاسمًا في الصحة البشرية والحيوانية من خلال تكوينها كناقلة للعديد من العوامل الممرضة، بما في ذلك البكتيريا والفيروسات والطفيليات. توزيعها الجغرافي الواسع يعرضها لتنوع من العوامل الممرضة، مما يجعل القراد شريكًا رئيسيًا في ظهور الأمراض التي تنتقل عن طريق النواقل. يجعل دورها الحاسم في الجوانب الطبية والبيطرية والاقتصادية القراد موضوع أبحاث حيوي. ومع ذلك، على الرغم من أهميتها، تظل المعرفة بشأن تنوع القراد وتوزيعها غير كاملة، خاصة في مناطق واسعة مثل الجزائر.

الجزائر، كأكبر بلد في أفريقيا وحوض البحر الأبيض المتوسط، تنوعًا رائعًا من المناخات والمواطن، ممثلة 56٪ من إجمالي مساحة الاتحاد الأوروبي. وعلى الرغم من ذلك، تكون البيانات حول تنوع القراد وتوزيعها في الجزائر محدودة للغاية. تعود الدراسات الأولى إلى النصف الأول من القرن العشرين، ولكن هناك فجوات هامة تظل قائمة، على الرغم من بعض الجهود الحديثة. يهدف بحثنا، الناتج عن استعراض أدبي منهجي، إلى تحديث المعرفة حول تنوع القراد وتوزيعها الجغرافي وربطها بالمضيفين في الجزائر. تهدف هذه المبادرة إلى زيادة الوعي بأهمية القراد في هذا النظام البيئي المعقد، مع التأكيد على نقص المعرفة لتوجيه أبحاث مستقبلية أكثر تخصيصًا.

العمل الحالي يهدف، في المقام الأول، إلى دراسة تنوع القراد في الجزائر، وتوزيعها الجغرافي، وربطها بالمضيفين الطفيليين. ثم، بناءً على البيانات البليوجرافية المتاحة، يتم إعداد قائمة بالعوامل الممرضة المرتبطة بالقراد، بما في ذلك روابطها مع الفيروسات والكائنات الدقيقة وتوزيعها الجغرافي.

يتركز الفصل الثالث على إبراز وجود ممرض ذو أهمية طبية محتملة من منظور الصحة العامة، وهو *Ixodes ricinus/inopinatus*، الذي تم اكتشافه على قراد في منطقة الطارف، شمال الجزائر.

وأخيرًا، يركز الفصل الأخير على إظهار التنوع البكتيري المرتبط بالقراد على بعض الحيوانات العائلية، باعتماد نهج الصحة المتكاملة، وهو "صحة واحدة".

**كلمات مفتاحية:** قراد، المسببات الأمراض، الوبائيات، شمال شرق الجزائر



## Résumé

Les tiques, arthropodes hématophages, revêtent une importance capitale pour la santé humaine et animale en agissant comme vecteurs de nombreux agents pathogènes, dont des bactéries, des virus et des parasites

Cette répartition géographique étendue expose les tiques à une diversité d'agents pathogènes, les positionnant comme acteurs majeurs dans l'émergence des maladies à transmission vectorielle. Leur rôle crucial sur le plan médical, vétérinaire et économique fait des tiques un sujet de recherche impératif. Cependant, malgré leur importance, les connaissances sur la diversité et la distribution des tiques restent lacunaires, notamment dans des régions vastes comme l'Algérie.

L'Algérie, en tant que plus grand pays d'Afrique et du bassin méditerranéen, offre une diversité de climats et d'habitats remarquable, représentant 56% de la superficie totale de l'UE. Malgré cela, les données sur la diversité et la distribution des tiques en Algérie sont étonnamment limitées. Les premières études remontent à la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle, mais des lacunes significatives subsistent, malgré quelques travaux récents. Notre étude, fruit d'une revue systématique de la littérature, vise à actualiser les connaissances sur la diversité, la distribution géographique et l'association d'hôtes des espèces de tiques en Algérie. Cette initiative vise à sensibiliser à l'importance des tiques dans cet écosystème complexe, tout en soulignant les déficits de connaissances pour orienter des recherches futures plus ciblées.

Le présent travail a pour but d'étudier, dans un premier temps, la diversité des tiques en Algérie, leur répartition géographique et leurs associations avec les hôtes parasites. Ensuite, en se basant sur les données bibliographiques disponibles, une liste des pathogènes associés aux tiques est établie, avec leurs associations vecteur-microorganismes et leur répartition géographique.

Le troisième chapitre se concentre sur la mise en évidence d'un pathogène d'intérêt médical potentiel du point de vue de la santé publique, à savoir *Borrelia lusitaniae*, détecté sur des tiques de l'espèce *Ixodes ricinus/inopinatus* dans la région d'El Tarf, dans le nord de l'Algérie.

Enfin, le dernier chapitre se focalise sur la mise en évidence de la diversité bactérienne associée aux tiques présentes sur quelques animaux domestiques, adoptant une approche intégrée de la santé, à savoir "une seule santé".

**Mots clés :** Tiques, épidémiologie, pathogènes, Nord-Est Algérien.

## Abstract

Ticks, hematophagous arthropods, play a crucial role in human and animal health by acting as vectors for numerous pathogens, including bacteria, viruses, and parasites. Their widespread geographical distribution exposes them to a diversity of pathogens, positioning ticks as major players in the emergence of vector-borne diseases. Their crucial role in medical, veterinary, and economic aspects makes ticks an imperative research subject. However, despite their importance, knowledge about the diversity and distribution of ticks remains incomplete, especially in vast regions like Algeria.

Algeria, being the largest country in Africa and the Mediterranean basin, offers a remarkable diversity of climates and habitats, representing 56% of the total EU land area. Despite this, data on the diversity and distribution of ticks in Algeria are surprisingly limited. Initial studies date back to the first half of the 20th century, but significant gaps persist, despite some recent efforts. Our study, resulting from a systematic literature review, aims to update knowledge on the diversity, geographical distribution, and host associations of tick species in Algeria. This initiative seeks to raise awareness of the importance of ticks in this complex ecosystem while highlighting knowledge deficits to guide more targeted future research.

The present work aims to study, first, the diversity of ticks in Algeria, their geographical distribution, and their associations with parasitic hosts. Then, based on available bibliographic data, a list of pathogens associated with ticks is established, including their vector-microorganism associations and geographical distribution.

The third chapter focuses on highlighting a potential medically relevant pathogen from a public health perspective, namely *Borrelia lusitaniae*, detected on ticks of the *Ixodes ricinus/inopinatus* species in the El Tarf region, northern Algeria.

Finally, the last chapter emphasizes the bacterial diversity associated with ticks on some domestic animals, adopting an integrated health approach, namely "One Health."

**Keywords:** Ticks, epidemiology, pathogens, Northeast Algeria.