

**UNIVERSITE BLIDA-1**  
**Institut des Sciences Vétérinaires**

## **THESE DE DOCTORAT**

en sciences vétérinaires

Spécialité : Microbiologie médicale des maladies zoonotiques

# **PRINCIPALES MALADIES VECTORIELLES ABORTIVES CHEZ LES ANIMAUX DOMESTIQUES EN ALGERIE**

Par :

**El aid KAABOUB**

Devant le jury composé de :

Devant le jury composé de :

D. KEBOUR	Professeur	Université Blida 1	Présidente
N. HAMMAMI	M.C.A	Université Blida 1	Examinatrice
R. BAAZIZI	M.C.A	ENSV, Alger	Examinatrice
A. LAATAMNA	M.C.A	Université Djelfa	Examineur
F. ZEROUAL	M.C.A	Université El Tarf	Examineur
N.OUCHENE	M.C.A	Université Blida 1	Promoteur

Blida, Juillet 2020

## RESUME

L'avortement d'origine infectieuse ou parasitaire est caractérisé par des pertes économiques considérables qui sont représentées par le manque à gagner en production (perte de veau, de viande et de lait) d'une part et d'autre part par le risque qu'il peut avoir sur la santé publique par son impact zoonotique, comme la brucellose, la fièvre Q, l'Ehrlichiose. Dans cette thèse, deux études ont été effectuées, la première consiste à l'identification des tiques et leur relation avec les avortements chez les animaux domestiques, la seconde est l'étude des principales maladies vectorielles abortives en Algérie. La première étude a été réalisée dans la région d'Ouargla, afin d'identifier les tiques collectées sur 350 chameaux dont 179 femelles. Les résultats ont montré que 215 (61%) chameaux étaient infestés par des tiques, dont 137 (80%) et 78 (43%) étaient des mâles et des femelles, respectivement. Au total, 298 tiques ont été collectées et l'identification de leur espèce a révélé *Hyalomma dromedarii* (90%), *Hyalomma impeltatum* (5%) et, pour la première fois en Algérie, *Amblyomma variegatum* (2 %) et *Rhipicephalus turanicus* (1 %). *H. dromedarii* était le plus fréquent ( $p < 0,001$ ). La deuxième étude vise à étudier la prévalence de la théilériose, de la babésiose et de l'anaplasmose bovines, à évaluer les facteurs de risque et à estimer les pertes économiques. Cette enquête a été réalisée dans 55 élevages de bovins laitiers de la région de Médéa. Elle a porté sur 103 bovins. La théilériose, la babésiose et l'anaplasmose ont été diagnostiquées respectivement chez 72 (69,90%), 21 (20,38%) et 10 (9,70%). Les bovins se sont révélés plus infectés par la théilériose ( $p < 0,0001$ ). Les bovins adultes et les femelles se sont avérés être les plus infectés par ces trois maladies ( $p < 0,0001$ ). Toutes les exploitations avaient des antécédents d'avortement et sur les 55 exploitations bovines, la théilériose, la babésiose et l'anaplasmose ont été diagnostiquées dans 55 (100%), 20 (36,36%) et 5 (9,09%) exploitations, respectivement. Les pertes économiques dues aux traitements ont été évaluées à 7000 euros. La diminution de la production laitière a été estimée à 67 %, 33 % et 10 % pour les vaches atteintes respectivement de théilériose, de babésiose et d'anaplasmose. Un nombre total de 172 tiques a été collecté et quatre espèces de tiques ont été identifiées : *Hyalomma scupense* (48,25 %), *Rhipicephalus bursa* (26,74 %), *Rhipicephalus annulatus* (16,86 %) et *Haemaphysalis punctata* (8,14 %). Cette étude a montré que la théilériose, la babésiose et l'anaplasmose chez les bovins étaient répandues dans la région de Médéa avec une prédominance de la théilériose.

**Mots clés :** avortements, vecteurs, tiques, ruminants, Algérie

## ABSTRACT

Abortion of infectious or parasitic origin is a pathological dominant characterized by considerable economic losses which are represented by the loss in production (loss of calf, meat and milk) on the one hand, and on the other hand, because of the risk it may have on public health through its zoonotic impact, such as brucellosis, Q fever, Ehrlichiose. In this thesis, we proceeded to make two studies, the first consists in the identification of ticks and their relationship with abortions in domestic animals, the second is the study of the main abortive vector diseases in Algeria. The first study was carried out in the Ouargla region, in order to identify the ticks collected on 350 camels including 179 females. The results showed that 215 (61%) camels were infested with ticks, of which 137 (80%) and 78 (43%) were males and females, respectively. A total number of 298 ticks were collected and identification of their species revealed *Hyalomma dromedarii* (90%), *Hyalomma impeltatum* (5%) and, for the first time in Algeria, *Amblyomma variegatum* (2%) and *Rhipicephalus turanicus* (1%). *H. dromedarii* was the most common ( $p0<001$ ). The second study aims to study the prevalence of bovine theileriosis, babesiosis and anaplasmosis, assess risk factors and estimate economic losses. This survey was carried out in 55 dairy cattle farms in the Médéa region. It involved 103 cattle. Theileriosis, babesiosis and anaplasmosis were diagnosed in 72 (69.90%), 21 (20.38%) and 10 (9.70%) respectively. Cattle were found to be more infected with theileriosis ( $p0<0001$ ). Adult cattle and females were the most infected with these three diseases ( $p0<0001$ ). All farms had a history of abortion and of the 55 cattle farms, theileriosis, babesiosis and anaplasmosis were diagnosed in 55 (100%), 20 (36.36%) and 5 (9.09%) farms, respectively. Economic losses due to treatments were estimated at EUR 7000. The decrease in milk production was estimated at 67%, 33% and 10% for cows with theileriosis, babesiosis and anaplasmosis, respectively. A total number of 172 ticks were collected and four species of ticks were identified: *Hyalomma scupense* (48.25%), *Rhipicephalus bursa* (26.74%), *Rhipicephalus annulatus* (16.86%) and *Haemaphysalis punctata* (8.14%). This study showed that theileriose, babesiosis and anaplasmosis in cattle were widespread in the Médéa region with a predominance of theileriosis.

**Keywords:** Abortion, vectors, ticks, ruminants, Algeria

## ملخص

الإجهاض الذي تسببه الأمراض المعدية أو الطفيلية هو مرض سائد يتميز بخسائر اقتصادية كبيرة تتمثل في نقص في الإنتاج (فقدان العجول واللحوم والحليب) من ناحية ، ومن ناحية أخرى قد تكون له مخاطر على الصحة العامة من خلال انتقال الأمراض حيوانية المنشأ إلى الإنسان، مثل داء البروسيليا ، الحمى Q ، داء إيرلشيوز. في هذه الأطروحة، قمنا بإجراء دراستين، الدراسة الأولى تتكون من تحديد نوع القراد وعلاقته بالإجهاض عند الحيوانات الأليفة، والثانية هي دراسة أهم الأمراض المجهضة المنقولة في الجزائر. أجريت الدراسة الأولى في منطقة ورقلة ، بهدف التعرف على القراد الذي تم جمعه من 350 جملاً ، منها 179 أنثى. أظهرت النتائج أن 215 إبل (61%) مصابة بالقراد منها 137 (80%) و 78 (43%) ذكور وإناث على التوالي. إجمالاً، تم جمع 298 قرادة. كشف تحديد أنواعها عن 90 *Hyalomma dromedarii* % (5) و *Hyalomma impeltatum* % (ولأول مرة في الجزائر) 2 *Amblyomma variegatum* % ( ) و *Rhipicephalus turanicus* % . كان *H. dromedarii* هو الأكثر شيوعاً ( $P < 0.001$ ). الدراسة الثانية تهدف إلى دراسة مدى انتشار داء التيليريوز البقري وداء البايبيوز والأنابلازموز وتقييم عوامل الخطر وتقدير الخسائر الاقتصادية. تم إجراء هذا المسح في 55 مزرعة أبقار حلوب في منطقة المدية. ضمت 103 من الماشية. تم تشخيص داء التيليريوز ، البايبيوز ، الأنابلازموز في 72 (69.90%) ، 21 (20.38%) و 10 (9.70%) على التوالي. تم الكشف على أن البقر أكثر إصابة بالتيليريوز ( $p < 0.0001$ ) و تم الكشف أيضاً على أن الماشية البالغة والإناث هي الأكثر إصابة بهذه الأمراض الثلاثة ( $P < 0.0001$ ). لاحظنا انتشار الإجهاض في جميع المزارع 55 مزرعة ، تم تشخيص داء البايبيوز والتيليريوز والأنابلازموز في 55 (100%) و 20 (36.36%) و 5 (9.09%) مزرعة ، على التوالي. تم تقييم الخسائر الاقتصادية بسبب العلاج بمبلغ 7000 يورو. قدر الانخفاض في إنتاج الحليب بنسبة 67% و 33% و 10% للأبقار المصابة على التوالي بالتيليريوز والبايبيوز والأنابلازموز. تم جمع 172 قرادة وتم تحديد أربعة أنواع وهي : *Rhipicephalus bursa* (26.74) % ، *Hyalomma scupense* (48.25) % ، *Rhipicephalus* (16.86) % *annulatus* (و 814) *Haemaphysalis punctata* % . أظهرت هذه الدراسة أن داء التيليريوز والبايبيوز والأنابلازموز عند الأبقار هي منتشرة على نطاق واسع في منطقة المدية ، مع انتشار أكبر لداء التيليريوز.

**الكلمات المفتاحية :** الإجهاض ، النواقل ، القراد ، المجترات ، الجزائر.

## REMERCIEMENTS

### **A Monsieur N. OUCHENE**

*Maître de Conférences à l'Université de BLIDA, qui m'a permis de réaliser ce travail, pour son encouragement, sa disponibilité ainsi que pour les efforts qu'elle a consenti pour la correction de mon mémoire. Veuillez trouver ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon estime.*

### **Au Madame Djamila KEBOUR**

*Professeur à l'université Saad Dahleb de Blida, qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury, qu'il trouve ici l'expression de ma parfaite reconnaissance et mes vifs remerciements.*

**Aux Dr Nabila Hammami, Dr Fayçal Zeroual et Dr Ratiba Baazizi et Dr A. Laatamna** qui m'ont fait l'honneur de faire partie de mon jury, et de juger mon travail. Sincères remerciements.

### **A Madame N.A KHELIFI**

*Maitre de conférences l'université de Saad Dahlab Blida, Merci beaucoup Madame pour vos encouragements et vos conseils.*

### **A Monsieur A. Dahmani**

*Maitre de conférences à l'université de Saad Dahlab Blida, de m'avoir accueilli pendant toute la durée de la partie pratique au niveau de Ksar El Boukhari. Merci énormément.*

### **A Monsieur H. Dahmani**

*Maitre de conférences l'université de Saad Dahlab Blida, pour son aide précieux durant toutes les mauvais moments.*

## DEDICACES

***Je dédie ce modeste travail :***

*A ma mère ma source de tendresse pour son soutien, sa présence à mes côtés et son inquiétude pour ma réussite .Que dieu te garde pour nous.*

*A la mémoire de mon père **Mohamed**. Que dieu lui accorde sa sainte miséricorde et l'accueille en son vaste paradis.*

***A mes chers frères, mes chères sœurs et leurs familles.***

*Pour tous les bons moments passés ensemble et pour tous ceux à venir. Pour leur soutien, leur aide et leur sourire.*

***A toute ma grande famille.***

***A tous mes amis***

***A tous les enseignants qui m'ont enseigné depuis mon enfance.***

***A tous ceux que j'aime et qui m'aime.***

## TABLE DES MATIERES

RESUME	
REMERCIEMENTS	
TABLE DES MATIERES	
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION.....	14
LA PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	16
<b>CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES MALADIES VECTORIELLES</b> .....	<b>16</b>
1. Histoire des maladies vectorielles .....	16
2. Les systèmes vectoriels .....	17
2.1. Définition .....	17
2.2. Transmission et fonctionnement d'un système vectoriel .....	17
1.3. Interaction agent pathogène/vecteur .....	18
1.4. Les principaux vecteurs .....	19
1.4.1. La tique .....	19
1.4.2. La puce .....	20
1.4.1.1. Description, anatomie.....	21
1.4.3. Les moustiques .....	21
1.4.3.1. Description, anatomie .....	21
1.4.3.2. Cycle de vie des moustiques .....	22
1.4.4. Les phlébotomes .....	23
1.4.4.1. Description, anatomie.....	23
<b>CHAPITRE 2 : ETUDE DE VECTEURS (TIQUES)</b> .....	<b>24</b>
1. Biologie des tiques.....	24
1.1. Biologie des tiques.....	24
1.1.1. Taxonomie .....	24
1.1.2. Description, anatomie.....	26

2. Caractères généraux et critères de différenciation entre les familles et genres .....	28
2.1. Tiques de la famille des Ixodidae (« tiques dures ») .....	29
2.2. Tiques de la famille des Argasidae (« tiques molles ») .....	30
3. Développement et physiologie des tiques.....	32
3.1. Cycle de développement.....	32
3.2. La régulation hydrique.....	35
3.3. La reproduction .....	35
3.4. Dynamique des populations .....	36
4. Notion de vecteur et de maladie vectorisée .....	36
4.1. Notion de vecteur .....	36
4.2. Cycle des maladies vectorisées.....	37
4.2. Emergence de maladies à tiques.....	37

**CHAPITRE 3 : LES AVORTEMENTS ET PRINCIPALES MALADIES VECTORIELLES ABORTIVES CAUSEES PAR LES TIQUES.....** 39

1. Les avortements .....	39
1. Définition .....	39
2. Avortements isolés ou répétés chez les bovins.....	39
2. Importance .....	40
2.1. Importance sanitaire .....	40
2.2. Importance économique .....	40
3. Etiologie des avortements .....	40
3.1. Etiologies non-infectieuses .....	40
3.1.1. Physique .....	40
3.1.2. Nutritionnel .....	40
3.1.3. Toxique .....	41
3.1. 4. Génétique .....	41
1.3. 2. Etiologie infectieuse .....	41
2. Principales maladies infectieuses abortives liées aux tiques .....	42

2.1. Maladies parasitaires .....	42
2.1.1. Les protozoaires (babésiose et theilériose) .....	42
2.1.1.1. Aspect morphologique des piroplasmes .....	43
2.1.1.2. Cycle évolutif du genre <i>Babesia</i> .....	44
2.1.1.3. Cycle évolutif de genre <i>Theileria</i> .....	46
2.1.1.3. Symptômes .....	48
2.1.1.4. Traitement .....	49
2.2. Maladies bactériennes .....	50
2.2.1. Fievre Q et Chlamydiose .....	50
2.2.1.1. Etude Clinique .....	51
2.2.1.2. Diagnostic et dépistage.....	51
2.2.1.2.1. Diagnostic direct .....	51
2.2.1.2.2. Diagnostic indirect.....	52
2.2.1.3. Conduite à tenir en cas d'avortements à <i>chlamydophila abortus</i> ou à <i>coxiella burnetii</i> .....	52
2.2.1. Ehrlichiose .....	54
2.2.1.1. Agent étiologique .....	54
2.2.1.2. Epidémiologie.....	54
2.2.1.2. Physiopathologie.....	54
2.2.1.3. Symptômes .....	55
2.2.1.4. Diagnostic .....	55
2.2.1.5. Méthodes de lutte.....	55

# PARTIE EXPERIMENTALE

## **PREMIERE ETUDE : I Recherche et Identification des tiques chez les animaux domestiques**

I.1. Introduction .....	59
I.2. Objectif .....	60
I.3. Matériel et méthodes.....	60
I.4. Résultats et Discussion .....	63

## **DEUXIEME ETUDE : II Etude des principales maladies vectorielles abortives chez les bovins en Algérie .....**

II.1. Introduction .....	75
II.2. Matériel et méthodes.....	76
II.3. Résultats et Discussion .....	77

CONCLUSION GENERALE .....	85
RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES .....	86

APPENDICES .....	88
------------------	----

LA LISTE DES REFERENCES .....	89
-------------------------------	----

## LISTE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX

### LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1.1</b> : <i>Ctenocephalides felis</i> adulte .....	21
<b>Figure 1.2</b> : <i>Culex pipiens</i> adulte .....	22
<b>Figure 1.3</b> : Phlébotome adulte .....	23
<b>Figure 2.1</b> : Classification des tiques .....	25
<b>Figure 2.2</b> : Différents stades évolutifs des tiques dures .....	26
<b>Figure 2.3</b> : <i>Ixodes ricinus</i> mâle adulte vue au microscope .....	27
<b>Figure 2.4</b> : Dimorphisme sexuel chez <i>Ixodes ricinus</i> , vue dorsale. Mâle à gauche, femelle après un repas sanguin à droite .....	27
<b>Figure 2.5</b> : Pièces buccales d'une tique de la famille des <i>Ixodidae</i> .....	28
<b>Figure 2.6</b> - Morphologie générale d'une tique <i>Ixodidae</i> .....	29
<b>Figure 2.7</b> : Morphologie générale d'une tique de la famille des Argasidae ( <i>Argas walkera</i> ) .....	31
<b>Figure 2.8</b> : Exemple de cycle triphasique d'une tique de la famille des <i>Ixodidae</i>	34
<b>Figure 3.1</b> : <i>Theileria equi</i> en position intra-érythrocytaire sous forme dite en « croix de Malte » .....	44
<b>Figure 3.2</b> : Cycle de vie des piroplasmés du genre <i>Babesia</i> .....	46
<b>Figure 3.3</b> : Cycle de vie de protozoaire du genre <i>Theileria</i> .....	47
<b>Figure 4.1</b> : Présentation de la région d'étude.....	61
<b>Figure 4.2</b> : Répartition selon la saison .....	64
<b>Figure 4.3</b> : Répartition selon le sexe .....	64
<b>Figure 4.4</b> : Répartition selon l'âge.....	64
<b>Figure 4.5</b> : Répartition selon l'avortement .....	64
<b>Figure 4.6</b> : Répartition des tiques selon le nombre .....	65
<b>Figure 4.7</b> : Répartition selon la proportion .....	65
<b>Figure 4.8</b> : Présence de tiques au pourtour .....	65
<b>Figure 4.9</b> : Tique d' <i>Hyalomma dromedarii</i> de l'anus du dromadaire.....	65
<b>Figure 4.10</b> : Taux d'infestation par les tiques selon les espèces .....	66
<b>Figure 4.11</b> : Taux d'infestation mensuel chez les différentes espèces .....	68
<b>Figure 4.12</b> : Répartition des tiques bovine selon les communes .....	69
<b>Figure 4.13</b> : Répartition des tiques ovine selon les communes .....	69
<b>Figure 4.14</b> : Répartition des tiques canine selon les communes .....	70

<b>Figure 4.15</b> : Répartition des tiques échantillonnées selon les espèces .....	80
<b>Figure 4.16</b> : Symptômes de la théilériose bovine : A : hypertrophie du ganglion précapulaire, B : hypertrophie du ganglion précrural, C : sous-ictère observé dans la muqueuse oculaire, D : pétéchies de la muqueuse oculaire, E : pétéchies dans la région de l’anus .....	80
<b>Figure 4.17</b> : Symptômes de la babésiose bovine : A et B : urines brun foncé à café (hémoglobinurie), C et D : Ictère observé dans les muqueuses vaginales et oculaires.....	81
<b>Figure 4.18</b> : Symptômes de l'anaplasmose bovine : Anémie faible (muqueuse oculaire légèrement décolorée) avec présence de tiques sur la muqueuse vaginale (flèche) .....	81

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1.1</b> : Agents pathogènes transmis par les moustiques .....	22
<b>Tableau 1.2</b> : Agents pathogènes transmis par les phlébotomes .....	24
<b>Tableau 2.1</b> : Caractéristiques morphologiques des tiques d'intérêt médical et vétérinaire de la famille des <i>Ixodidae</i> .....	30
<b>Tableau 2.2</b> : Caractéristiques morphologiques des tiques d'intérêt médical et vétérinaire de la famille des <i>Argasidae</i> .. .....	32
<b>Tableau 3.1</b> : Répartition des piroplasmes et tiques vectrices .....	43
<b>Tableau 3.2</b> : Répartition des piroplasmes et tiques vectrices .....	46
<b>Tableau 3.3</b> : Symptômes de la piroplasmose.....	52
<b>Tableau 3.2</b> : Symptômes de la piroplasmose.....	49
<b>Tableau 4.1</b> : Nombre de dromadaires examinés (n=350) et prévalence d'infestation par les tiques à Ouargla .....	64
<b>Tableau 4.2</b> : Pourcentage des tiques prélevées sur les dromadaires dans la région d'Ouargla.....	65
<b>Tableau 4.3</b> : Taux d'infestation par les tiques selon les espèces.....	66
<b>Tableau 4.4</b> : Taux d'infestation mensuel durant la période d'étude (Juin-décembre 2017) .....	67
<b>Tableau 4.5</b> : Répartition des tiques bovine selon les communes .....	68
<b>Tableau 4.6</b> : Répartition des tiques ovine selon les communes .....	69
<b>Tableau 4.7</b> : Répartition des tiques canine selon les communes .....	70
<b>Tableau 4.8</b> : Prévalence de la théilériose, de la babésiose et de l'anaplasmosse chez les bovins selon l'âge et le sexe .....	77
<b>Tableau 4.9</b> : Principaux symptômes de la theilériose, de la babésiose et de l'anaplasmosse observés chez les bovins .....	78
<b>Tableau 4.10</b> : Les différentes espèces de tiques échantillonnées .....	78

## INTRODUCTION

L'expulsion du fœtus, soit né mort, où succombant dans les 48 heures après la naissance est un avortement. Les avortements sporadiques se produisent dans n'importe quel troupeau, mais dès que l'incidence dépasse 3 %, ou que plusieurs avortements se produisent en succession rapprochée, il faut procéder à des enquêtes supplémentaires pour essayer de déterminer la cause afin de pouvoir prendre des mesures de lutte efficaces [1].

L'avortement est l'un des problèmes majeurs limitant la productivité et la rentabilité dans un élevage donné. Une part non négligeable des avortements est due à des agents infectieux zoonotiques, et certaines de ces zoonoses sont loin d'être bénignes d'un point de vue médical [2]. Les avortements occasionnent des pertes économiques sévères, ayant à la fois des effets directs sur les animaux (pertes de nouveaux nés, stérilité, augmentation des intervalles entre vêlages, diminution de la production laitière) et des effets indirects sur les productions animales tels que le coût des interventions vétérinaires et de la reconstitution des cheptels [3].

Les infections au début de la gestation peuvent entraîner une mort embryonnaire précoce en affectant directement l'embryon. Les infections à un stade ultérieur peuvent conduire à l'avortement, à la mortinatalité ou à la naissance de nouveaux nés faibles [1].

Les causes de l'avortement pourraient être divisées en deux origines [1] ; une origine non infectieuse (Médicamenteuse, Physique, Toxique, Alimentaire et Génétique) et une origine infectieuse ou parasitaires. Dans la plupart des cas où le diagnostic est effectué, la cause est infectieuse. Les causes non infectieuses sont probablement responsables de nombreux avortements non diagnostiqués [1].

Les agents abortifs, bactériens, viraux ou parasitaires, peuvent être vectorisés ou non [1]. Les tiques sont les vecteurs les plus importants et les plus fréquents parmi les autres vecteurs. Ils sont des vecteurs importants de nombreux agents pathogènes et sont considérées comme les deuxièmes plus grands vecteurs de maladies humaines et animales après les moustiques [1,2]. De

nombreuses maladies abortives transmises par les tiques, telles que les anaplasmoses, les ehrlichioses, la fièvre Q, la thélériose et la babésiose, ont été décrites dans le monde entier [3, 4, 5]. L'étude de ces tiques et de ces maladies vectorielles est l'une des principales clés de la lutte contre la morbidité qui y est associée [6].

A cet effet, nous nous sommes intéressés, dans cette thèse, à l'étude des tiques et les principales maladies vectorielles abortives chez les animaux domestiques en Algérie.

Nous présentons au début la partie théorique portant sur des rappels sur les principaux vecteurs et les maladies abortives vectorisées ensuite nous présentons la partie expérimentale.

## CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES MALADIES VECTORIELLES

### 1. Histoire des maladies vectorielles

La conviction que les maladies infectieuses étaient dues à des « microbes » s'impose à partir de 1870. La recherche de l'agent infectieux dans l'environnement du malade prend alors le dessus sur la cartographie de la distribution des maladies, comme celle qui fut réalisée en 1854 par John Snow à Londres pour le choléra ou encore celles qui furent menées de manière systématique par les commissions départementales d'hygiène en France.

En date du 1877 un médecin écossais travaillant en Chine a observé la possibilité de transmission du moustique *Culex quinquefasciatus* d'une filaire de Bancroft. Il a établi un lien de causalité directe entre ce parasite et l'éléphantiasis qu'il observe. Après plusieurs expériences où des moustiques sont sciemment gorgés avec du sang de son jardinier de l'époque atteint de filariose et également porteur de microfilaires. Après dissection des moustiques, il a été mit en évidence des étapes de développement du parasite dans l'estomac puis dans la cavité abdominale et pour terminer dans les muscles thoraciques de l'animal. À l'inverse, les microfilaires qui n'ont pas été ingérées par le moustique meurent rapidement. Ainsi, un parasite chez l'Homme contamine également un autre organisme : le moustique. Néanmoins à cette époque le mécanisme par lequel l'Homme s'infecterait n'est pas découvert [7].

Après de nombreuses expériences, en 1895, il a été démontré l'ensemble du cycle biologique du *Plasmodium falciparum* et en même temps le mécanisme de transmission vectorielle.

En 1898, le lien entre la puce et la transmission de la peste a été démontré par Paul-Louis Simond. En 1906, Howard Taylor Ricketts met en évidence le rôle de la tique dans la fièvre pourprée.

En 1908, Carlos Chagas démontre le lien entre la punaise et la maladie de Chagas. Et Charles Nicolle met en avant la transmission du typhus par le pou de l'Homme.

## 2. Les systèmes vectoriels

### 2.1. Définition

Tout support véhiculant un agent pathogène d'un hôte à une future cible désigne le terme vecteur. Les vecteurs sont des organismes vivants capables de transmettre des agents pathogènes d'un hôte à un autre. Il s'agit souvent d'insectes hématophages, qui, lors d'un repas de sang, ingèrent des micro-organismes pathogènes présents dans un hôte infecté (homme ou animal), pour les réinjecter dans un nouvel hôte à l'occasion de leur repas de sang suivant.

Un vecteur est défini donc comme étant : « un arthropode hématophage qui assure la transmission biologique active d'un agent pathogène tel que virus, bactérie ou parasite d'un vertébré à un autre vertébré. »

Il existe deux catégories fondamentales de vecteurs, à savoir les vecteurs mécaniques et les vecteurs biologiques. Les vecteurs mécaniques, toutes classes d'arthropode hématophage confondues, s'infectent en prélevant le micro-organisme pathogène au cours d'un repas de sang ; le pathogène est ensuite transmis à un deuxième hôte sans passer par un cycle de multiplication dans le corps du vecteur. Dans ce cas de figure, l'infection contractée par le vecteur est généralement de courte durée. Dans le cas des vecteurs biologiques, le micro-organisme pathogène passe par un cycle de multiplication dans le corps du vecteur, lequel demeure infectieux et peut transmettre l'infection à sa progéniture. D'un point de vue épidémiologique, cette deuxième catégorie de vecteurs est bien plus importante que la première en termes de capacités à faire émerger et à maintenir des foyers de maladie [59].

Les arthropodes sont un embranchement regroupant le plus grand nombre d'espèces connues de tout le règne animal environ 1,5 million d'espèces [7].

### 2.2. Transmission et fonctionnement d'un système vectoriel

La compétence vectorielle d'un vecteur désigne l'aptitude à transmettre une maladie spécifique. La capacité vectorielle est un concept plus large qui recouvre d'autres facteurs influençant l'aptitude du vecteur à transmettre des maladies (les densités des populations du vecteur et de ses hôtes, la température et l'humidité). [60].

La transmission de l'agent pathogène peut se faire selon deux modes : soit par une simple transmission mécanique, soit par une transmission biologique nécessitant plusieurs étapes.

Lors de la transmission mécanique le vecteur injecte directement dans la plaie de piqûre l'agent pathogène récupéré peu de temps avant, par exemple c'est notamment le cas dans la maladie des griffes du chat.

Lors de la transmission biologique trois étapes sont alors nécessaires : Une primo-infection du vertébré vecteur, puis une phase de maturation de l'agent pathogène au sein de ce même vecteur et enfin l'infection du vertébré hôte [8].

- **Etape 1** : Le vecteur va acquérir l'agent pathogène lors d'un repas de sang d'un animal vertébré déjà infecté par cet agent pathogène (1). Cette acquisition ne peut être faite que si l'agent pathogène en question se trouve dans le sang circulant chez le vertébré, ce qui n'est pas toujours le cas.
- **Etape 2** : Une fois l'agent pathogène acquis par l'arthropode vecteur celui-ci va évoluer dans l'organisme de ce dernier. Les étapes de transformation sont différentes et spécifiques en fonction des espèces. (2)
- **Etape 3** : Arrivé à maturité l'agent pathogène est alors prêt à infecter un nouvel animal vertébré lors d'un nouveau repas de sang. Le plus souvent la transmission se fait par la salive du vecteur contenant l'agent pathogène en grande quantité. (3)
- L'animal nouvellement infecté devient à son tour une source d'infection pour de nouveaux vecteurs. (4) et un nouveau cycle de trois étapes peut redémarrer [9].

### 1.3. Interaction agent pathogène/vecteur

La capacité de transmission vectorielle dépende du bon déroulement du cycle de transmission chez le vecteur. L'aptitude du vecteur à assurer le développement de l'agent pathogène est défini comme la compétence vectorielle [60]. Le vecteur et l'agent pathogène doivent être compatibles, afin d'assurer une maturation complète de l'agent pathogène. Une interaction s'opère entre les deux, chacun agissant sur l'autre.

Lors de l'acquisition de l'agent pathogène par le vecteur plusieurs cas de figure peuvent apparaître :

- Incompatibilité entre le vecteur et l'agent pathogène

Dans ce cas l'agent pathogène n'a aucun moyen de se développer et le vecteur va éliminer en intégralité la population de l'agent pathogène.

- Compatibilité partielle entre le vecteur et l'agent pathogène

Dans ce cas l'agent pathogène va rester dans son hôte vecteur, néanmoins la compatibilité n'étant pas totale l'agent pathogène ne pourra se développer entièrement et donc ne sera pas transmis à un autre. C'est une impasse vectorielle.

- Compatibilité parfaite entre le vecteur et l'agent pathogène.

Dans ce cas l'agent pathogène va pouvoir se développer jusqu'au bout et être ainsi transmis à un nouvel animal. Cependant le vecteur ne va conserver qu'une partie de la population de l'agent pathogène. Par exemple dans le cas des virus où l'agent pathogène peut sélectionner une souche virale. Les agents pathogènes peuvent influencer certaines caractéristiques du vecteur, sa longévité ou encore sa portée de vol pour le cas des filaires chez les moustiques ou l'agressivité du moustique envers ses proies.

Ainsi, contrairement à la capacité vectorielle que nous allons voir, la compétence vectorielle ne dépend pas de l'environnement, mais de facteurs intrinsèques physiologiques ou génétiques [9].

#### 1.4. Les principaux vecteurs

Les arthropodes vecteurs se répartissent en deux groupes principaux: les tiques et les insectes [60].

##### 1.4.1. La tique

Les tiques sont des parasites obligatoires qui participent depuis toujours à la transmission de maladies chez les animaux vertébrés et l'homme [60]. Les tiques sont caractérisées par : un corps segmenté avec une symétrie bilatérale, un exosquelette et des appendices articulés avec des chélicères et des pédipalpes. Ils appartiennent à l'ordre des arachnides et sont classés parmi les acariens hématophages. On dénombre plus de 800 espèces de tiques séparées en deux familles : les tiques dites « dures » ou Ixodidés et les tiques dites « molles » ou Argasidés [8].

Les animaux domestiques sont souvent considérés comme étant les hôtes préférentiels de la plupart des tiques; or, les tiques sont dans leur grande majorité des parasites de la faune sauvage et la présence d'animaux sauvages leur est nécessaire pour que s'accomplisse intégralement leur cycle évolutif [60].

#### 1.4.2. La puce

Les puces appartiennent à l'ordre des siphonaptères (Siphonaptera, du latin siphon « tube »). Ce sont des insectes caractérisés par leurs pièces buccales conformées en un appareil piqueur-suceur. Elles sont des ectoparasites des mammifères (dont l'homme) et quelques oiseaux.

Trois espèces majeures responsables d'infection sont connues : *Ctenocephalides felis* (largement majoritaire), *Ctenocephalides canis* et *Pulex irritans* (aussi appelé puce de l'homme).

##### 1.4.1.1. Description, anatomie

Les puces sont des hématophages mesurant 2 à 6 mm, caractérisées par trois stades évolutifs: larves, nymphes et adultes. Ce sont des insectes dits holométaboles c'est-à-dire qu'entre les stades immatures (larve et nymphe) et le stade adulte une métamorphose complète se fait.

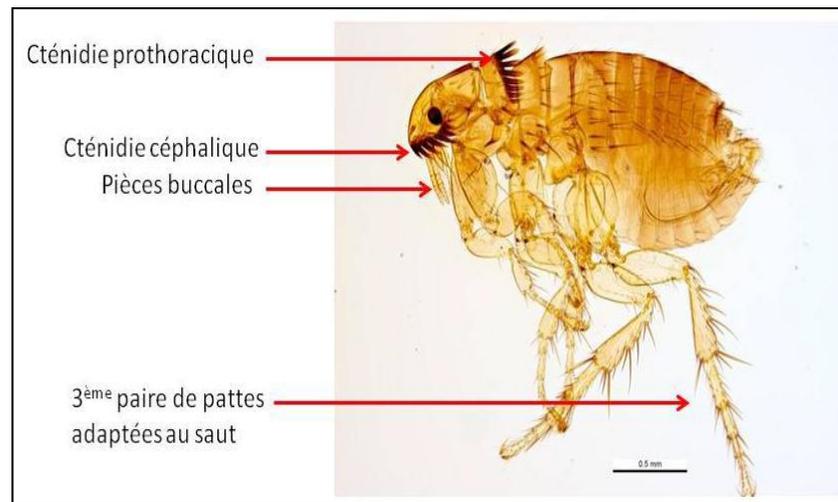
Les larves mesurent entre 1 et 2,5 mm, d'aspect vermiforme blanchâtre elles sont dépourvues de pattes et d'yeux, néanmoins les pièces buccales broyeuses sont présentes. Elles sont détritiphages.

Les nymphes sont enfermées dans un cocon de soie d'environ 5 mm couvert de débris divers (poils, grains de sable, etc.). De nombreux caractères morphologiques adultes sont déjà présents telles que les pattes ou les antennes, cependant la nymphe reste immobile dans son cocon. Durant ce stade, la puce ne s'alimente pas [10].

Au stade adulte, la puce possède (figure 1.1) :

- Une paire d'antennes courtes.
- Des formations chitineuse sous forme de soie ou peigne également appelé cténidie.
- Trois paires de pattes dont la troisième paire particulièrement adaptée au saut lui permet d'effectuer des bonds de 30cm.

- Des pièces buccales de type piqueur.



**Figure 1.1 :** *Ctenocephalides felis* adulte [11].

### 1.4.3. Les moustiques

Ils sont des arthropodes insectes de l'ordre des diptères, caractérisés par la présence de deux ailes. Classés dans le sous-ordre des Nématocères avec leur aspect grêle et élancé : longues ailes, pattes effilées et antennes filiformes, ils appartiennent à la famille des culicidés. Il existe plus de 70 espèces de culicidés potentiellement vecteurs d'agents pathogènes dont les genres *Culex*, *Anopheles* et *Aedes*.

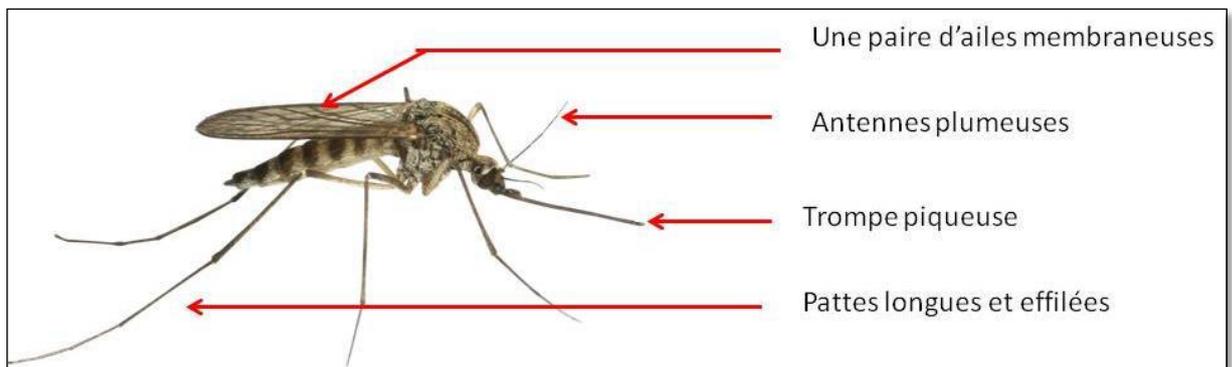
#### 1.4.3.1. Description, anatomie

Ils sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles, des ailes pourvues d'écailles, et des femelles possédant de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur-suceur. À ce jour, 3 546 espèces de moustiques réparties en 111 genres sont inventoriées au niveau mondial [61].

Les culicidés font entre 5 et 20 mm et sont hématoiphages et holométaboles. Les larves sont apodes et ont un aspect vermiforme. Un siphon respiratoire à l'extrémité terminale de la larve se retrouve chez les spécimens du genre *Culex* et *Aedes* permettant un positionnement vertical par rapport à l'eau. Les larves du genre *Anopheles* en revanche en sont dépourvues, obligeant ainsi les spécimens à se positionner parallèlement à la surface de l'eau pour pouvoir respirer [10].

La morphologie des spécimens adultes comportent (figure 1.2) :

- Une paire d'ailes longues, étroites, membraneuse recouvertes de petites écailles qui s'arrondissent à leurs extrémités.
- Trois paires de pattes longues et frêles
- Des palpes maxillaires et une trompe piqueuse,



**Figure 1.2:** *Culex pipiens* adulte [12].

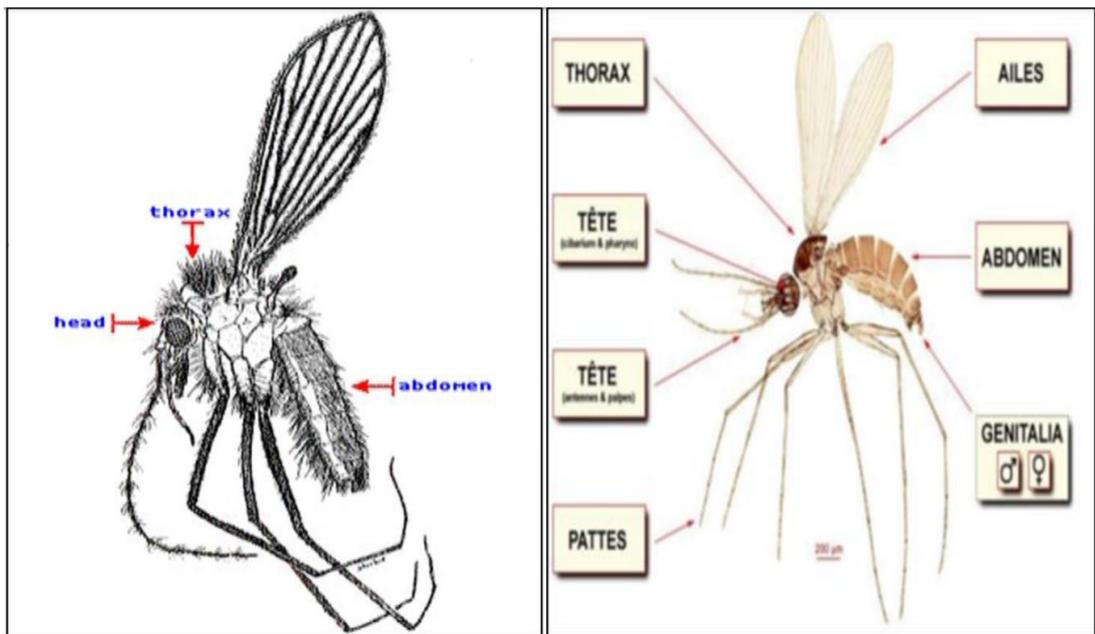
#### 1.4.3.2. Cycle de vie des moustiques

Le moustique pond ses œufs dans l'eau qui sont regroupés en amas pour le genre *Culex* ou de manière isolé pour le genre *Aedes*. L'éclosion se fait au bout de 3 à 4 jours. La larve est aquatique, elle mange des micro-organismes présents dans l'eau et ne remonte en surface que pour respirer. Au stade nymphal le moustique reste mobile mais ne se nourrit plus. Une fois la transformation terminée, les spécimens adultes sortent de l'eau et s'accouplent. La femelle hématophage va alors chercher un hôte afin d'effectuer un repas sanguin nécessaire à la production d'œufs. Le mâle en revanche n'est pas hématophage, il meurt généralement peu de temps après l'accouplement. Un cycle de vie complet dure environ 2 à 3 semaines. [9].

**Tableau 1.1 :** Agents pathogènes transmis par les moustiques [9].

	Agents pathogènes
Nématodes	Filaires dont <i>Dirofilaria immitis</i> et <i>Dirofilaria repens</i>
Protozoaires	Sporozoaires du genre plasmodium
Virus	Virus West Nile Virus de la fièvre jaune Virus d'encéphalites Virus de la myxomatose Virus de la peste équine

Les phlébotomes sont des petits insectes appartenant à l'ordre des diptères, néanmoins ils sont classés parmi le sous-ordre des psychodidés, car contrairement aux moustiques leurs ailes sont étroites et lancéolées. Le genre *Phlebotomus* est le plus important et transmettent de nombreux agents pathogènes notamment les leishmanies chez le chien et l'homme (tableau 1.2). La taille du phlébotome varie entre 2 et 5mm, leur morphologie est relativement caractéristique, on observe chez les spécimens adultes (figure 1.3)



**Figure .13 :** Phlébotome adulte [13].

**Tableau 1.2 :** Agents pathogènes transmis par les phlébotomes [9].

	Agents pathogènes
Protozoaires	Flagellés du genre <i>Leishmania</i>
Bactéries	<i>Bartonella bacilliformis</i>
Virus	Virus de fièvre à phlébotome

## CHAPITRE 2 : ETUDE DE VECTEURS (TIQUES)

### 1. Biologie des tiques

#### 1.1. Biologie des tiques

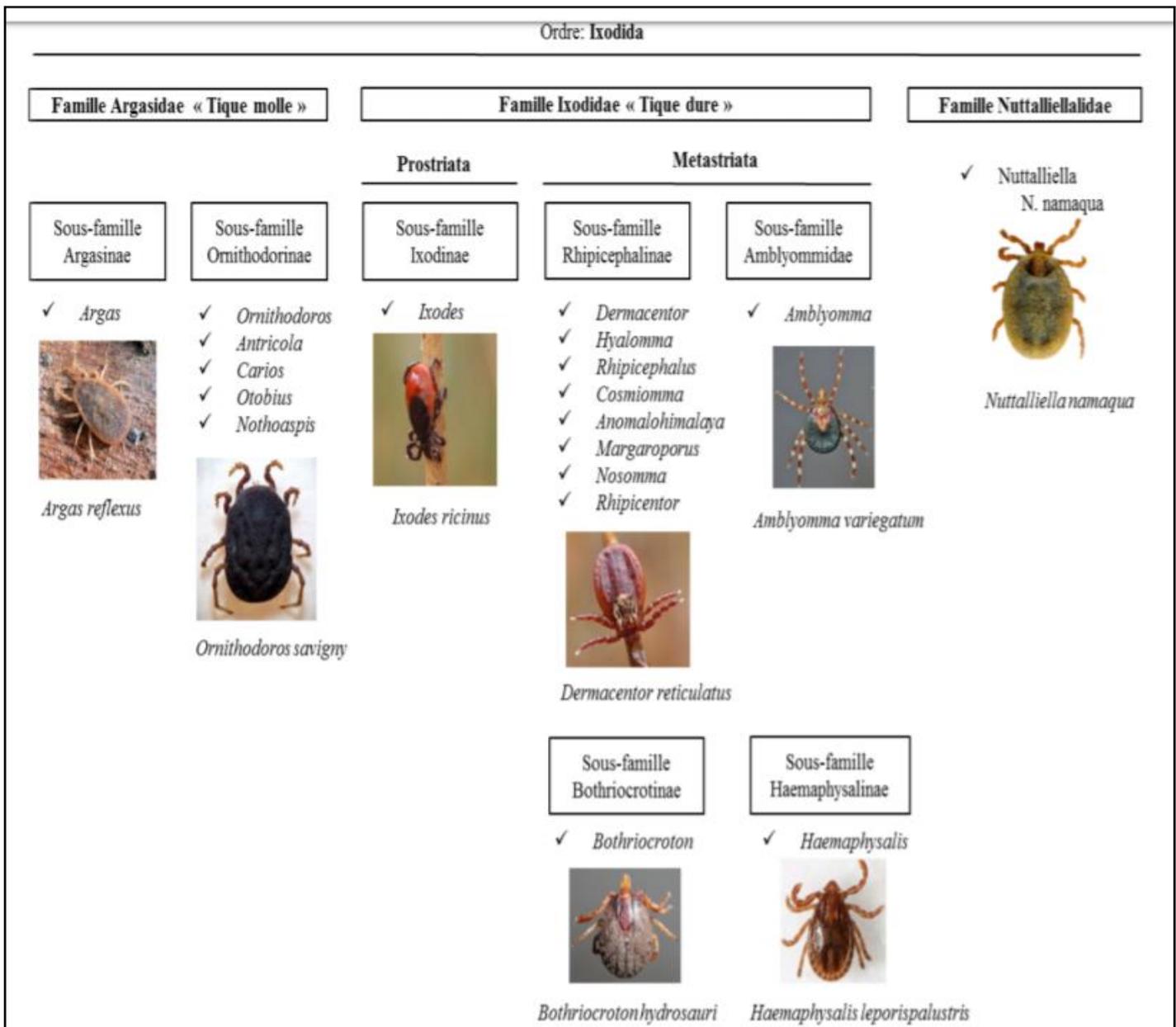
##### 1.1.1. Taxonomie

Près de 907 espèces de tique dans le monde ont été identifiées. Historiquement, la classification systématique des tiques se basait sur la caractérisation morphologique des spécimens ainsi que sur l'étude de leurs caractéristiques biologiques et écologiques et de leur répartition géographique. Ensuite, le développement des techniques de biologie moléculaire a permis d'affiner en partie les données de taxonomie grâce aux études de phylogénie, basées sur l'étude du génome mitochondrial et des gènes des ARNr nucléaires (Barker et al, 2004). La systématique concernant les tiques a beaucoup évolué ces dernières années [14].

Les tiques sont des acariens appartenant à l'embranchement des *Arthropoda*, au sous- embranchement des *Chelicerata*, à la classe des *Arachnida*, la sous-classe des *Acarida*, au super-ordre des *Anactinotrichoidea* et à l'ordre des *Ixodida* [15].

L'ordre *Ixodida* est divisé en trois sous-ordres (Figure 2.1) : les *Argasin* (« tiques molles »), les *Ixodina* (« tiques dures ») et les *Nuttalliellina* [15]. Ce dernier sous-ordre ne compte pour l'instant qu'une seule espèce et les connaissances actuelles la concernant sont limitées [16].

On compte trois familles distinctes : les *Argasidae*, les *Ixodidae* et les *Amblyommidae*.



**Figure 2.1 :** Classification des tiques [18]

En 2010, Guglielmo et son équipe ont proposé une nouvelle nomenclature des tiques, afin d'essayer de compiler les classifications précédentes, appuyées par les découvertes récentes. Ils ont ainsi proposé une division en trois familles : la famille des Argasidae comportant les genres *Antricola*, *Argas*, *Nothoaspis*, *Ornithodoros*, *Otobius* ; la famille des Ixodidae comportant les genres *Amblyomma*, *Anomalohimalaya*, *Bothriocroton*, *Cosmiomma*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes*, *Margaropus*, *Nosomma*, *Rhipicentor*, *Rhipicephalus* ainsi que les deux genres fossiles *Compluriscutula* et *Cornupalpatum*, et enfin la famille Nuttalliellidae ne comportant que le genre

*Nuttalliella*, représenté uniquement par l'espèce *Nuttalliella namaqua* [17]. Néanmoins, la discussion concernant la classification de la famille des Argasidae reste encore ouverte puisque la majorité des espèces de cette famille peut être assimilée à plusieurs genres [18].

### 1.1.2. Description, anatomie

Parmi les acariens les tiques sont caractérisées par une grande taille, pouvant mesurer de 2 à 30 mm selon la stase et la réplétion, ils possèdent un corps globuleux non segmenté (15).

Les tiques passent par trois stades d'évolution distincts (figure 2.2) : la larve, la nymphe et enfin l'adulte. Chez les tiques dures à chaque stade la tique ne prendra qu'un seul repas sanguin sur son hôte. [10]



**Figure 2.2** : Différents stades évolutifs des tiques dures [19].

Les larves sont hexapodes (trois paires de pattes) et leur taille avoisine 1 mm, elles ne possèdent ni pore génital, ni stigmate. Contrairement aux autres stades, elles ne transmettent pas d'agents pathogènes.

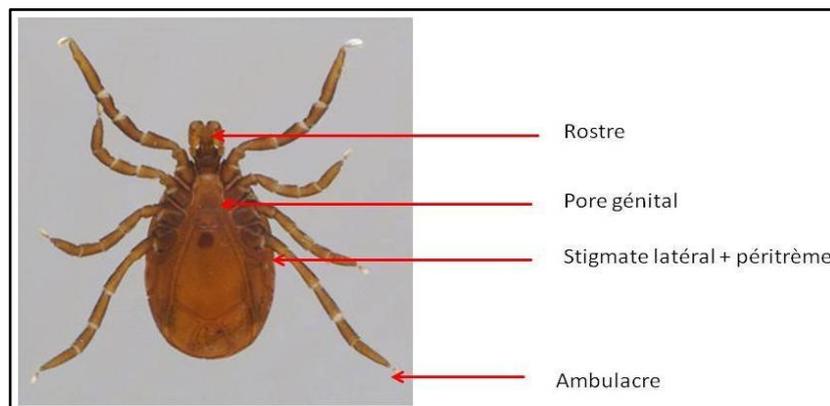
Les nymphes sont légèrement plus petites que les spécimens adultes de 2 à 3 mm et sont octopodes (quatre paires de pattes). Dès ce stade elles peuvent transmettre des agents pathogènes.

Les spécimens adultes ont une morphologie qui comporte (figure 2.3) :

- un rostre antérieur et terminal leur permettant de s'accrocher à la peau de leur proie, formé de deux chélicères se terminant en pseudo-pinces ainsi que de deux palpes maxillaires et d'un hypostome. Le mouvement des chélicères permet à l'hypostome de franchir la barrière cutanée par une action mécanique. Puis dans un second temps, une sécrétion salivaire va

permettre la formation d'une gaine autour du complexe chélicère/hypostome afin de protéger le tégument de l'hôte de la salive et éviter une réaction inflammatoire de l'hôte.

- Une plaque chitinisée sur la face dorsale, soit la recouvrant entièrement chez le mâle, soit restant réduite à un simple écusson chez la femelle (figure 2.3).
- 8 paires de pattes insérées en ligne sur la face ventrale chez les adultes. Les nymphes en revanche sont hexapodes. Un ambulacre est présent au bout de chaque patte, il s'agit d'une ventouse pédiculée couplée de griffes permettant le maintien de la tique sur son hôte.
- Un pore génital ventral situé au niveau de la 2<sup>ème</sup> paire de pattes permettant la reproduction.
- Des stigmates latéraux et un péritreme situés après la 4<sup>ème</sup> paire de pattes permettant la respiration.



**Figure 2.3:** *Ixodes ricinus* mâle adulte vue au microscope [13].

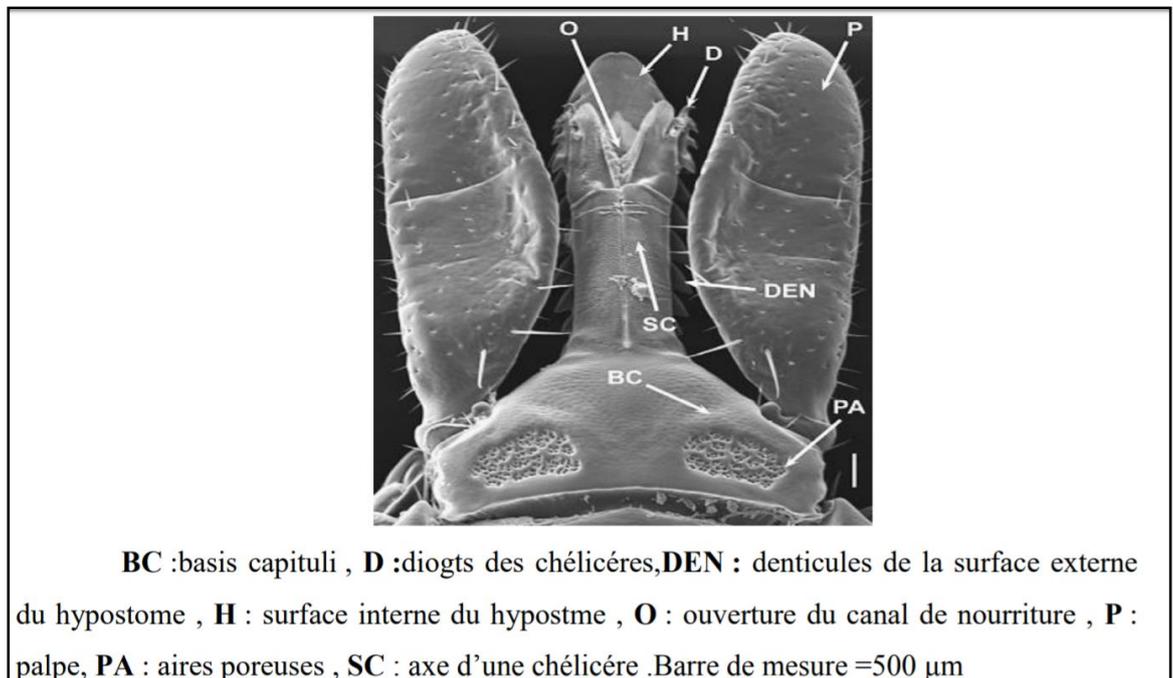


**Figure 2.4:** Dimorphisme sexuel chez *Ixodes ricinus*, vue dorsale. Mâle à gauche, femelle après un repas sanguin à droite [13].

## 2. Caractères généraux et critères de différenciation entre les familles et genres

Les tiques adultes possèdent un corps divisé en deux tagmes. Rostralement, le premier tagme est appelé gnathosome (ou « capitulum »). L'élément principal de celui-ci est le basis capituli portant plusieurs pièces buccales (Figure 2.5).

Le rostre de la tique est composé de deux pièces. La première, en position ventro- médiale est l'hypostome, portant des dents dirigées caudalement, afin d'assurer la fixation à l'hôte chez les larves, nymphes et femelles adultes. La taille et la forme de l'hypostome varient en fonction des espèces. La seconde, dorsalement à l'hypostome et portée par le basis capituli, est une paire de chélicères, organes dont la tique se sert pour déchirer la peau de l'hôte. Ceux-ci sont formés d'une gaine dans laquelle peuvent se rétracter les doigts griffus des chélicères. De part et d'autre du rostre, les tiques possèdent une paire d'organes sensoriels quadri-articulés appelés palpes.



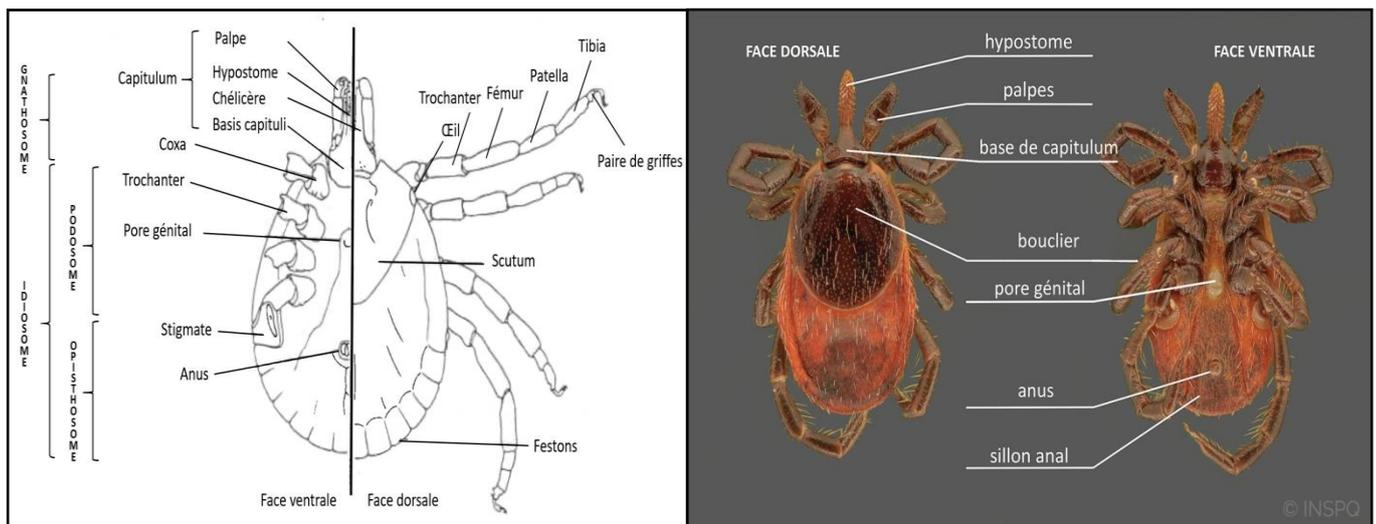
**Figure 2.5** : Pièces buccales d'une tique de la famille des *Ixodidae* [20].

L'anus et l'orifice génital sont situés en face ventrale de l'idiosome, l'orifice génital étant situé au niveau des coxae de la deuxième paire de pattes et l'anus étant généralement situé postérieurement à la quatrième paire de pattes [15,21, 22].

### 2.1. Tiques de la famille des Ixodidae (« tiques dures »)

Au niveau des *Ixodidae*, le corps mesure entre 2 et 20 mm. Elles possèdent un idiosome sacculaire, formé d'une cuticule souple mais comportant sur sa face dorsale une plaque dure chitinisée nommée scutum (Figure 2.6). Ce dernier est de petite taille chez les femelles mais recouvre la quasi-totalité de l'idiosome chez les mâles. Les yeux sont retrouvés dorso-latéralement à celui-ci. On peut observer sur la face ventrale de l'idiosome, un certain nombre de sillons et de plaques chitinisées chez le mâle, dont le nombre et la disposition sont variables en fonction des espèces..

Par ailleurs, le gnathosome des *Ixodidae* est situé en position antérieure, et est donc toujours visible lorsque la tique est observée dorsalement [9].



**Figure 2.6 :** Morphologie générale d'une tique *Ixodidae* [15,22].

Concernant les pattes des Ixodidae, le tarse comporte la plupart du temps une paire de griffes ainsi qu'une ventouse appelée pulvile.

**Tableau 2.1** : Caractéristiques morphologiques des tiques d'intérêt médical et vétérinaire de la famille des *Ixodidae* [23, 24, 25, 26, 25,27].

Genre	Caractéristiques morphologiques	Genre	Caractéristiques morphologiques
<p><b><i>Ixodes</i></b></p>  <p>Femelle <i>Ixodes ricinus</i><sup>1</sup></p>	<p>Tiques de petite taille (0,2-0,3cm). Pièces buccales longues (« longirostre »). Pas d'ornement. Capitulum des femelles beaucoup plus grand que celui des mâles. Second segment du palpe montrant une striction à sa base. Absence d'yeux et de festons. Sillon anal antérieur à l'anus (prostriate). Le mâle possède 7 plaques ventrales, dont une rangée médiane de trois plaques.</p>	<p><b><i>Hyalomma</i></b></p>  <p>Femelle <i>Hyalomma marginatum</i><sup>4</sup></p> <p><b><i>Amblyomma</i></b> (absent en Europe)</p>  <p>Femelle <i>Amblyomma americanum</i><sup>5</sup></p>	<p>Tiques de taille moyenne (0,5-0,8cm), métastriates, longirostres. Basis capituli presque triangulaire. Présence de festons et d'ornements sur le scutum variable. Présence de 2 ou 4 plaques ventrales chez le mâle. Premier segment du coxa I bifide.</p> <p>Tiques de grande taille (0,5-1,0cm), ornées, métastriates, longirostres, possédant des yeux et des festons. Absence de plaques ventrales chez le mâle.</p>
<p><b><i>Haemaphysalis</i></b></p>  <p>Femelle <i>Haemaphysalis punctata</i><sup>2</sup></p> <p><b><i>Boophilus</i></b><sup>3</sup></p>  <p>Femelle <i>Boophilus (Rhipicephalus) annulatus</i><sup>2</sup></p>	<p>Tiques de petite taille (0,1-0,3 cm). Absence d'ornements. Pièces buccales de petite taille (« brévirostre »). Basis capituli rectangulaire. Deuxième et troisième segments des palpes effilés en partie distale, faisant apparaître le basis capituli comme triangulaire. Yeux absents. Pas de plaques ventrales chez le mâle. Présence de festons. Métastriate (sillon anal postérieur à l'anus).</p> <p>Tiques de petite taille (0,1-0,3 cm). Absence d'ornements, brévirostres, sillon anal vertical, métastriate. Basis capituli hexagonal, yeux présents latéralement au scutum. Premier segment du coxa I bifide. Le mâle possède 4 plaques ventrales. Présence d'un processus caudal chez certains mâles gorgés.</p>	<p><b><i>Rhipicephalus</i></b></p>  <p>Femelle <i>Rhipicephalus bursa</i><sup>2</sup></p> <p><b><i>Dermacentor</i></b></p>  <p>Femelle <i>Dermacentor reticulatus</i><sup>2</sup></p>	<p>Tiques de taille moyenne (0,3-0,6cm). Métastriates, brévirostres, de couleur rougeâtre ou marron foncé. La majorité n'ont pas d'ornements. Basis capituli hexagonal. Présence d'yeux et de festons. Premier segment du coxa I bifide chez les mâles et les femelles. Présence de 4 plaques ventrales et d'un processus caudal chez les mâles gorgés.</p> <p>Tiques de taille moyenne à grande (0,4-0,9 cm), ornées pour la majorité. Elles sont métastriates et brévirostres. Basis capituli rectangulaire, présence d'yeux et de festons. Premier segment du coxa I bifide dans les deux sexes, coxa IV élargi chez le mâle. Absence de plaques ventrales.</p>

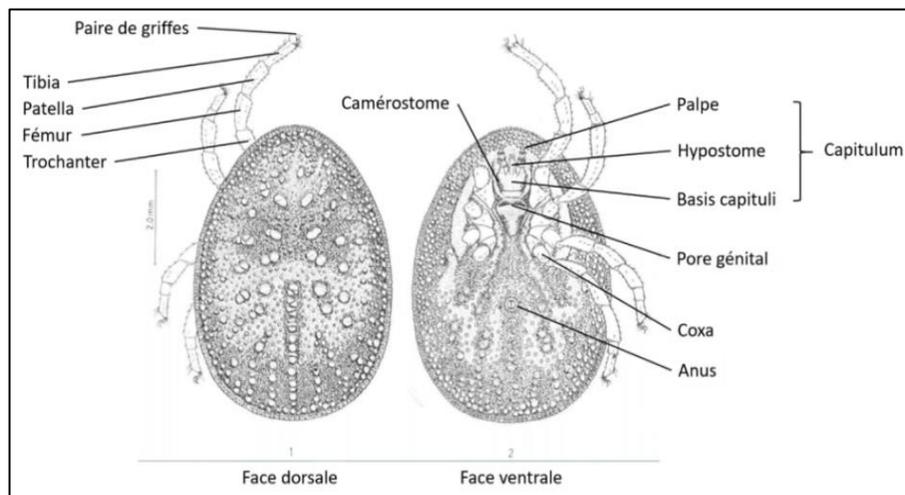
l'anatomie est très semblable chez les *Ixodidae*. Les larves ne comportent que trois paires de pattes, au contraire des nymphes et des adultes qui en possèdent quatre. De plus, les larves et les nymphes sont anatomiquement semblables à des femelles de petite taille, sans pore génital. Le mâle adulte est quant à lui plus petit que la femelle [15, 22, 28,21].

## 2.2. Tiques de la famille des Argasidae (« tiques molles »)

L'anatomie des *Argasidae* est similaire dans son organisation générale à celles des *Ixodidae* mais des différences morphologiques existent. Celles-ci possèdent un corps recouvert d'un tégument souple et non sclérifié, qui est souvent rugueux et plissé en fonction des espèces. Elles peuvent posséder une petite partie chitinisée en position dorsale

nommée pseudo-scutum.

Au niveau des nymphes et des adultes, le gnathosome n'est pas visible lorsque la tique est observée en vue dorsale. Il est situé ventralement, dans un récessus nommé camérostome (Figure 2.7). Les palpes portés par celui-ci comportent un quatrième article de taille similaire à celle des autres. Les yeux, lorsqu'ils sont présents, sont situés latéralement à l'idiosome, dans des replis situés au-dessus des coxae. Les voies respiratoires quant à elles s'ouvrent au niveau de stigmates présents antérieurement aux coxae de la quatrième paire de pattes. [21].



**Figure 2.7:** Morphologie générale d'une tique de la famille des Argasidae (*Argas walkera*) [29].

**Tableau 2.2 :** Caractéristiques morphologiques des tiques d'intérêt médical et vétérinaire de la famille des Argasidae [15, 23,24].

Genre	Caractéristiques morphologiques
<p data-bbox="555 353 603 371"><i>Argas</i></p> 	<p>Corps aplati. Séparation de la partie dorsale de la partie ventrale de par ligne de stries (ou « suture latérale ») visible même lorsque la tique est gorgée. Tégument d'aspect plissé avec disque d'insertion musculaire disposés de manière radiale. Yeux absents.</p>
<p data-bbox="528 568 635 586"><i>Argas reflexus</i><sup>6</sup></p> <p data-bbox="528 591 635 609"><i>Ornithodoros</i></p> 	<p>Corps épais. Absence de suture latérale. Tégument d'aspect mamelonné, disque d'insertion musculaire non disposés de manière radiale. Yeux présents.</p>
<p data-bbox="501 788 660 806"><i>Ornithodoros erraticus</i><sup>7</sup></p> <p data-bbox="555 815 612 833"><i>Otobius</i></p> 	<p>Corps non aplati. Absence de suture latérale. Tégument d'aspect granuleux ou à épines. Disque d'insertion musculaire non disposés de manière radiale.</p>
<i>Otobius megnini</i> <sup>8</sup>	

### 3. Développement et physiologie des tiques

#### 3.1. Cycle de développement

Comporte 3 stades de développement actifs : larvaire, nymphale et adulte. Chaque stase est séparée par un repas sanguin qui peut durer plusieurs jours et qui est suivi d'une mue. Les tiques se développent obligatoirement à l'état parasitaire, mais elles présentent une alternance de phases de parasitisme et de phases de vie libre, toutes deux prolongées [30].

Une grande diversité des cycles de développement est observée chez Les *Argasidae*. Elles ont plusieurs stades pendant la stase nymphale. En effet, cette stase est caractérisée par quatre à six repas sanguins, entre lesquels la tique effectue une mue lui permettant de grandir, jusqu'à la mue finale qui lui permettra d'atteindre la stase adulte.

Certaines espèces ont un nombre minimal de mues nymphales avant d'effectuer une mue vers la stase adulte, pour d'autre ce nombre est variable.

Enfin, il existe même certaines espèces d'*Ornithodoros* dont la larve n'effectue pas de repas sanguin avant d'effectuer sa mue [18,31].

- Vie libre

Les tiques peuvent présenter des comportements endophiles ou exophiles. Les endophiles passent leur vie libre au sein de l'abri de leur hôte (terrier, nid). Elles sont amenées par l'hôte dans cet abri, et y tombent pour muer. Elles se développent ainsi à l'abri dans l'habitat de l'hôte et à proximité d'une source de nourriture. Leur développement n'est donc que peu influencé par les conditions extérieures. C'est le cas de la majorité des tiques de la famille des *Argasidae* et de quelques *Ixodidae* [18, 20, 31, 32].

En revanche, les tiques à comportement exophile passent les périodes de vie libre dans le milieu extérieur, exposées aux conditions climatiques, et doivent donc s'y adapter. C'est le cas de la majorité des *Ixodidae* [18, 30, 32].

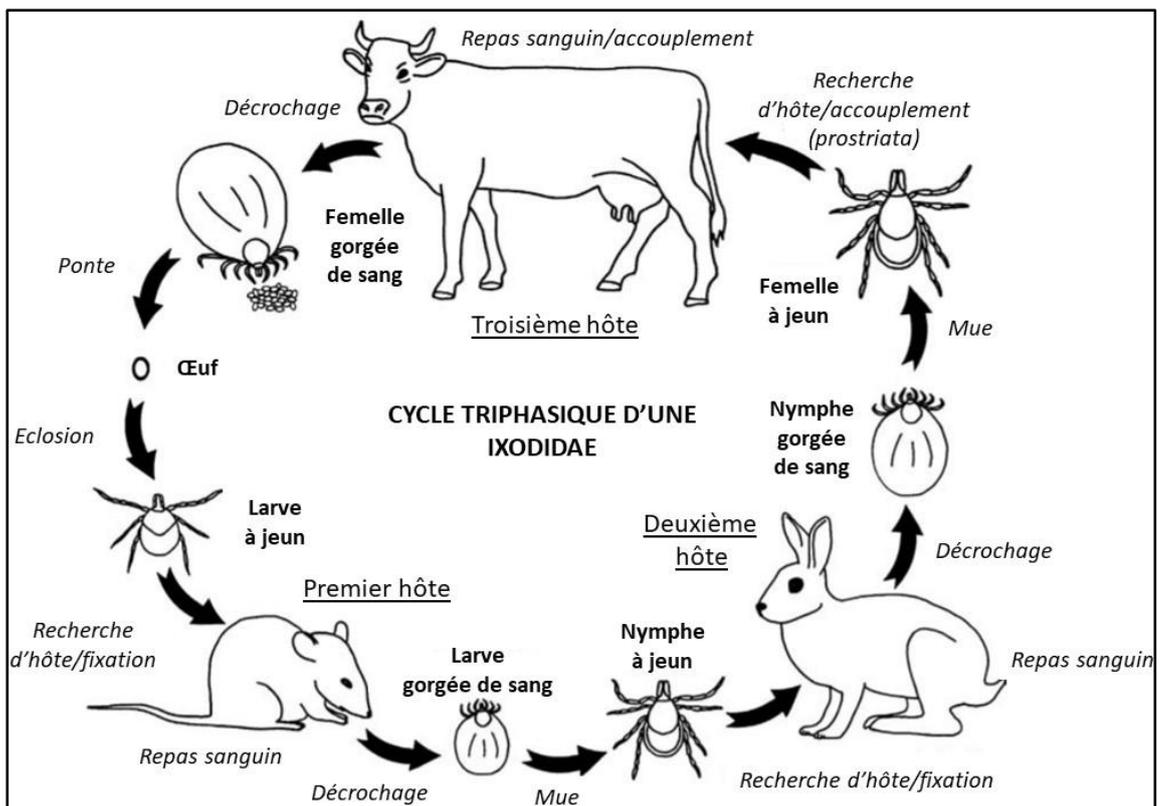
Des comportements mixtes ont été signalés, c'est le cas de beaucoup d'espèces du genre *Hyalomma*, dont la larve et la nymphe ont un comportement endophile alors que l'adulte a un comportement exophile [31].

- Vie parasitaire

La durée de vie des tiques est variable d'une espèce à une autre. Par ailleurs, il existe des divergences au niveau de la diversité de types d'hôtes sur lesquels se nourrissent les différentes stases. En effet, il y a des tiques monotropes, dont toutes les stases se nourrissent sur le même type d'hôte. D'autres tiques sont ditropes c'est-à-dire que les larves et les nymphes se nourrissent sur de petits vertébrés (oiseaux, reptiles, micromammifères) et les adultes se nourrissent sur de grands mammifères. Enfin, il existe des tiques télotropes (ou « polytropes »), dont les larves et les nymphes se nourrissent sur n'importe quel type de vertébré terrestre, et dont les adultes se nourrissent sur les grands mammifères [30].

- Les différents cycles

La biologie des tiques diffère également par le nombre d'hôtes qui interviennent durant leur cycle. En effet, pour certaines tiques, la femelle pond au sol, puis les œufs éclosent et les larves s'accrochent à un hôte. Elles se nourrissent sur celui-ci, se décrochent et réalisent leur mue au sol. La nymphe s'accroche à son tour à un nouvel hôte pour réaliser son repas sanguin, se décroche et mue sur le sol. Enfin l'adulte s'accroche sur un troisième hôte pour réaliser son repas sanguin, s'accoupler sur le même hôte, se décrocher et pondre au sol. Il y a trois hôtes intervenant pour ce cycle, on parle donc de cycle triphasique (Figure 2.8). C'est le cas de quasiment toutes les espèces des genres *Amblyomma*, *Anomalohimalaya*, *Bothriocroton*, *Haemaphysalis* et *Ixodes*, et de la majorité des Argasidae.



**Figure 2.8 :** Exemple de cycle triphasique d'une tique de la famille des *Ixodidae*.

[31].

Le groupe des *Hyalomma marginatum* ont des cycles diphasiques : la larve et la nymphe se nourrissent sur le même hôte avant que cette dernière se décroche, et la mue entre ces deux stases se réalise sur l'hôte.

Pour la *Rhipicephalus microplus* la larve, la nymphe et l'adulte se nourrissent tous les trois sur le même hôte, et les deux mues ont également lieu sur celui-ci. On parle de cycle monophasique [30, 31].

### 3.2. La régulation hydrique

C'est un élément majeur de la survie des tiques. Durant leurs phases de vie libre, et pendant la recherche d'hôte, elles doivent se prémunir de la déshydratation, tandis que pendant le repas sanguin elles doivent éviter l'hyperhydratation.

Durant la phase de vie libre, les tiques sont exposées au climat et sont sensibles à la dessiccation. Elles régulent leur équilibre hydrique grâce à l'hygrométrie ambiante. Les pertes d'eau sont réduites grâce à la cuticule imperméable empêchant l'évaporation, aux valves fermant l'ouverture du système trachéal et à la sécrétion par les glandes salivaires et réabsorption d'une substance hygroscopique permettant l'absorption de l'humidité de l'air. Durant la période de recherche d'hôte, les tiques doivent régulièrement redescendre près du sol où l'humidité ambiante est plus élevée afin de lutter contre cette dessiccation.

Lors du repas sanguin, un important volume d'eau est ingéré par la tique. Elle doit donc l'éliminer et concentrer le sang. Les *Ixodidae* rejettent une partie de l'eau contenue dans le sang par la salive et grâce à l'augmentation considérable du volume des glandes salivaires pendant le repas sanguin [18, 20].

### 3.3. La reproduction

La gamétogenèse chez les *Prostriata* (tiques du genre *Ixodides*), débute pendant la première mue et s'achève pendant la deuxième. La maturité sexuelle s'atteint juste après la dernière mue et l'accouplement peut avoir lieu avant ou pendant le repas sanguin. En revanche, chez les *Metastriata* (*Ixodidae* sauf le genre *Ixodides*), c'est le repas sanguin qui provoque la gamétogenèse et l'accouplement ne peut avoir lieu que durant celui-ci. Lorsque la tique mâle a repéré la femelle grâce à un complexe [33].

### 3.4. Dynamique des populations

La densité des populations de tiques est variable au cours du temps, et elle est conditionnée par le taux de natalité des tiques, la durée du cycle biologique et le taux de mortalité. Le taux de natalité dépend de la ponte des femelles. La durée du cycle biologique est très variable d'une espèce à une autre. Elle peut durer jusqu'à 6 ans chez certaines *Ixodidae* et de 10 à 20 ans chez les *Argasidae*. Par ailleurs, il y a une mortalité élevée au sein de chaque stase de tiques, et on estime ainsi qu'une ponte de 2000 œufs permettrait la naissance de 100 larves. Il resterait 10 larves à la stase suivante, et un mâle et une femelle finalement [34].

## 4. Notion de vecteur et de maladie vectorisée

### 4.1. Notion de vecteur

Un vecteur est un arthropode hématophage qui permet la transmission active ou biologique d'un agent pathogène d'un vertébré à un autre. Il existe des vecteurs mécaniques, qui assurent uniquement le transport de l'agent infectieux, et des vecteurs biologiques qui en assurent en plus la multiplication et la ré-excrétion. Le vertébré source doit présenter une phase pendant laquelle l'agent infectieux se trouve dans la circulation sanguine. Puis celui-ci doit être transféré au vecteur, survivre en son sein et se multiplier. Enfin il est transmis à un vertébré cible, via la salive, les régurgitations, le liquide coxal, les déjections ou parfois par ingestion du vecteur.

Deux notions sont importantes pour caractériser la transmission d'un agent pathogène dans le cadre des maladies vectorielles, il s'agit de la capacité et de la compétence vectorielle.

La compétence vectorielle correspond à l'aptitude d'un arthropode à ingérer un agent pathogène, en assurer la multiplication et/ou le développement et le transmettre à un hôte vertébré. Elle est donc propre à un couple vecteur-agent pathogène et dépend du degré de compatibilité entre ces deux acteurs.

La capacité vectorielle est l'aptitude d'une population de vecteurs à transmettre un agent pathogène dans un environnement et une période donnée [35,36].

#### 4.2. Cycle des maladies vectorisées

La transmission d'un agent pathogène d'un hôte infecté à un hôte sensible est indirecte puisqu'elle fait intervenir un insecte hématophage. Un hôte est un être vivant capable d'être infecté par l'agent pathogène, d'assurer sa survie et souvent sa multiplication. Il existe néanmoins plusieurs types d'hôtes dont le rôle dans le cycle de circulation de l'agent infectieux est très différent.

Un hôte réservoir est un animal qui joue un rôle de réservoir pour un agent pathogène donné, assurant sa conservation, en tant qu'espèce, et sa transmission aux sujets réceptifs. Il représente une source majeure d'agent pathogène pour l'infection d'autres animaux. La conservation de l'agent pathogène au sein du réservoir est assurée soit par la survie de celui-ci pendant une longue période, soit par sa multiplication au sein d'hôtes successifs. Un grand nombre des espèces vertébrés peuvent jouer le rôle d'hôte réservoir pour le même agent pathogène.

Un hôte occasionnel est une espèce réceptive à un agent pathogène donné, mais rarement infectée par cet agent. Lorsque l'infection est plus rare, on parle d'hôte accidentel.

Un animal sensible ou non représentant un lien épidémiologique entre le réservoir et une autre espèce hôte, habituellement sensible, on parle d'un hôte relais [37, 38].

#### 4.2. Emergence de maladies à tiques

Selon l'OIE, « *une maladie émergente désigne une nouvelle apparition, chez un animal, d'une maladie, d'une infection ou d'une infestation ayant des répercussions significatives sur la santé animale ou humaine et résultant soit de la modification d'un agent pathogène connu ou de sa propagation à une*

*nouvelle aire géographique ou à une nouvelle espèce soit d'un agent pathogène non identifié antérieurement ou d'une maladie diagnostiquée pour la première fois » (Organisation mondiale de la santé animale (OIE) [39].*

Cette définition ne prend pas en compte les maladies humaines. La définition d'une maladie émergente ne fait pas consensus au sein du monde scientifique, et les auteurs ne s'accordent pas tous sur les types de maladie à inclure sous cette dénomination. En effet, certains restreignent la définition de « maladie émergente » aux maladies transmissibles, d'autres aux maladies humaines, et d'autres encore assimilent les maladies émergentes aux seules maladies nouvelles [40].

## CHAPITRE 3 :

### LES AVORTEMENTS ET PRINCIPALES MALADIES VECTORIELLES ABORTIVES CAUSEES PAR LES TIQUES

#### 1. Les avortements

##### 1.1. Définition

Il existe plusieurs définitions des avortements chez les animaux :

**Définition courante:** interruption de gestation avant son terme normal suivi de l'expulsion du conceptus mort ou non viable [41].

**Définition légale:** l'avortement est l'expulsion du fœtus, soit né mort, soit succombant dans les 48 heures après la naissance. Cette définition est due au fait que, lors de brucellose, le fœtus peut mourir jusqu'à 48h après son expulsion [41]

➤ **Définition pratique:** interruption de la gestation entre la fin de la période embryonnaire et le début de la fin de la période de gestation (260ème jour de gestation bovine), suivie ou non de l'expulsion d'un produit non viable. Après le 260ème jour de gestation bovine, on parlera de vêlage prématuré. Il convient de distinguer l'avortement clinique (mise en évidence de l'avorton et/ou des enveloppes fœtales) de l'avortement non réellement constaté (avortement supposé). Ce diagnostic d'avortement « supposé » dit encore avortement « sub-clinique » [41].

➤ **D'un point de vue biologique,** l'avortement correspond à la mort du fœtus entre 42 et 260 jours de gestation bovine. Avant 42 jours de gestation bovine, il s'agit de mortalité embryonnaire et entre 260 et 285 jours, la mise-bas est considérée comme prématurée.

#### 2. Avortements isolés ou répétés chez les bovins

On parle d'avortements répétés dans deux cas :

- Lorsque le troupeau compte moins de 100 vaches, on considère que les avortements sont répétés lorsqu'il y a au moins deux avortements en un mois ou au moins trois avortements durant la période de mise-bas.

- Lorsque le troupeau compte plus de 100 vaches, on considère que les avortements sont répétés quand au moins 4% de vaches ont avorté dans l'année [42].

## 1.2. Importance

### 1.2.1. Importance sanitaire

Une part non négligeable des avortements est due à des agents infectieux zoonotiques, et certaines de ces zoonoses sont loin d'être bénignes d'un point de vue médical (Brucellose, chlamydie, Fièvre Q, etc.....) [43].

### 1.2.2. Importance économique

L'importance économique est considérable. Les avortements cliniques limitent l'élevage à sa source et constituent ainsi un frein aux tentatives d'amélioration génétique. Sans production de veau vivant et viable il n'y a pas de rentabilité économique et donc pas d'intensification de la production bovine. De plus, l'avortement, quelle que soit son origine est souvent suivi de rétention placentaire, pouvant donner suite à des métrites et de l'infertilité, voire de la stérilité.

## 1.3. Etiologie des avortements

En élevage , les avortements cliniques ont une étiologie très variée. En effet, les agents responsables de ces avortements sont de nature biologique tels les bactéries, les virus, les parasites, les champignons et les levures [6]; ou non biologiques comme les facteurs nutritionnels, chimiques, physiques, génétiques ou iatrogènes [44, 45].

### 1.3.1. Etiologies non-infectieuses

#### 1.3.1.1. Physique

L'avortement peut être causé par un traumatisme, l'insémination artificielle, l'hyperthermie et les jumeaux [46].

#### 1.3.1.2. Nutritionnel

Une carence en iode a été associée à des cas de aux mort-nés et à des naissances faibles. Dans les cas touchés, la glande thyroïde du fœtus est

hypertrophiée et pèse généralement > 30 g chez le veau. La cause la plus fréquente de la carence en iode chez les animaux d'élevage est l'absence d'apport en iode dans l'alimentation [46].

La carence en sélénium/vitamine E a été associée à des avortements de bovins au Royaume-Uni [47].

Une augmentation de la prévalence des avortements a été observée aussi dans les troupeaux dont le régime alimentaire est déficient en vitamine A ou en son précurseur ;  $\beta$ -carotène [47].

#### 1.3.1.3. Toxique

Il existe plusieurs plantes toxiques, dont la ciguë, le cyprès et le genévrier, ont été associés à l'avortement chez les ruminants. La consommation des aiguilles du pin Ponderosa est une cause connue de l'avortement, elle entraîne une réduction des taux sériques de la progestérone [46].

Les animaux de la ferme avortent fréquemment à la suite de l'empoisonnement aux nitrates/nitrites ; cela est probablement dû à une méthémoglobinémie entraînant une hypoxie chez la mère et une hypoxie fœtale subséquente. Les sources courantes de nitrate/nitrite dans les exploitations agricoles sont les engrais et certaines plantes [46].

#### 1.3.1.4. Génétique

Les anomalies génétiques qui entraînent des malformations congénitales peuvent causer la mort du fœtus et l'avortement qui s'ensuit.

On peut citer un exemple de la malformation vertébrale complexe (MVC), qui est causée par un simple défaut génétique récessif dont les deux parents sont porteurs. Les veaux affectés sont rarement portés à terme [46].

#### 1.3.1.5 Etiologie infectieuse

Les infections au début de la gestation peuvent entraîner la mort embryonnaire précoce en affectant directement l'embryon [46]. Les infections à un stade ultérieur peuvent conduire à l'avortement, à la mortinatalité ou à la naissance d'animaux vivants faibles. Certaines infections affectent indirectement la survie du fœtus par l'altération de la fonction utérine (par exemple,

l'endotoxémie maternelle due à une mammite coliforme aiguë). L'endotoxémie peut provoquer la synthèse des prostaglandines, ce qui entraîne un avortement ultérieur, ou induire une coagulation intra vasculaire, ce qui interfère avec la circulation placentaire, entraînant une hypoxie fœtale [46].

D'autres infections peuvent endommager directement le placenta (par exemple, l'infection à *Brucella abortus*). Les atteintes de la mère comme (une pneumonie sévère, une défaillance circulatoire résultant d'une péricardite traumatique, ou une déshydratation et une acidose en conséquence de l'engorgement des glucides) peuvent également conduire à la mort fœtale et à l'avortement [46].

## 2. Principales maladies infectieuses abortives liées aux tiques

### 2.1. Maladies parasitaires

#### 2.1.1. Les protozoaires (babésiose et theilériose)

La piroplasmose est une maladie infectieuse transmise par les tiques. La transmission se fait par morsure, en effet la salive de la tique se retrouve imprégnée de ces protozoaires sous forme de sporozoïtes. Deux types d'organismes peuvent alors être transmis : des sporozoaires du genre *Babesia* ou *Theileria* appelés également piroplasmes, on parlera de Babésiose ou Theilériose pour spécifier une piroplasmose causée respectivement par des piroplasmes du genre *Babesia* ou *Theileria*. La piroplasmose est une maladie enzootique, en effet elle est présente durant toute l'année sur le territoire [48].

Il existe de nombreuses espèces ou sous espèces de *Babesia* ou de *Theileria* capables d'infecter une ou un petit nombre d'espèces animales spécifiques (tableau 3.2).

**Tableau 3.1** : Répartition des piroplasmes et tiques vectrices [9].

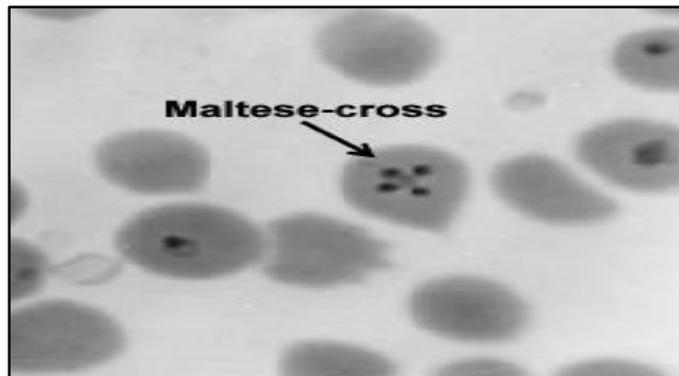
Piroplasmes pathogènes	Répartition géographique	Espèces de tiques Vectrices	Animaux hôtes
<i>Babesia canis</i>	Europe	<i>Dermacentor Reticulatus</i>	Chiens
			Chiens
<i>Babesia vogeli</i>	Cosmopolite	<i>Rhipicephalus Sanguineus</i>	
<i>Babesia gibsoni</i>	Asie, Australie, Europe du Sud, Etats-Unis	<i>Haemaphysalis longicornis</i> <i>Rhipicephalus Sanguineus</i>	Chiens
<i>Babesia vulpes</i>	Cosmopolite	<i>Ixodes spp.</i>	Chiens
<i>Babesia felis</i>	Cosmopolite		Chats
<i>Babesia caballi</i>		<i>Dermacentor r reticulatus</i> <i>Rhipicephalus Sanguineus</i>	Cheval
<i>Theileria equi</i>		<i>Dermacentor Marginatus</i>	Cheval

#### 2.1.1.1. Aspect morphologique des piroplasmes

Les piroplasmes peuvent être présents sous plusieurs formes. Pour le genre *Babesia*, les parasites sont en position strictement intra-érythrocytaire, deux formes sont observées : l'aspect piriforme d'où provient le nom de piroplasma et l'aspect circulaire ou annulaire. Au frottis sanguin, le parasite est formé d'un centre vacuolaire de grande taille optiquement clair et une périphérie colorée et dense constituant la chromatine. La taille du parasite dépend de l'espèce, les *Babesia* de grande taille tels que *Babesia canis* et *Babesia vogeli* dépassent les 2,5µm ; les *Babesia* de petite taille (*Babesia gibsoni* et *Babesia vulpes*) ne dépassent pas les 2,5µm [49].

Pour le genre *Theileria*, les parasites se retrouvent soit en position intra-érythrocytaire soit dans les lymphocytes. Comme pour les piroplasmes, deux aspects sont observés : piriforme mesurant de 2 à 3 $\mu$ m ou circulaire mesurant de 1 à 2 $\mu$ m [50].

Les piroplasmes de l'espèce *Theileria equi* possèdent une forme typique dite en « croix de Malte » où 4 mérozoïtes sont réunis par leurs extrémités antérieures formant ainsi une croix (figure 3.2) [50].



**Figure 3.1** : *Theileria equi* en position intra-érythrocytaire sous forme dite en « croix de Malte » [50].

#### 2.1.1.2. Cycle évolutif du genre *Babesia*

Les sporozoïtes du genre *Babesia* contenus dans les glandes salivaires sont transmis au chien lors d'un repas sanguin. Il faut un délai de 48h afin que la transmission soit effective (figure 3.3).

Les sporozoïtes vont directement infecter les cellules érythrocytaires où ils vont grossir et se transformer en trophozoïtes. Puis par fission binaire lors de la reproduction asexuée, les trophozoïtes donnent naissance à des cellules filles : les mérozoïtes.

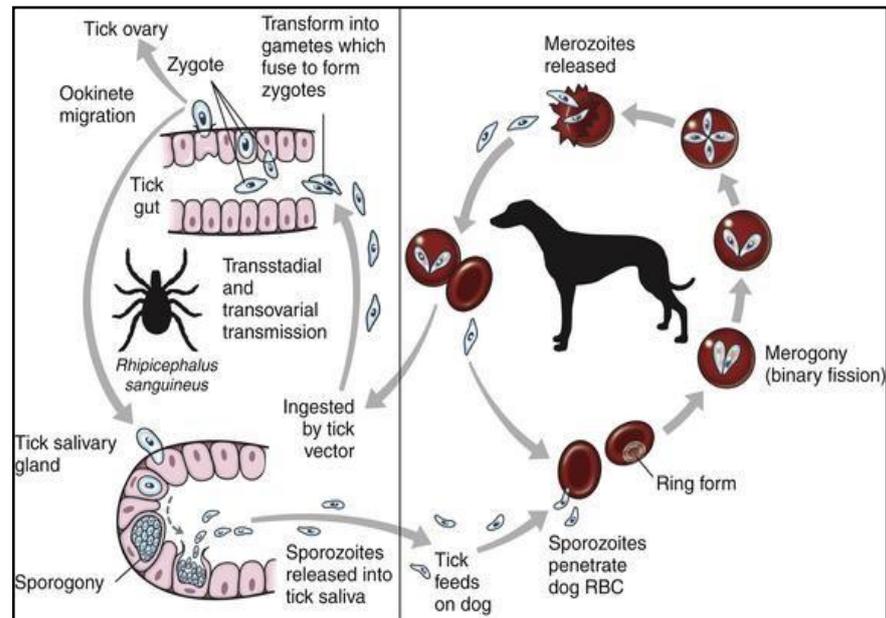
L'érythrocyte se lyse et les mérozoïtes vont alors infecter de nouvelles hématies, là le piroplasma se transforme à nouveau en trophozoïte entraînant à son tour la formation de plusieurs mérozoïtes par fission binaire qui eux-mêmes entraîneront la destruction de l'hématie.

Certains mérozoïtes donneront des gamétocytes ou gamontes. Lorsqu'une tique vient prendre son repas sanguin sur l'animal infecté, les piroplasmes sous forme de trophozoïtes ou de mérozoïtes sont détruits, seuls les gamontes survivent et pénètrent rapidement dans l'épithélium digestif de la tique. Les gamontes se transforment alors en gamètes qui fusionnent pour former un zygote [9].

Ce zygote contient une vacuole dans laquelle un élément mobile appelé ookinète se développe. Chaque ookinète a la capacité d'infecter plusieurs types de cellules (hémocyte, cellule de l'épithélium de Malpighi, ovocyte) et de s'y multiplier [9].

Dans la nouvelle cellule, les ookinètes subissent une phase de multiplication aboutissant à la formation de sporokinètes qui resteront quiescents. Les sporokinètes ayant infectés les ovocytes seront transmis aux futures larves et nymphes assurant ainsi la transmission trans-ovarienne de *Babesia*. De plus les sporokinètes seront transmis également entre chaque stade d'évolution (de larve à la nymphe et de la nymphe à l'adulte) par un mécanisme de transmission trans-stadiale [9].

Lors d'un repas sanguin de ces nouvelles tiques infectées, les sporokinètes quiescents se réveillent et migrent vers les glandes salivaires où ils subissent une phase de multiplication importante aboutissant à la formation de nouveaux sporozoïtes infectants. Si la tique poursuit son repas sanguin au-delà de 48h, les sporozoïtes seront inoculés à l'animal par la salive [9].



**Figure 3.2** : Cycle de vie des piroplasmes du genre *Babesia* [51].

### 2.1.1.3. Cycle évolutif de genre *Theileria*

Les sporozoïtes de *Theileria* présents dans la salive sont transmis à l'animal hôte par les tiques lors d'un repas sanguin (figure 3.4). Cependant, contrairement à *Babesia* les sporozoïtes inoculés vont directement infectés les lymphocytes.

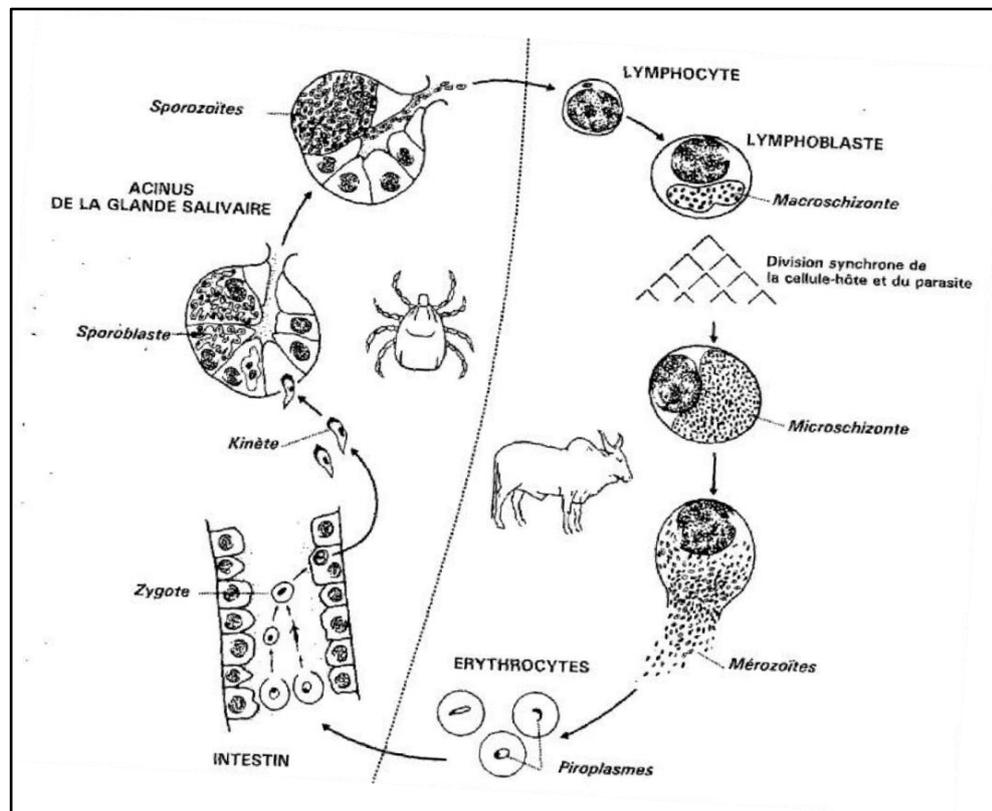
Durant la phase lymphocytaire, les sporozoïtes vont se diviser de nombreuses fois jusqu'à former un macroschizonte. Le parasitisme va parallèlement induire une prolifération incontrôlée des lymphocytes qui vont rejoindre les nœuds lymphatiques puis atteindre le foie et la rate. À ce niveau, les macroschizontes se transforment en microschezizontes provoquant la rupture des lymphocytes et libérant des centaines de micromérozoïtes dans le plasma sanguin.

Une phase érythrocytaire débute alors, en effet, les micromérozoïtes pénètrent directement dans les érythrocytes où ils se multiplient par bourgeonnement formant ainsi des mérozoïtes. Après cette multiplication asexuée, les érythrocytes se lysent et libèrent dans le plasma sanguin les mérozoïtes qui vont à leur tour infecter d'autres hématies. Dans les érythrocytes, certains mérozoïtes vont prendre une forme sphérique et former des gamontes [9].

Lorsqu'une tique vient prendre son repas sanguin sur l'animal, elle ingère les globules rouges infectés qui sont alors détruits dans la lumière intestinale de la tique, seuls les gamètes survivent. Ils sont alors transformés dans la lumière intestinale jusqu'à former soit un macrogamète, soit un microgamète. Ces gamètes pénètrent alors dans les cellules de l'épithélium intestinal pour la reproduction sexuée. Chaque microgamète fusionne avec un macrogamète donnant naissance à un zygote qui va bourgeonner pour former un kinète.

Lorsque la tique changera de stade évolutif, de la larve à la nymphe ou de la nymphe à la larve, les kinètes passeront dans l'hémolymphe et atteindront les cellules des glandes salivaires. Chez les piroplasmes du genre *Theileria* la transmission des parasites ne se fait que de manière trans-stadiale.

Une fois dans les cellules salivaires les kinètes se transformeront en sporoblastes produisant de nombreux sporozoïtes qui seront inoculés aux animaux hôtes lors des repas sanguins [9].



**Figure 3.3 :** Cycle de vie de protozoaire du genre *Theileria* [52].

### 2.1.1.3. Symptômes

Les symptômes de la piroplasmose sont peu spécifiques et diffèrent en fonction du piroplasma en cause (tableau 3.3). La maladie peut se déclarer sous deux formes possibles.

1- La phase aiguë : cette phase mortelle présente des signes successifs :

- une anémie due à l'éclatement des hématies
- une forte hyperthermie  $>40^{\circ}\text{C}$
- un ictère
- une hématurie et à terme un dysfonctionnement rénal et hépatique

2- La phase chronique latente : Cette phase inapparente ne peut être mise en évidence que lors d'examen montrant la présence d'anticorps spécifiques dans le sérum. La forme chronique peut s'installer d'emblée. [9].

**Tableau 3.2 : Symptômes de la piroplasmose [9].**

Agents pathogènes	Signes cliniques
<i>Babesia canis</i>	<p><b>Forme aiguë</b> : Hyperthermie importante ; abattement ; anorexie ; ictère ; vomissement ; hématurie ; anémie hémolytique ; thrombopénie ; neutropénie.</p> <p><b>Forme chronique</b> : abattement modéré ; hyperthermie intermittente ; anémie ; myosite et arthrite.</p>
<i>Babesia vogeli</i>	<p>Forme subclinique le plus souvent chez les individus adultes avec des signes modérés.</p> <p>Chez les chiots en revanche des formes aiguës sévères peuvent avoir lieu.</p>
<i>Babesia gibsoni</i>	<p>Principalement des formes chroniques avec des signes modérés (fatigue et perte de poids)</p>
<i>Babesia vulpes</i>	<p><b>Signes modérés à sévères</b> : apathie ; anorexie ; hyperthermie ; hémoglobinurie et thrombopénie ; peut aboutir à une insuffisance rénale.</p>
<i>Babesia caballi</i>	<p>Hyperthermie avec pic à 40°C pendant 24 à 36h ; syndrome hémolytique ; altération de l'état général ; perte d'appétit ; muqueuses pâles ; ictère ; œdème des membres.</p>
<i>Theileria equi</i>	<p>C'est la forme la plus grave chez le cheval. Débute par une fièvre ; anémie et ictère, puis une évolution aboutissant à une anémie marquée et un ictère important pouvant être mortelle en 24h à 48h.</p>

#### 2.1.1.4. Traitement

La molécule de référence dans le traitement de la piroplasmose est le dipropionate d'imidocarbe (Carbesia®). C'est le seul médicament possédant l'AMM pour le traitement des babésioses.

Le mécanisme d'action de l'imidocarbe n'est toujours pas connu entièrement. L'hypothèse avancée est qu'après une pénétration active à l'intérieur du parasite par les transporteurs protéiques de bases puriques, il agirait comme un inhibiteur de topo-isomérases de type II, bloquant alors la réplication de l'ADN.

Le protocole thérapeutique du traitement des piroplasmoses varie selon l'espèce de l'agent pathogène, mais également l'espèce de l'hôte à traiter, on adaptera la posologie en fonction de son poids et du but recherché.

## 2.2. Maladies bactériennes

### 2.2.1. Fièvre Q et Chlamydie

La chlamydie abortive et la fièvre Q sont deux zoonoses dues à de petites bactéries, *Chlamydia abortus* et *Coxiella burnetii*, respectivement, difficiles à isoler car elles se multiplient uniquement dans le cytoplasme des cellules eucaryotes au cours de cycles faisant alterner une petite forme extracellulaire et une grosse forme intracellulaire qui pour *C. abortus* est la seule métaboliquement active. Elles peuvent être facilement confondues à l'examen microscopique, cependant elles ont toujours appartenu à des genres bactériens différents. De plus, *C. abortus* survit très mal en dehors d'une cellule eucaryote, *C. burnetii* résiste à la chaleur et à la dessiccation. Elle peut par exemple survivre au moins 150 jours dans le sol [53], ce qui entraîne des différences épidémiologiques importantes entre ces deux bactéries.

#### 2.2.1.1. Etude Clinique

Chez les ruminants elles provoquent toutes les deux des avortements, en fin de gestation, sans signe clinique précurseur et des mises bas prématurées ou à terme des produits chétifs qui meurent ou s'élèvent mal. Cependant, on observe également des infections inapparentes avec excrétion. Celles-ci sont plus fréquentes avec *C. burnetii* qu'avec *C. abortus*. Les rétentions placentaires sont rares mais plus fréquentes chez les chèvres et les vaches. En effet chez les bovins ces bactéries entraînent également des métrites et des infertilités mais elles peuvent aussi donner chez tous les ruminants des pneumonies. Dans les troupeaux de petits ruminants nouvellement infectés de chlamydie 30 % des

femelles gestantes peuvent avorter, ce taux d'avortement pouvant même atteindre plus de 60 % pour les troupeaux caprins. Chez les bovins les avortements sont généralement beaucoup moins nombreux. Dans les troupeaux infectés par *C. burnetii*, le nombre d'avortements observés est souvent trop faible pour attirer l'attention de l'éleveur, bien que dans certains troupeaux caprins, de nombreuses chèvres peuvent avorter. Les femelles se rétablissent rapidement après l'avortement. L'avortement dû à *C. abortus* est suivi d'une immunité suffisante pour prévenir une nouvelle "chlamydémie" et une colonisation du placenta, même si des chlamydia ou leur ADN ont pu être mis en évidence dans le vagin, l'utérus et l'oviducte de quelques brebis juste avant l'ovulation [54].

De même, les brebis n'avorteraient qu'une fois de fièvre Q : lors d'un épisode abortif, parmi les 18 brebis excrétaient *C. burnetii*, une seule excrète à nouveau de façon faible et très transitoire deux mises bas plus tard [55]. En revanche, des avortements et une excrétion vaginale de *C. burnetii* lors de deux gestations successive sont été observés chez la chèvre [56]. Aucune étude jusqu'à présent n'a montré si chez les bovins *C. burnetii* perturbe ou non plusieurs gestations successives comme chez la femme, la chèvre et la souris. [55 ;56]

#### 2.2.1.2. Diagnostic et dépistage

Les signes cliniques ne permettent pas de poser un diagnostic de chlamydie abortive ou de fièvre Q. Le diagnostic doit obligatoirement être un diagnostic de laboratoire [57].

##### 2.2.1.2.1. Diagnostic direct

Ces deux bactéries ne se multipliant pas en dehors des cellules eucaryotes leur isolement n'est pas réalisé pour le diagnostic de routine, car le temps nécessaire pour ces isolements est trop long et les prélèvements sont souvent trop souillés. De plus les *Chlamydia* trop fragiles meurent rapidement avant l'arrivée du prélèvement au laboratoire et les *Coxiella* se cultivent très mal sur cellules. Par ailleurs, ces bactéries nécessitent pour leur culture, un laboratoire protégé de niveau 3 [57].

### ❖ La PCR

Seule la PCR permet d'identifier facilement les troupeaux et les animaux qui excrètent. Cette technique constitue le plus important apport au diagnostic de la chlamydie et de la fièvre Q de ces dernières années et plusieurs kits sont disponibles utilisant une PCR classique ou une PCR en temps réel, simple, chlamydie ou fièvre Q ou multiplex, chlamydie et fièvre Q. La PCR multiplex a permis de démontrer la présence simultanée de *C. abortus* et de *C. burnetii* dans des écouvillons vaginaux prélevés chez des brebis ayant avorté [57].

#### 2.2.1.2.2. Diagnostic indirect

##### ❖ Fixation de complément :

Les tests sérologiques utilisés permettent un diagnostic de troupeau : ils détectent les troupeaux infectés ou ayant été infectés et ne peuvent en aucun cas être utilisés pour identifier individuellement les animaux infectés ou excréteurs au sein du troupeau.

Les tests de fixation du complément (FCT) manquent de sensibilité particulièrement en fièvre Q et de spécificité en chlamydie. Il permet un dépistage précoce des animaux infectés, puisque la réponse anticorps est détectée 8 jours après l'inoculation de la bactérie [57].

#### 2.2.1.3. Conduite à tenir en cas d'avortements à *chlamydophila abortus* ou à *coxiella burnetii*

##### ❖ Conduite à tenir devant une chlamydie abortive

Lorsqu'une vague d'avortements dus à *C. abortus* se produit dans un troupeau, les femelles encore gestantes doivent être traitées avec des tétracyclines longue action pour limiter les avortements et l'excrétion de la bactérie. Il faut ensuite vacciner tout le troupeau. La vaccination des femelles ayant avorté ou déjà infectées est inutile, les femelles ayant déjà avorté étant immunisées et le vaccin ne modifiant pas le cours de l'infection des animaux déjà infectés, mais il est généralement moins onéreux de vacciner tout le troupeau que de réaliser les tests PCR et ELISA indispensables pour identifier ces femelles infectées latentes. Le vaccin étant constitué d'une souche de *C. abortus* vivante thermosensible [57].

❖ Conduite à tenir devant des avortements dus à la fièvre Q

L'opportunité d'un traitement antibiotique reste à vérifier ; il devrait cependant permettre de diminuer l'excrétion et donc le risque de contamination dans le troupeau, des autres troupeaux mais aussi de zoonose. L'intérêt de la vaccination avec le vaccin en phase I est en revanche indiscutable [57].

Les essais en infection expérimentale ont clairement démontré que le vaccin protège les animaux indemnes. Les premiers essais en infection naturelle ont montré qu'il ne supprimait pas l'excrétion chez les animaux déjà infectés, mais la PCR classique utilisée ne permettait pas de savoir si cette excrétion était réduite par rapport à celle des animaux non vaccinés. Des essais sont actuellement en cours chez les bovins (par ENV de Nantes et l'Union Bretonne des Groupements de Défense Sanitaire) pour le vérifier. De toute façon, comme en chlamydie, il est vraisemblablement moins onéreux de vacciner tout le troupeau que de faire les tests nécessaires pour identifier les animaux infectés, sauf si des études épidémiologiques démontraient que le taux d'infection dans un troupeau dans lequel il y a une vague d'avortement est très élevé [57].

Dans ce cas, la vaccination uniquement des jeunes pourrait se justifier. Cette vaccination consiste en deux injections à 3 ou 4 semaines d'intervalle de 2 ml de vaccin chez les petits ruminants et de 4 ml chez les bovins. Actuellement un rappel annuel est conseillé, mais il serait nécessaire d'étudier la durée de l'immunité induite par la vaccination pour connaître la pertinence de ce rappel [57].

Contrairement à la chlamydie, le vaccin contre la fièvre Q est un vaccin inactivé, il ne doit donc pas interférer avec un traitement antibiotique et les anticorps contenus dans le colostrum ne devraient donc pas perturber son action. Il serait donc possible de vacciner les animaux avant 3 mois, mais cela reste encore à vérifier. D'autre part le fabricant déconseille son utilisation pendant la gestation, mais jusqu'à présent la vaccination des femelles gestantes n'a entraîné aucun problème, néanmoins la vaccination pendant les derniers mois de gestation est déconseillée [57].

### 2.2.1. Ehrlichiose

#### 2.2.1.1. Agent étiologique

Petite bactérie gram négatif à localisation intracellulaire dans les cellules sanguines de la lignée blanche (particulièrement les polynucléaires neutrophiles), *Anaplasma phagocytophilum* appartient à la famille des *Rickettsiaceae*.

#### 2.2.1.2. Epidémiologie

C'est une maladie vectorielle, dont le principal vecteur est *Ixodes ricinus*. Les cas d'anaplasmose granulocytaire bovine sont donc liés à la présence de tiques, ils sont généralement mis en évidence dans les régions bocagères, landes, forêts de zone tempérées et humides. Cependant, des cas d'anaplasmose granulocytaire bovine ont été découverts dans des zones où aucune tique du genre *Ixodes* n'a pu être mise en évidence. Certaines données épidémiologiques suggèrent que d'autres tiques pourraient transmettre *A. phagocytophilum* dans les zones où *Ixodes* spp. est absent. Par ailleurs, le rôle de vecteurs mécaniques potentiels de diptères piqueurs est envisagé par certains auteurs. L'anaplasmose granulocytaire touche principalement les adultes sans distinction de sexe. [58].

Des avortements réguliers ou en série, survenant majoritairement d'avril à novembre, surtout au printemps et en début d'automne, doivent orienter vers une maladie vectorielle, l'anaplasmose granulocytaire notamment. [58].

#### 2.2.1.2. Physiopathologie

Après pique de tique, au bout de 48-72 heures, *A. phagocytophilum* traverserait l'endothélium des vaisseaux sanguins (signes vasculaires) avant de coloniser les granulocytes neutrophiles (GN) dont elle prolonge la survie par un effet anti-apoptotique, ce qui lui permet de se multiplier avant d'être libérée dans la circulation par la mort des GN. La leucopénie observée serait due à une réduction de la production de progéniteurs dans la moelle osseuse et la fièvre serait associée à la stimulation par la bactérie de la production de médiateurs de l'inflammation par les cellules. Le passage transplacentaire est possible,

cependant la pathogénie de l'avortement est inconnue (effets indirects de l'hyperthermie ?). [58].

#### 2.2.1.3. Symptômes

Fièvre des pâturages ou maladie des gros pâturons sont les appellations diverses de cette maladie. Les signes cliniques associent une hyperthermie souvent franche avec des signes respiratoires discrets, associés ou non à des signes vasculaires= engorgement des pâturons (caractéristique mais présent dans moins de 10% des cas) ; la relation avec les avortements ou les retours en chaleur est suspectée depuis 1964. [58].

Cette maladie vectorielle semble donc jouer un rôle non négligeable dans les avortements bovins en France. En cas de contexte épidémiologique fort, il conviendrait sûrement de faire remonter en première intention la recherche de cet agent pathogène [58].

#### 2.2.1.4. Diagnostic

- **Diagnostic direct** : PCR spécifique *Anaplasma phagocytophilum* (prélèvement : sang sur tube EDTA au maximum 8 jours post-avortement) ou PCR multi-agents (prélèvements : écouvillon endocervical ou placenta)
- **Diagnostic indirect** : cinétique par la technique d'immunofluorescence indirecte (IFI) sur le sang de l'avortée (le cas échéant en cas de suspicion forte d'anaplasmose granulocytaire bovine : cinétique sur les vaches à problème de reproduction du lot touché par les avortements) [58].

#### 2.2.1.5. Méthodes de lutte

- **Réduction de l'exposition au vecteur ou à la bactérie :**

Sur des terrains à risque, là où les fougères sont endémiques notamment, veiller à reculer les fils de clôtures des pâtures par rapport aux talus.

Lors des périodes à risque (printemps, automne) ou dès qu'on trouve quelques tiques fixées sur les animaux, traitement préventif en pour-on avec une activité validée vis-à-vis des tiques (acaricide).

Lors d'introduction d'animaux naïfs (achats, ou génisses prêtes élevées sur un autre site non à risque), traiter avec un acaricide pour-on immédiatement à l'introduction, pour retarder l'infestation et diminuer le risque infectieux. Ce sont des maladies de translocation.

Eviter dans la mesure du possible le pâturage en zones à risque des femelles en état de gestation.

- **Exposition minimale des jeunes aux agents de maladies vectorielles :**

Faire pâturer les génisses non inséminées dans les zones à risque de manière à favoriser une immunisation naturelle, avec une surveillance attentive des animaux toutefois.

Lors de conduite séparée des génisses sur un site éloigné, réfléchir à la possibilité éventuelle d'introduire des génisses de deuxième année non inséminées pour une infestation minimale.

L'oxytétracycline est l'antibiotique de choix dans le traitement de cette maladie et éventuellement dans la prévention lors de translocation d'animaux : un traitement ciblé, par exemple 10-12 jours après la mise en pâture à risque avec une présentation dite « longue action », ou alors au premier vêlage si les génisses pleines sont introduites au dernier moment, peut permettre de retarder l'infection et limiter l'incidence clinique (et en théorie l'incidence économique) [58].

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

## OBJECTIFS

Les avortements constituent l'un des préoccupations majeures de l'éleveur en Algérie. Les avortements d'origines infectieuses ou parasitaires peuvent être vectorisées ou non. Plusieurs vecteurs de maladies abortives ont été identifiés dont les plus importants, les tiques.

Les tiques (acariens – *Ixodidae*) sont des ectoparasites hématophages de plusieurs vertébrés. Elles ont un impact sévère sur la santé et les productions animales et ce du fait de leur action directe sur les animaux parasités : spoliation sanguine, lésions cutanées, action toxique et autres, mais surtout du fait de leur rôle comme vecteurs de nombreux agents pathogènes comme des protozoaires, des rickettsies, des bactéries et des virus, responsables de maladies graves chez les animaux, tel que l'avortement.

Dans cette thèse, notre objectif a été double :

En premier lieu, la recherche et l'identification des tiques isolées sur plusieurs espèces animales domestiques ;

En deuxième lieu, l'étude des principales maladies abortives vectorisées par ces tiques chez les bovins en Algérie : Theilériose, babésiose et anaplasmosse.

## PREMIERE ETUDE : I

### RECHERCHE ET IDENTIFICATION DES TIQUES CHEZ LES ANIMAUX DOMESTIQUES

#### I.1. Introduction

Les tiques sont présentes dans le monde entier et constituent un groupe important d'arthropodes vecteurs, caractérisés par la diversité des agents pathogènes qu'ils transmettent, par leur impact sur la santé humaine et animale. Elles peuvent être observées dans des habitats très variés, des plus secs aux plus humides [63]. Les agents pathogènes transmis entre animaux par les arthropodes vecteurs ont été responsables d'une morbidité et d'une mortalité importantes dans le monde entier [64]. Les tiques sont les vecteurs les plus importants des maladies à transmission vectorielle en termes de santé humaine et animale [65,66].

Chez les camélidés, les taux de mise bas dépassent rarement 40 % dans les troupeaux migratoires et 70 % dans les troupeaux intensifs [67,68]. Les avortements sont considérés comme les principales causes d'échec de la reproduction et de stérilité des chameaux et leurs taux varient de 10 % à plus de 70 % dans certaines régions [67,68]. Chez les chameaux, les agents pathogènes transmis par les tiques qui peuvent provoquer des avortements comprennent *Coxiella burnetii* [69], *Theileria* [70] et *Anaplasma* [71.72.73]. La séroprévalence de *Coxiella burnetii* a été révélée à 80% chez les chameaux testés et à 100% des troupeaux infectés [74].

En Algérie, le nombre total de chameaux a été estimé à 344 015, dont la majorité se trouve dans le désert du Sahara [75]. Le chameau représente un intérêt économique certain et reste une source principale de protéines animales pour la population saharienne [76]. Les maladies parasitaires sont une maladie pathologique majeure des chameaux algériens, en particulier l'infestation par les tiques [77, 78].

Cependant, l'étude des avortements chez les chameaux et de leur relation avec les tiques a été peu étudiée et reste limitée. C'est pourquoi cette étude a été menée, dans la région de Ouargla, au sud de l'Algérie, pour étudier la relation entre le taux d'avortement des chameaux et la présence de différentes espèces de tiques connues comme vecteurs d'agents pathogènes abortifs dans les élevages de chameaux.

## I.2. Objectif

Dans cette étude, notre objectif a été la recherche et l'identification de l'un des plus importants vecteurs de maladies abortives qui sont les tiques. L'étude a été effectuée dans la région de Médéa et Ouargla et a concerné quatre espèces animales : les bovins, les ovins, les chiens et le dromadaire. Chez les dromadaires, l'impact des avortements a été évalué par rapport à l'infestation par les différentes espèces de tiques retrouvées.

## I.3. Matériel et méthodes

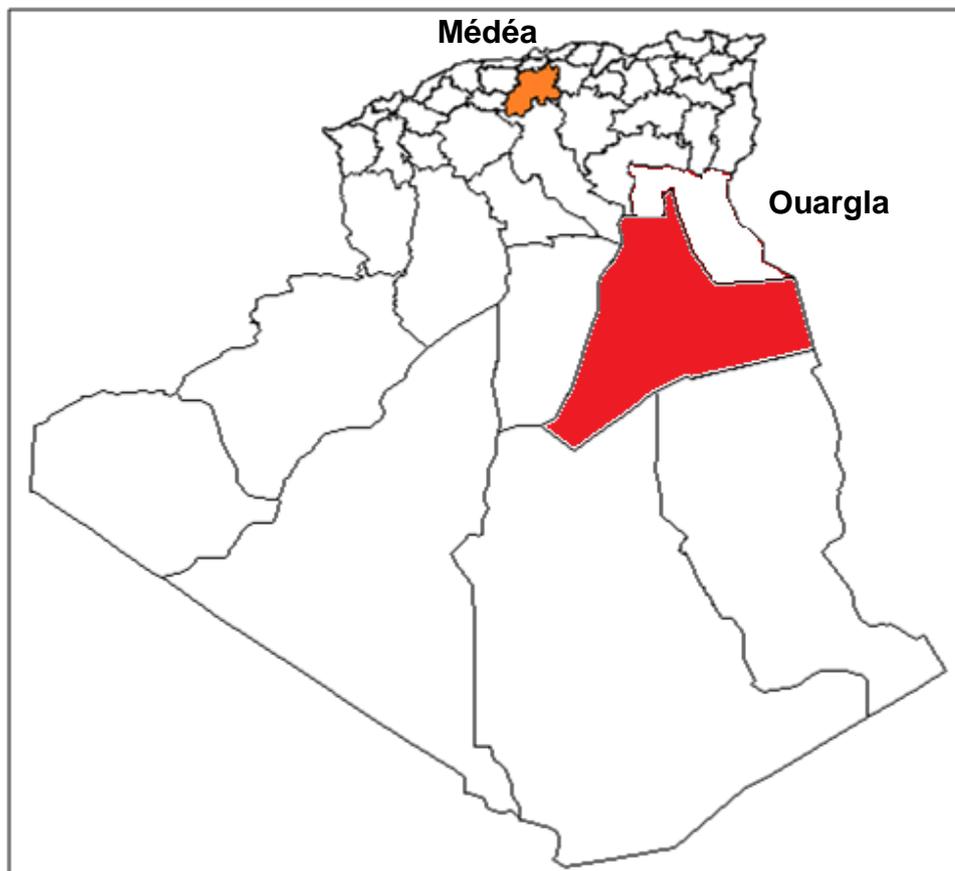
### I.3.1. Zone d'étude

La wilaya de Médéa est située dans le centre du pays au cœur de l'Atlas tellien. Est une zone de transit et un trait d'union entre le Tell et le Sahara, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'ouest. Elle est délimitée: au nord, par la wilaya de Blida; à l'ouest, par les wilayas de Aïn Defla et Tissemsilt; au sud, par la wilaya de Djelfa; à l'est, par les wilayas de M'Sila et Bouira.

La wilaya de Médéa se caractérise par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines de faible extension. Au sud, elle s'étend aux confins des hautes plaines steppiques. La wilaya se caractérise par quatre principales zones géographiques : Le Tell montagneux, région forestière au relief marqué, au climat rude et peu peuplée, ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat; le Tell collinéen, région de peuplement à vocation agricole, située dans le centre de la wilaya ; les plaines du Tell situées à l'intérieur du Tell collinéen, elles sont consacrées à la céréaliculture, toutefois la polyculture est récemment implémentée; le piémont méridional du Tell zone de transition vers les hautes plaines steppiques, il est caractérisé par une pluviométrie irrégulière. Le climat de Médéa se distingue par des caractéristiques dues à sa position sur les monts de l'Atlas tellien et son altitude qui atteint 1240 m ainsi qu'à son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest. [79]

Ouargla est située dans le Nord-Est de l'Algérie, plus précisément dans la partie septentrionale du Sahara algérien. Elle se situe à 190 km à l'est de Ghardaïa, 160 km au sud-ouest de Touggourt, 388 km au sud de Biskra.

Ouargla a un climat désertique chaud typique du désert du Sahara dans lequel elle se trouve. La ville possède des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts. Les températures moyennes de la ville sont les plus élevées des grandes villes d'Algérie dont Ouargla fait partie. La température du mois de juillet qui est le mois le plus chaud est d'environ 43 °C. La chaleur prend un caractère persistant et désagréable en été avec des températures qui dépassent parfois les 49 °C. En moyenne, la ville de Ouargla connaît une température égale ou supérieure à 35 °C sur plus de 135 jours et 40 °C sur plus de 83 jours, Les précipitations enregistrées dans la ville de Ouargla sont limitées à seulement 55 mm par an en moyenne [79].



**Figure 4.1** : Présentation de la région d'étude

### I.3.2. Période d'étude et population :

L'étude a été effectuée entre Janvier 2017 et Décembre 2017 et a concerné les bovins, Ovins, les dromadaires et les chiens. Le questionnaire a concerné 35 vétérinaires praticiens.

### I.3.3. Identification des animaux et des prélèvements

- **Les animaux :**

Un protocole d'enquête était fourni à chaque visite. Il comprenait notamment des fiches de recueil de commémoratifs permettant d'identifier chaque animal participant à l'enquête mais aussi les prélèvements effectués.

Une fiche concernant chaque animal était réalisée. Elle reprenait chaque caractéristique de l'animal :

- L'espèce
- La race
- L'âge
- Le sexe

Pour les dromadaires, l'étude a concerné 350 dromadaires (171 males et 179 femelles).

- **Les prélèvements**

Les animaux ont été minutieusement examinés. Les tiques ont été récoltées à l'aide d'une pince chirurgicale par simple traction, cette traction doit être ménagée et fait avec douceur pour ne pas abimer le rostre qui est important dans la diagnose des tiques et sans application d'aucune substance (éther, acaricide, etc...). Les tiques prélevées sur le même animal sont conservées dans un même flacon contenant de l'alcool à 70°. Les flacons sont préalablement identifiés, chaque flacon correspondra à une fiche portant la date de prélèvement et l'âge et le sexe de l'animal. Ces derniers sont acheminés vers le laboratoire de parasitologie de l'Institut Des Sciences Vétérinaires Blida 1 pour l'identification.

### I.3.4. Identification des Tiques :

Au laboratoire, l'identification des parasites a été réalisée sous loupe binoculaire. Leur manipulation a été effectuée dans une boîte de pétri à l'aide d'une pince. Le corps est humidifié avec de l'alcool à 70° pour éviter la dessiccation et enlever les débris. L'identification a été réalisée selon la clés d'Estrada-Pena et al. (2004) [80].

### I.3.5. Analyses statistiques

Le programme statistique utilisé était le R i386 3.0.2 pour l'interface utilisateur graphique Windows. Le test du chi carré et les tests à plages multiples ont été utilisés pour l'analyse statistique. La valeur seuil des différents tests était  $P < 0,05$ .

## I.4 Résultats

### I.4.1. Région d'Ouargla

Un nombre total de 215/350 (61,4%) chameaux ont été révélés infestés par des tiques, dont 137/171 (80,1%) et 78/179 (43,6%) étaient des mâles et des femelles, respectivement (tableau 4.1). Les mâles se sont révélés plus infestés que les femelles ( $P < 0,001$ ).

Un certain nombre de 46/179 (25,7%) chameaux femelles ont avorté et tous (100%) se sont révélés infestés par des tiques. Cependant, seuls 32/133 (24,1 %) des chameaux non avortés étaient infestés par des tiques (tableau 4.1). La prévalence de l'infestation par les tiques était significativement plus élevée chez les chameaux avortés que chez les chameaux non avortés ( $P < 0,000$ ) (tableau 4.1).

Les tiques étaient plus fréquentes en été ( $P < 0,001$ ) et chez les chameaux âgés de 1 à 4 ans ( $P < 0,0001$ ) (tableau 4.1).

Un nombre total de 298 tiques a été collecté, dont 70 larves et 228 adultes. En outre, 240 et 58 tiques étaient respectivement des mâles et des femelles. L'identification des espèces de tiques a révélé *Hyalomma dromedarii* Koch, 1844 (90,9%), *Hyalomma impeltatum* Schulze et Schlottke, 1930 (5,37%) et pour la première fois en Algérie, *Amblyomma variegatum* Fabricius, 1794 (2,35%) et *Rhipicephalus turanicus* (1,34%). Les chameaux étaient plus infestés par *H. dromedarii* que les autres espèces ( $P < 0,001$ ) (Tableau 4.2).

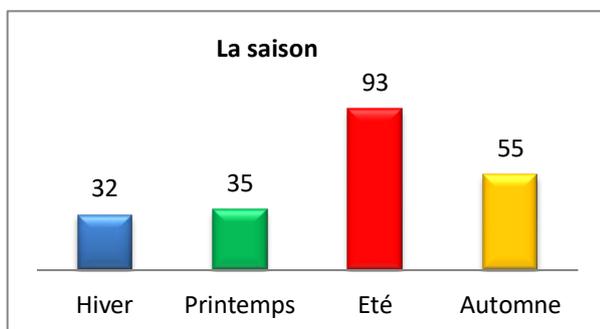
Un nombre de 46/46 (100%), 10/46 (21,7%) et 3/46 (6,52%) des chameaux avortés étaient infestés par *H. dromedarii*, *H. impeltatum* et *A. variegatum* respectivement (tableau 4.2).

*H. dromedarii* a été isolé tout au long de l'année et *H. impeltatum* a été isolé uniquement pendant la saison printanière. *A. variegatum* et *Rh. turanicus* ont été isolés en été.

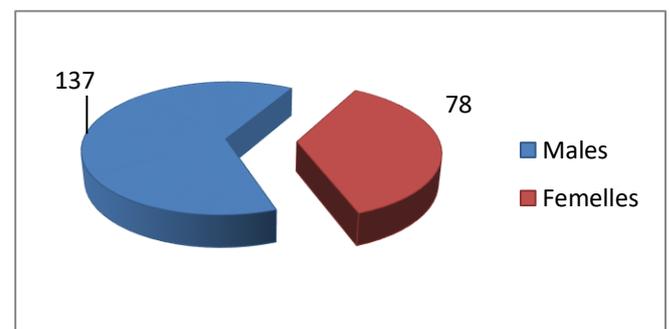
**Tableau 4.1:** Nombre de dromadaires examinés (n=350) et prévalence d'infestation par les tiques à Ouargla.

Risk factors	Varriables	Nbre de dromadaires infestés (%)
<b>Saisons</b>	Hiver	32 (14.9)
	Printemps	35 (16.3)
	Eté	93 (43.2)*
	Automne	55 (25.6)
<b>Sexe</b>	Males	137 (80.1)*
	Femelles	78 (43.6)
	Total	215 (61.4)
<b>Age (années)</b>	< 1	33 (15.3)
	1-4	170 (79.1)*
	5-8	7 (3.25)
	> 8	5 (2.32)
<b>Avortements</b>	Oui	46 (100)*
	Non	32 (24.1)

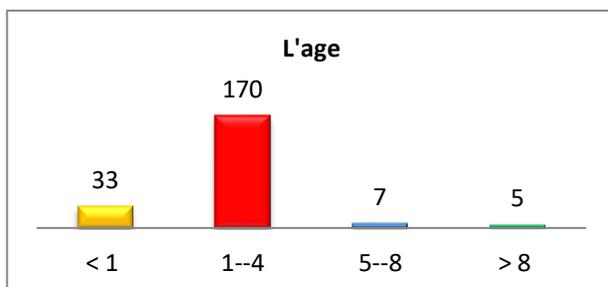
\*Ces valeurs varient significativement par rapport aux valeurs de la même colonne ( $P < 0.05$ ).



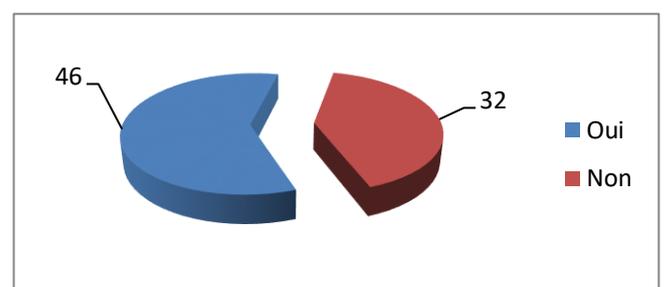
**Figure 4.2 :** Répartition selon la saison



**Figure 4.3 :** Répartition selon le sexe



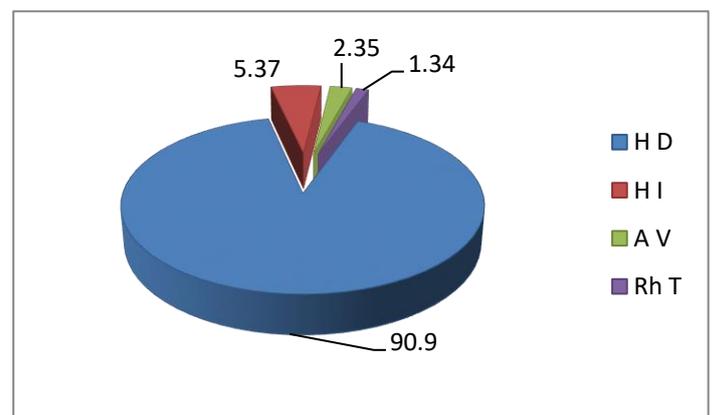
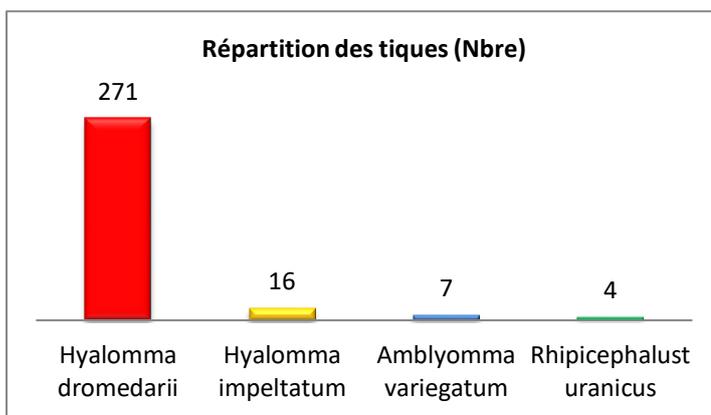
**Figure 4.4 :** Répartition selon l'âge



**Figure 4.5 :** Répartition selon l'avortement

**Tableau 4.2:** Pourcentage des tiques prélevées sur les dromadaires dans la région d'Ouargla.

Espèces de tiques	N° tiques	Proportion (%)	N° dromadaires avortées et infestés (%)
<i>Hyalomma dromedarii</i>	271	90.9*	46 (100)*
<i>Hyalomma impeltatum</i>	16	5.37	10 (21.7)
<i>Amblyommavariegatum</i>	7	2.35	3 (6.52)
<i>Rhipicephalusturanicus</i>	4	1.34	00
<b>Total</b>	<b>298</b>	<b>100</b>	

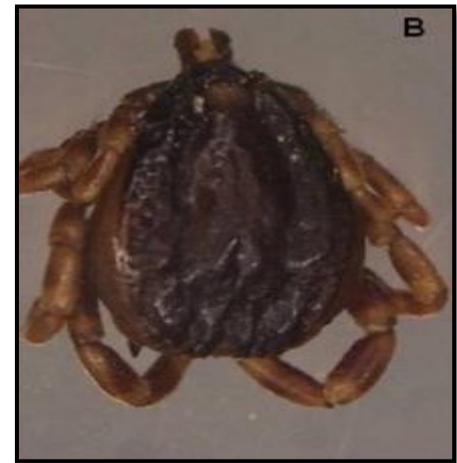


**Figure 4.6 :** Répartition des tiques selon le nombre

**Figure 4.7 :** Répartition selon la proportion



**Figure 4.8:** Présence de tiques au pourtour de l'anus du dromadaire



**Figure 4.9 :** Tique d'*Hyalomma dromedarii*

#### I.4.2. Région de Médéa

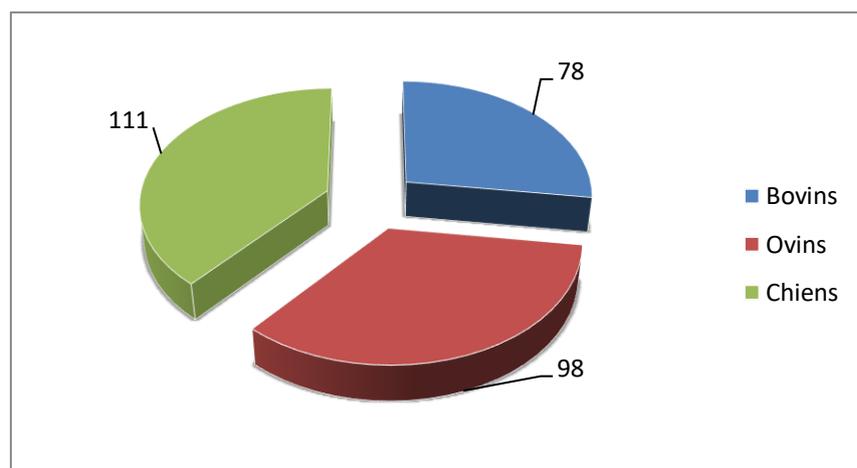
Pendant notre étude, nous avons récolté 331 tiques adultes dont 122 tiques femelles et 162 tiques males et 47 nymphes. Les tiques ont été récoltées sur des animaux domestiques à savoir (Bovins, Ovins et chien).

##### 1. Taux d'infestation par espèce :

D'après le tableau 4.3 et la figure 4.4, le taux d'infestation est beaucoup plus élevé chez les Chiens, vient en deuxième lieu les ovins et enfin les bovins avec une infestation moyenne.

**Tableau 4.3 :** Taux d'infestation par les tiques selon les espèces.

Espèce	Bovins	Ovins	Chiens
<i>Boophilus spp</i>	26	26	14
<i>Rhipicephalus</i>	30	63	88
<i>Heamaphilus</i>	16	9	9
<i>Hyalomma</i>	6	0	0
Nymphe	8	12	27
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>110</b>	<b>138</b>
<b>Total Adulte</b>	<b>78</b>	<b>98</b>	<b>111</b>



**Figure 4.10:** Taux d'infestation par les tiques selon les espèces.

## 2. Taux d'infestation mensuelle

D'après la figure 4.4 le taux d'infestation est variable au cours de la durée de notre travail (Juin - décembre 2017), l'infestation a été présente durant tous les mois, un pic a été observé le mois de juin avec (26.13%), puis nous avons remarqué une chute progressive de Juillet (21.95%) jusqu'au décembre (6,97%).

**Tableau 4.4** : Taux d'infestation mensuel durant la période d'étude (Juin-décembre 2017).

	<b>Bovins</b>	<b>Ovins</b>	<b>Chiens</b>	<b>Total</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>Juin</b>	23	21	31	<b>75</b>	<b>26,13</b>
<b>Juillet</b>	19	18	26	<b>63</b>	<b>21,95</b>
<b>Aout</b>	20	12	11	<b>43</b>	<b>14,98</b>
<b>Septembre</b>	10	6	23	<b>39</b>	<b>13,59</b>
<b>Octobre</b>	13	7	11	<b>31</b>	<b>10,80</b>
<b>Novembre</b>	4	2	10	<b>16</b>	<b>5,57</b>
<b>Décembre</b>	9	6	5	<b>20</b>	<b>6,97</b>
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>72</b>	<b>117</b>	<b>287</b>	<b>100</b>

## 3. Taux d'infestation mensuel par hôtes :

La figure 4.5 montre le taux mensuel d'infestation chez les trois espèces étudiés. Les analyses ont fourni les informations suivantes :

- Chien :

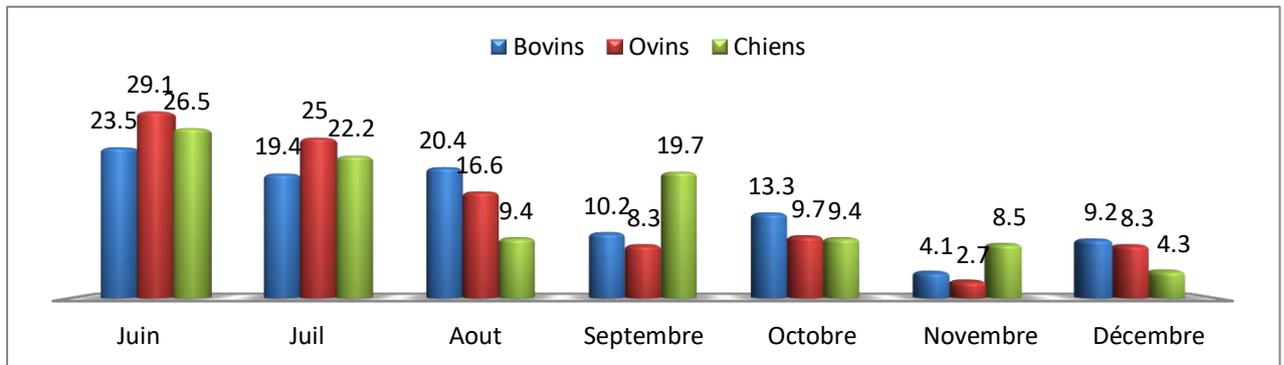
Le taux d'infestation des chiens est le plus important, variable au cours des mois, il atteint son maximum en juillet (26) et une atteinte presque nulle en décembre (5).

- Ovins :

Le taux d'infestation des ovins est aussi important que celui des chiens au cours des mois, avec une atteinte maximum en Juin (29,1%), le taux le plus faible est observé en Novembre (2.7%), et moyen pour les autres mois.

- Bovins :

Le taux d'infestation chez les Bovins est plus important en Eté (23), et atteint un minimum en hivers avec un taux de (4), et une atteinte presque moyenne dans les autres mois.



**Figure 4.11** : Taux d'infestation mensuel chez les différentes espèces.

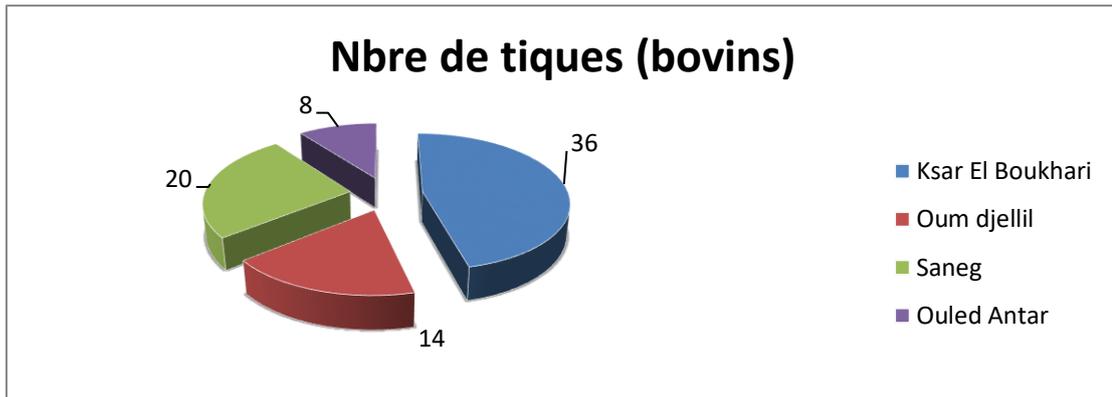
#### 4. La répartition spatiale des tiques

##### Bovins :

Le tableau 4.5 montre que la région de Ksar El Boukhari est la plus infestée avec (45%), la commune de Saneg viens en deuxième position avec (26%), en troisième rang viens la commune d'Oum Djellil avec (18%), en dernière position la commune d'Ouled Antar avec (10%).

**Tableau 4.5** : Répartition des tiques bovine selon les communes.

Communes	Nbre de bovins	Nbre de tiques	Pourcentage
<b>Ksar El Boukhari</b>	5	36	45
<b>Oum djellil</b>	2	14	18
<b>Saneg</b>	3	20	26
<b>Ouled Antar</b>	1	8	10
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>78</b>	<b>100</b>



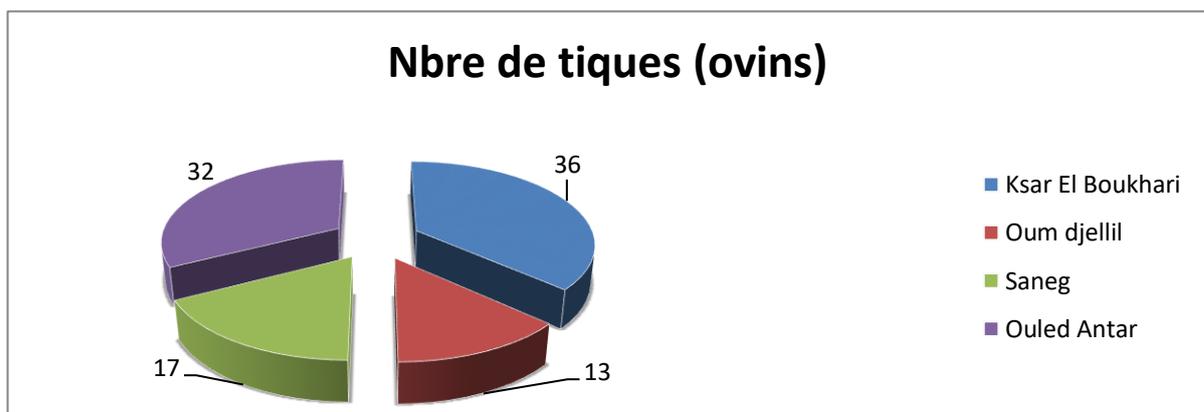
**Figure 4.12** : Répartition des tiques bovine selon les communes.

### Ovins

Le tableau 4.6 montre que la région de Ksar El Boukhari est la plus infestée avec (35%), la commune de Ouled Antar viens en deuxième position avec (31%), en troisième rang viens la commune de Saneg avec (17%), en dernière position la commune d'Oum Djellil avec (13%).

**Tableau 4.6** : Répartition des tiques ovine selon les communes.

Communes	Nbre de bovins	Nbre de tiques	Pourcentage
<b>Ksar El Boukhari</b>	8	36	35
<b>Oum djellil</b>	4	13	13
<b>Saneg</b>	3	17	17
<b>Ouled Antar</b>	6	32	31
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>98</b>	<b>100</b>



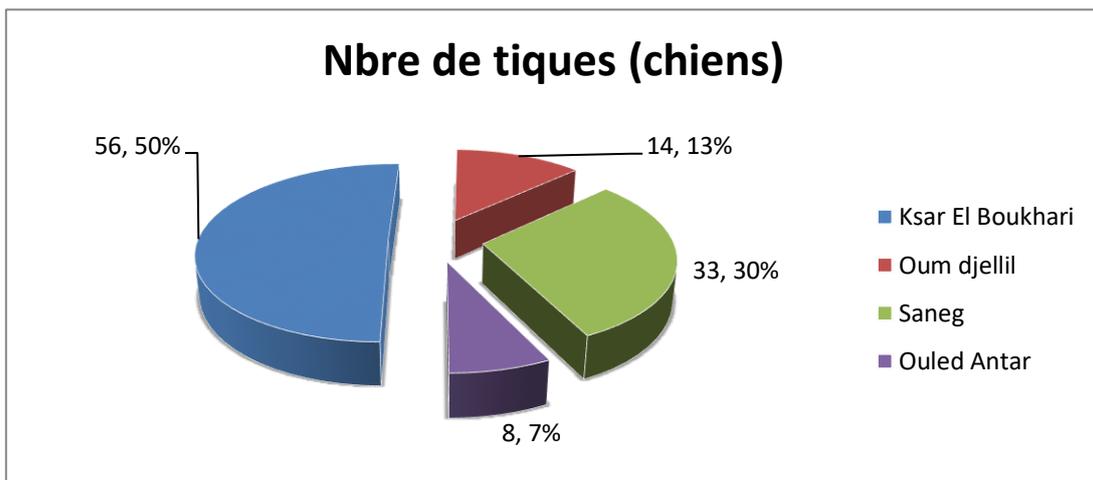
**Figure 4.13**: Répartition des tiques ovine selon les communes.

### Chiens :

Le tableau 4.7 montre que la région de Ksar El Boukhari est la plus infestée avec (56%), la commune de Saneg viens en deuxième position avec (33%), en troisième rang viens la commune d'Oum Djellil de avec (14%), en dernière position la commune Ouled Antar avec (8%).

**Tableau 4.7 :** Répartition des tiques canine selon les communes.

Communes	Nbre de chiens	Nbre de tiques	Pourcentage
Ksar El Boukhari	4	56	56
Oum djellil	2	14	14
Saneg	3	33	33
Ouled Antar	1	8	8
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>111</b>	<b>100</b>



**Figure 4.14 :** Répartition des tiques canine selon les communes.

### I.5. Discussion

Les tiques sont des vecteurs importants de divers agents pathogènes qui ont un impact significatif sur la santé humaine et animale, en particulier dans les pays de l'hémisphère sud. Diverses maladies parasitaires ont été signalées comme étant les principaux problèmes affectant la santé, la productivité et les performances des chameaux. Les tiques sont l'un des plus importants parasites qui affectent la santé, la productivité et les performances des chameaux en transmettant divers agents pathogènes, en provoquant des pertes de sang et des irritations [81, 82].

Dans cette enquête, nous avons étudié la relation entre le taux d'avortement des femelles de chameaux et la présence de tiques. Quatre espèces de tiques ont été identifiées : *Hyalomma dromedarii* (90,9%), *Hyalomma impeltatum* (5,37%) et pour la première fois en Algérie, *Amblyomma variegatum* (2,35%) et *Rhipicephalus turanicus* (1,34%). Toutes les femelles de chameau ayant avorté ont été infestées par ces tiques, à l'exception de *Rh. turanicus*.

Un nombre total de 215/350 (61,4%) chameaux ont été trouvés infestés par des tiques dans notre étude. Cette prévalence était en accord avec les résultats de Moshaverinia et Moghaddas [83] en Iran et Dinka et al. [84] en Ethiopie. En revanche, notre résultat est inférieur à celui de Bouhous et al [77] en Algérie, de Kiros et al [85] en Ethiopie et de Lawal et al [86] au Nigeria.

Par rapport au type de sexe, les mâles de chameaux se sont avérés être significativement plus infestés par les tiques que les femelles, ce qui est en accord avec Bouhous et al [78].

Dans notre étude, les tiques étaient présentes sur les chameaux tout au long de l'année, ce qui est conforme aux conclusions de Faye et al [87]. En revanche, les tiques étaient plus fréquentes en été dans notre étude, ce qui est en accord avec Moshaverinia et Moghaddas [83], Jemli et autres [88].

*H. dromedarii*, est le chameau le plus parasité par *Hyalomma spp.* Dans notre étude, les chameaux ont été détectés plus infestés par *H. dromedarii* que par d'autres espèces, ce qui est en accord avec Bouhous et al. [78] en Algérie, Alanazi et al. [91] en Arabie Saoudite et dans d'autres parties du monde [83, 85 ]

*H. dromedarii* a un rôle important dans la transmission d'agents pathogènes comme *Theileria* [94], *Rickettsia* [81], *C. burnetii* [74], *Anaplasma* [72, 73] et des virus [95] dont certains peuvent être abortifs. Dans notre étude, des tiques *H. dromedarii* ont été observées chez toutes les femelles de chameau avorteuses, ce qui nous amène à suspecter leur rôle potentiel dans les avortements dans les élevages de chameaux.

*H. dromedarii* est la tique la plus révélée chez les chameaux peut être liée à l'adaptation de cette tique aux conditions climatiques défavorables du Sahara, sachant qu'elle peut effectuer plusieurs cycles au cours de l'année [81]. Le rassemblement des chameaux autour des points d'eau des oasis facilite leur infestation, car les oasis offrent un microclimat favorable aux tiques, notamment du genre *Hyalomma* [78], qui ont de longues pattes et se déplacent activement à la recherche des chameaux [81].

*H. impeltatum* partage des hôtes et des zones géographiques similaires à ceux de *H. dromedarii* [81]. Il a été révélé comme vecteur de *Theileria annulata*, un agent abortif chez les bovins [96]. L'infection à *Theileria* a été signalée chez les chameaux en Egypte [97] et en Arabie Saoudite. L'infection à *Theileria* a été signalée chez des chameaux souffrant de symptômes incluant l'avortement. Dans notre étude, toutes les tiques de *H. impeltatum* ont été observées chez des chameaux avortés, ce qui nous amène à suspecter leur rôle potentiel dans ces avortements.

Le nombre de tiques d'*H. impeltatum* collectées était de 16/298 (5,37%), ce qui est conforme aux résultats d'Elghali et Hassan [93] et supérieur aux résultats de Moshaverinia et Moghaddas [83].

Les tiques *A. variegatum* sont considérées comme l'une des plus importantes espèces de tiques présentes en Afrique [81, 98]. Elle peut entraîner de graves pertes économiques en raison de la réduction de la production laitière et de la mort du bétail [99]. Elle a été impliquée comme vecteur d'*Ehrlichia ruminantium*, maladie cardiaque [100] et de *Dermatophilus congolensis*, dermatophilosis [101]. Il transmet également *Ehrlichia bovis*, responsable de l'ehrlichiose bovine, et les protozoaires *Theileria mutans* et *Theileria velifera*, responsables de la théilériose bovine bénigne [81]. Dans notre étude, *A. variegatum* a été isolé pour la première fois en Algérie sur des chameaux avec un pourcentage de 2,35% de toutes les tiques collectées. Ce résultat est cohérent

avec les données fournies par Hassan et al [94], en Egypte, Zeleke et Bekele [102] et Kiros et al [85], en Ethiopie.

*Rh. turanicus* est un *Rhipicephalus* typique du bétail et Kiros et al [81]. Dans notre étude, le *Rh. turanicus* était moins répandu, représentant 1,34 % des tiques trouvées, ce qui est similaire à l'étude décrite en Arabie Saoudite par Al anazi et al [91] et Diab et al [103] et en Iran par Moshaverinia et Moghaddas [83].

Parmi les maladies émergentes, certaines sont vectorisées, c'est-à-dire transmissibles de façon biologique par des arthropodes hématophages, comme les moustiques, certaines mouches, les puces ou les tiques. Ces maladies sont particulières, car la diversité et la complexité des cycles épidémiologiques des agents pathogènes responsables compliquent leur étude et leur surveillance.

Les tiques sont les arthropodes hématophages qui transmettent la plus grande diversité d'agents pathogènes (bactéries, virus et parasites). Elles sont présentes dans une grande variété de milieux différents, des zones subarctiques aux zones désertiques, ainsi que dans les milieux tropicaux et tempérés et peuvent se nourrir sur les mammifères, les oiseaux et les reptiles.

Les maladies vectorisées ont des cycles parfois complexes, faisant intervenir différents types d'hôtes ainsi qu'un ou plusieurs vecteurs. La surveillance de ces maladies peut ainsi faire intervenir plusieurs composantes, s'intéressant aux différents acteurs du cycle : les espèces réservoirs, les espèces sensibles et les vecteurs.

Dans notre étude, nous avons isolés plusieurs espèces de tiques (*Boophilus*, *Rhipicephalus*, *Heamaphysalis*, *Hyalomma*), ce qui indique la diversité des espèces de tiques dans la région de Médéa. *Rhipicephalus sp*, est connu comme vecteur des agents de la babésiose bovine.

Nos résultats ont montré que la babésiose dans la région de Médéa a été observée au cours des douze mois de l'année. Cependant, la période s'étalant entre Juin et septembre (Eté) se distingua par le un taux très important 70,2%, Comparativement, selon l'étude de Sergent et coll, les cas de la babésiose bovines s'observent sur toute l'année en Algérie, mais la majorité 80% des sont concentrés entre juin et septembre [104]. Ceci pourrait s'expliquer par la littérature

que l'activité des tiques est durable durant toute l'année, rend l'apparition des cas de la babésiose possible au cours de toute l'année, plus particulièrement entre le printemps et l'automne où l'activité des tiques est maximale, donc elle se multiplie rapidement, sachant que les agents de ces maladies inoculent aux bovins par la larve, la nymphe et la femelle dès les premiers jours du repas sanguin.

Notre étude a montré que la fréquence de babésiose atteint un pourcentage élevé 45,45% par rapport aux theilériose et anaplasmoses avec 21,81%, 12,72% respectivement, ceci pourrait s'expliquer qu'il y'a deux vecteurs (*Boophilus annulatus*, *Rhipicephalus bursa*) qui transmettent la babésiose, tandis que un seul vecteur (*Hyalomma detritum*) pour la theilériose [104], l'anaplasmoses est vectorisée par les tiques et beaucoup plus par les insectes diptères hématophages, ou la transmission est effectuée mécaniquement, mais cela ne peut s'arriver que lorsque cette dernière soit immédiate et que le sang gorgé soit frais, et aussi conditionner par l'importante proportion d'érythrocytes infectés portés par les diptères, donc la quantité rare de cellules sanguines qu'un diptère peut transférer dans son appareil sucto-picador sont directement liés à la probabilité de transmission [105].

D'après les résultats obtenus, les bovins adultes sont plus touchés avec 81,39% par rapport aux jeunes 18,60%. Comparativement, selon l'étude de Celine Marchal, les jeunes veaux âgés de 3 à 9 mois ont une plus grande résistance à l'infestation, ce qui donne une incidence et des mortalités associées qui sont très nettement inférieures dans cette d'âge [105], Ceci pourrait s'expliquer, le fait que les veaux sont nés de mères immunisées. Pour le sexe, les femelles sont plus infestées avec un taux de 74,35% par rapport aux mâles 25,64%, cela pourrait être expliqué, que l'immunité des femelles diminue lors de la période de gestation et la lactation, et diminue aussi par des maladies intercurrentes qui augmentent la sensibilité de l'animal vis à vis la babésiose [80], de plus dans notre région d'étude, l'effectif des femelles est beaucoup plus que les mâles puisque la plupart des élevages sont des élevages familiaux.

## DEUXIEME ETUDE : II

### ETUDE DES PRINCIPALES MALADIES VECTORIELLES ABORTIVES CHEZ LES BOVINS EN ALGERIE

#### II.1. Introduction

La théilériose, la babésiose et l'anaplasmose sont considérées comme les maladies abortives à transmission vectorielle les plus importantes dans la production bovine au niveau mondial, avec un impact économique important qui entraîne des pertes dans la production bovine par la réduction de la production laitière, la perte de poids, l'avortement et même la mort [106,107 ,108 ,109 ,110].

La théilériose et la babésiose (ou piroplasmose) sont deux infections protozoaires à transmission vectorielle [107]. En Afrique du Nord, la théilériose bovine est causée par *Theileria annulata* et la babésiose bovine par *Babesia bovis*, *B. bigemina* et *B. divergens* [111,112 ,113 ,114 ,115]. En Algérie, les principaux vecteurs de ces espèces parasitaires sont *Rhipicephalus bursa*, *R. annulatus* et *Hyalomma scupense*, avec plus de la moitié des cas cliniques de piroplasmose diagnostiqués comme une théilériose tropicale [116 ,117 ,118].

L'anaplasmose bovine est une maladie infectieuse à transmission vectorielle causée par la bactérie intercellulaire obligatoire, *Anaplasma marginale*, l'agent étiologique le plus courant [119 ,120]. D'autres espèces d'*Anaplasma* peuvent infecter les bovins, comme *A. phagocytophilum*, *A. centrale* et *A. bovis* [121]. *A. marginale* est endémique dans le monde entier, en particulier dans les zones tropicales et subtropicales [121].

La prévalence de la théilériose chez les bovins s'est avérée systématiquement plus élevée que celle de la babésiose et de l'anaplasmose. L'étude de Rahali et al. 2014 [108] au Maroc a révélé que la prévalence de la théilériose chez les bovins (35,6 %) était supérieure à celle de la babésiose (12 à 13,6 %) et de l'anaplasmose (20,5 %). En Égypte, la prévalence de l'anaplasmose chez les bovins a été détectée à 3,5 % seulement [122].

En Algérie, l'étude menée par Ziam et al. 2016 dans l'extrême nord-est du pays a révélé que *T. annulata*, *B. bovis* et *A. marginale* ont été identifiés dans 74,6%, 4,3% et 15,2% des cas respectivement [123].

Pour mener à bien un programme de lutte efficace, il est nécessaire d'avoir une connaissance précise de l'épidémiologie locale des maladies. Cependant, peu d'études ont été réalisées en Algérie malgré le fort impact socio-économique de ces infections et la forte incidence des cas cliniques. À notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée dans le centre du pays. Par conséquent, la présente étude a été réalisée dans la région de Médéa, dans le centre-nord de l'Algérie, et s'est concentrée sur l'étude des signes cliniques et l'estimation de la prévalence de la piroplasmose bovine (babésiose et théilériose) et de l'anaplasmose. Les tiques ont été collectées et identifiées sur tous les animaux infectés. Les pertes économiques ont été évaluées par rapport aux frais de traitement.

## II.2. Matériels et méthodes

### II.2. 1. Région d'étude

Cette étude a été réalisée entre juin et août 2017 dans des élevages bovins de la région de Médéa ( $36^{\circ}15'51''N$ ,  $2^{\circ}45'14''E$ ), au centre-nord de l'Algérie. La région de Médéa est montagneuse et se situe à 910 m au-dessus du niveau de la mer. Elle a un climat tempéré chaud caractérisé par des étés chauds, et des hivers froids et humides avec une pluviométrie moyenne de 410 mm par an (MADR, 2013).

- **Les animaux**

L'étude a été réalisée sur 55 exploitations de bovins laitiers et a porté sur 103 bovins. Le diagnostic de la theilériose, de la babésiose et de l'anaplasmose était basé sur les symptômes cliniques observés chez chaque bovin malade.

Les pertes économiques dues à l'infection des animaux par les trois maladies ont été évaluées par rapport au coût du traitement.

- **Prélèvement de tiques**

Des échantillons de tiques ont été prélevés sur tous les bovins malades. Les tiques collectées et stockées dans des flacons identifiés contenant 70 % d'alcool ont été identifiées sous une loupe binoculaire à l'aide de la clé de Walker et al. (2003).

- **Analyse des données**

L'étude de corrélation a été réalisée par le test de corrélation de Pearson et, pour les comparaisons multi-variables, une ANOVA à sens unique a été effectuée,

suivie d'un test de Tukey-Kramer à l'aide du logiciel R version 3.0.1 (R Core Team 2013). Les différences ont été jugées significatives à  $p < 0.05$ .

### II.3. Résultats

Parmi les 103 bovins malades, la théilériose, la babésiose et l'anaplasmosse ont été diagnostiquées respectivement chez 72/103 (69,90%), 21/103 (20,38%) et 10/103 (9,70%) (tableau 4.8).

Les bovins se sont révélés plus infectés par la théilériose que par la babésiose ou l'anaplasmosse ( $p < 0,0001$ ) (tableau 4.8).

Par rapport à l'âge et au sexe des bovins, les bovins adultes et les femelles se sont avérés être les plus infectés par ces trois maladies ( $p < 0,0001$ ) (tableau 4.8).

**Tableau 4.8** : Prévalence de la théilériose, de la babésiose et de l'anaplasmosse chez les bovins selon l'âge et le sexe

Facteurs		Theileriose	Babesiose	Anaplasmosse
Ages	Adulte (>1an)	65 (90.27)*	19 (90.47)*	10 (100)
	Jeunes (<1an)	7 (9.72)	2 (9.52)	/
	Total	72 (69.90%)*	21 (20.38%)	10 (9.70)
Sexe	Femelles	53 (73.61)*	15 (71.42)*	10 (100)
	Males	19 (26.38)	6 (28.57)	/

Toutes les exploitations avaient des antécédents d'avortement et sur les 55 exploitations bovines, la théilériose, la babésiose et l'anaplasmosse ont été diagnostiquées dans 55 (100%), 20 (36,36%) et 5 (9,09%) exploitations, respectivement.

Les pertes économiques dues aux traitements ont été évaluées à 8 000 DA par animal avec un total de  $8000 \text{ DA} \times 103 = 824\,000 \text{ DA} \sim 7000 \text{ Euros}$

La diminution de la production laitière a été estimée à 67 %, 33 % et 10 % pour les vaches atteintes respectivement de théilériose, de babésiose et d'anaplasmosse (tableau 4.9 ). Les pertes chez les vaches atteintes de théilériose étaient significativement élevées ( $p < 0,0001$ ).

Les symptômes de la theilériose, de la babésiose et de l'anaplasmosse sont présentés dans le tableau 4.9 et les figures 4.9, 4.10 et 4.11.

**Tableau 4.9** : Principaux symptômes de la theilériose, de la babésiose et de l'anaplasmose observés chez les bovins

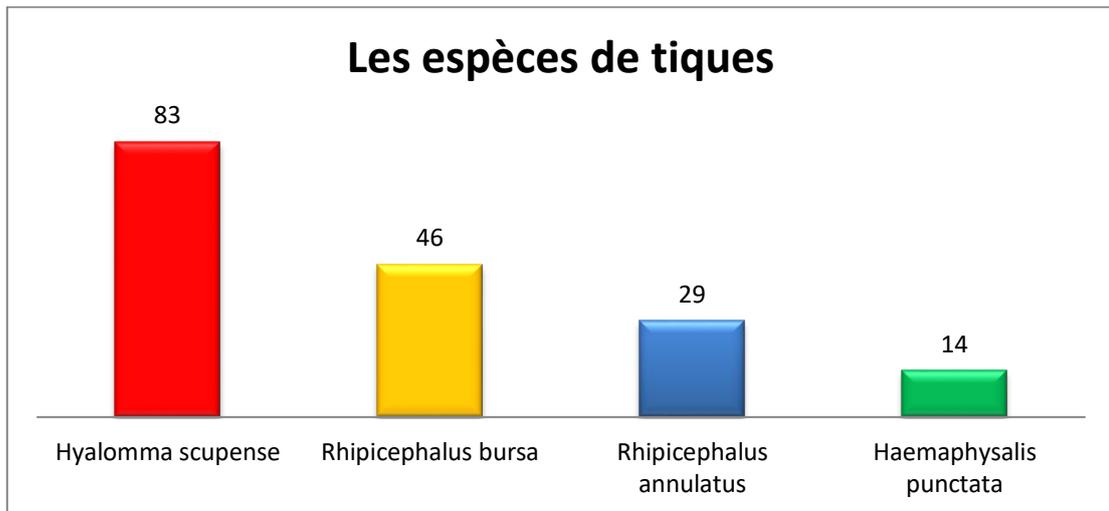
Symptomes	Theilériose	Babésiose	Anaplasmose
<b>Température</b>	41°C- 41.5°C	39.8°C- 40.5°C	39°C-39.5°C
<b>Muqueuses occ. Vag.</b>	Légèrement jaune (sous-ictère) puis pétéchies	Décoloré (anémie) puis jaune (ictère)	Légèrement décoloré (faible anémie)
<b>Urines et fèces</b>	Urines Jaune paille (stade final) avec des fèces de couleur chocolat (caillette ulcéreuse).	Hémoglobinurie (urine / brun foncé à café)	
<b>Hypertrophie des ganglions</b>	+++	++	+
<b>Réduction dans la production laitière</b>	67%	33%	10%

On a constaté que tout le bétail était infesté de tiques. Un nombre total de 172 tiques a été collecté et quatre espèces de tiques ont été identifiées : *Hyalomma scupense* (48,25%), *Rhipicephalus bursa* (26,74%), *Rhipicephalus annulatus* (16,86%) et *Haemaphysalis punctata* (8,14%) (tableau 4.10). *H. scupense* et *R. bursa* étaient les plus répandues ( $p < 0,001$ ).

Une corrélation très élevée a été trouvée entre l'incidence de la theilériose et de la babésiose et l'infestation des bovins par *H. scupense* et *R. bursa* respectivement ( $p < 0,001$ ).

**Tableau 4.10** : Les différentes espèces de tiques échantillonnées

Espèces de tiques	Fréquence (%)
<i>Hyalomma scupense</i>	83 (48.25)*
<i>Rhipicephalus bursa</i>	46 (26.74)*
<i>Rhipicephalus annulatus</i>	29 (16.86)
<i>Haemaphysalis punctata</i>	14 (8.14)
<b>Total</b>	<b>172 (100)</b>

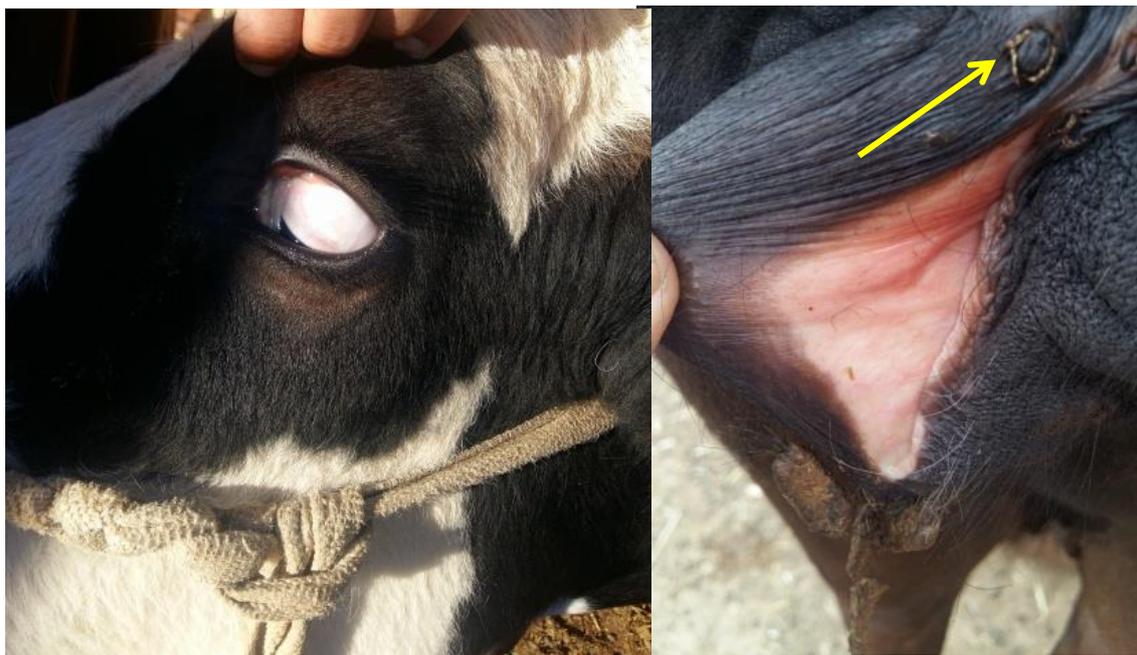


**Figure 4.15 :** Répartition des tiques échantillonnées selon les espèces





**Figure 4.17:** Symptômes de la babésiose bovine : A et B : urines brun foncé à café (hémoglobinurie), C et D : Ictère observé dans les muqueuses vaginales et oculaires



**Figure 4.18 :** Symptômes de l'anaplasmosse bovine : Anémie faible (muqueuse oculaire légèrement décolorée) avec présence de tiques sur la muqueuse vaginale (flèche)

#### II.4. Discussion

La théilériose, la babésiose et l'anaplasmose sont des maladies abortives à transmission vectorielle qui constituent un grave problème sanitaire dans l'élevage bovin, limitant ses performances et son développement dans le monde entier [107,120, 108 ,119].

Dans notre étude, et pour la première fois dans le centre-nord de l'Algérie, nous avons étudié à la fois la prévalence de la théilériose, de la babésiose et de l'anaplasmose chez les bovins. La détection des tiques a été effectuée sur tous les bovins atteints. Les pertes économiques dues au traitement des bovins infectés ont été évaluées.

Parmi les 103 bovins examinés, 72 (69,90 %), 21 (20,38 %) et 10 (9,70 %) ont été trouvés atteints de théilériose, de babésiose et d'anaplasmose, respectivement. Sur les 55 exploitations bovines, la theilériose, la babésiose et l'anaplasmose ont été diagnostiquées dans 55 (100 %), 20 (36,36 %) et 5 (9,09 %) exploitations, respectivement. L'étude a montré une fréquence élevée de la théilériose bovine, ce qui est conforme aux conclusions de Ziam et Benaouf 2004 [117] et Ziam et autres 2016 [ 123] en Algérie, El Haj et autres (2002) [ 124], Ait Hamou et autres 2012 [ 125] et Rahali et autres 2014 [108] au Maroc et Darghouth 2004 [ 126] et Bouattour 2001 [127] en Tunisie.

En Algérie, plus de la moitié des cas cliniques de piroplasmose diagnostiqués sont dus à la théilériose tropicale [116, 117,118, 128].

Dans notre étude, les taux d'infection par la théilériose bovine, la babésiose et l'anaplasmose sont significativement plus élevés chez les animaux âgés, ce qui correspond à ceux rapportés en Algérie [129] et dans d'autres pays [124 ,130 ,106 , 125 ,130 ] . Cette différence peut s'expliquer par les expositions multiples des bovins adultes aux tiques vectrices [131].

Dans notre étude, les taux d'infection de la théilériose bovine, de la babésiose et de l'anaplasmose étant significativement plus élevés chez les femelles que chez les mâles. La même chose a été observée par d'autres auteurs [132 ,133]. Les femelles sont moins résistantes aux infections que les mâles, probablement en raison d'une diminution régulière de leur système immunitaire (grossesse et lactation) [134 ,135].

La théilériose est caractérisée par une hypertrophie des ganglions lymphatiques, le plus souvent généralisée, et une hyperthermie entre 41°C et 42°C [136]. L'anorexie combinée à une baisse plus ou moins brutale de la production laitière sont les principaux motifs de consultation [118]. L'ictère, qui apparaît tardivement, n'est pas constant et constitue un élément de pronostic défavorable. Il est également caractérisé par la présence de pétéchies ou d'ecchymoses sur les muqueuses (surtout génitales et oculaires) [137] et par le jaune paille des urines [138]. Tous ces symptômes ont été observés dans notre étude.

L'anorexie peut être attribuée à une forte fièvre et l'élargissement des ganglions lymphatiques superficiels peut s'expliquer par une hyperplasie lymphoïde. La coloration jaune paille de l'urine est due à une augmentation du taux de bilirubine totale dans le sang, qui est excrétée en grande quantité dans l'urine [138]

Dans notre enquête, les résultats cliniques observés chez les bovins atteints de babésiose, comme la fièvre, l'urine brun foncé à café, l'anémie avec réduction de l'appétit, pourraient être attribués à un processus hémolytique sévère associé à la présence de *Babesia sp.* à l'intérieur des globules rouges Yeruham et al. 2003 [139] et Georgi et al. 1990 [140] ont soutenu ce point de vue.

Les signes et les symptômes de l'anaplasmosse bovine comprennent la fièvre, la perte de poids, l'anémie, l'avortement et la mort potentielle pour les bovins de plus de 2 ans [73]. La gravité des symptômes dépend de plusieurs facteurs liés à l'hôte, tels que son statut immunitaire et d'éventuelles co-infections par d'autres agents pathogènes [141]. Dans notre enquête, les bovins atteints d'anaplasmosse avaient une température allant de 39° à 39,5° avec une légère anémie et une hypertrophie des ganglions lymphatiques légère ou non détectée.

La theilériose, la babésiose et l'anaplasmosse sont considérées comme les principales maladies abortives à transmission vectorielle chez les bovins [142,106 ,143] et parmi elles, la theilériose est considérée comme la pathologie abortive la plus importante [113]. Le taux d'avortement chez les vaches infectées par la théilériose a été estimé à 73 % [144]. Dans notre enquête, toutes les exploitations ont été infectées par la théilériose et ont des antécédents d'avortements, ce qui suggère qu'elle a un rôle important à jouer dans

l'avortement.

*H. scupense* et *R. bursa* était la tique la plus courante infestant le bétail dans notre étude, ce qui est en accord avec Dahmani et al. 2017 [145].

*H. scupense* a été identifié comme le principal vecteur de la théliose bovine dans plusieurs régions d'élevage des pays du Maghreb [146,127,117,147] notamment en Algérie [116,128]. *R. bursa* et *R. annulatus* se sont révélés être les principaux vecteurs de la babésiose bovine en Algérie [115,128]. L'étude de Benchikh Elfegoun et al. 2017 [128], en Algérie, a montré une très forte corrélation entre l'incidence de la théliose et de la babésiose et l'infestation des bovins par leurs vecteurs, *H. scupense* pour *T. annulata* et *R. bursa* pour *Babesia spp.* Tous ces résultats sont en accord avec nos résultats.

Cependant, de nombreuses espèces de tiques ont été proposées comme vecteurs d'*Anaplasma spp.* dans le monde entier, notamment *Rhipicephalus spp.*, *Hyalomma spp.*, *Dermacentor spp.*, *Haemaphysalis spp.* et *Ixodes spp.* [106,148,149]. En revanche, l'évaluation de la compétence vectorielle de ces espèces de tiques pour les *Anaplasma spp.* circulant en Afrique du Nord est actuellement encore limitée [150]. D'autres études sont donc nécessaires pour comprendre clairement les cycles de transmission de ces bactéries.

La théliose tropicale entraîne une baisse de la production de lait et dans certains cas un assèchement [118]. Dans notre étude, nous avons révélé que l'impact élevé des pertes de rendement laitier était observé chez les vaches atteintes de théliose.

Les pertes économiques résultant de la théliose, de la babésiose et de l'anaplasmose peuvent être dues à la réduction de la production laitière, aux décès, aux avortements, aux saisies de carcasses ictériques et aux coûts de traitement et de prophylaxie. En Ouzbékistan, l'impact économique de la théliose tropicale est élevé, atteignant des taux de létalité de 50 à 80 % [151]. Dans notre étude, les pertes de production laitière ont été estimées à 67 %, 33 % et 10 % pour les vaches atteintes respectivement de théliose, de babésiose et d'anaplasmose. Les pertes chez les vaches atteintes de théliose sont très importantes, ce qui est en accord avec BenchikhElfegoun et al. 2017 en Algérie [118].

Le traitement d'un cas de théilériose chez des bovins adultes en Tunisie a été estimé à environ 62 euros/animal [126]. Dans une région enzootique du nord de la Tunisie, Gharbi et al. 2006 [152] ont estimé le coût de la théilériose tropicale à 9 388,20 \$. Au Maroc, les pertes dues à la théilériose ont été estimées entre 26,57 et 57,57 euros par animal [153].

Dans notre étude, les pertes économiques dues au traitement des 103 bovins malades ont été estimées à 7000 euros.

## CONCLUSION GENERALE

Cette étude préliminaire fournit de précieuses données de base sur les espèces de tiques des chameaux à bosse unique, leur distribution et leur rôle potentiel dans l'avortement des chameaux femelles dans la région de Ouargla, au sud de l'Algérie. *H. dromedari* était la tique la plus abondante et la découverte de *A. variegatum* et *Rh. turanicus* pour la première fois en Algérie requiert une attention particulière, notamment pour la santé publique. Dans l'étape suivante, il est nécessaire d'identifier les agents abortifs vectorisés par ces tiques afin d'établir un plan de lutte efficace.

L'étude de la biologie des tiques, de l'aire de répartition des différentes espèces, et des agents pathogènes qu'elles transmettent, est importante pour pouvoir surveiller les infections et les maladies que ces agents pathogènes vectorisés occasionnent. Les animaux de production, principalement les ruminants, peuvent occuper une place capitale dans les cycles épidémiologiques de certaines maladies vectorisées. Ces animaux peuvent jouer différents rôles au sein de ces cycles. Nos résultats révèlent une diversité de tiques chez les bovins, ovins et chiens. La babésiose bovine est l'une des maladies importantes dont l'agent pathogène est vectorisé par les tiques.

La surveillance des maladies à tiques implique dans tous les cas une surveillance passive des cas cliniques animaux observés, mais elle peut également faire intervenir la surveillance des vecteurs, ou la surveillance sérologique ou virologique d'espèces sentinelles.

Cette étude a montré aussi que la Théilériose, la babésiose et l'anaplasmosse chez les bovins étaient répandues dans la région de Médée, une prédominance de la théilériose étant diagnostiquée dans toutes les exploitations impliquées dans cette étude. Les bovins adultes et femelles se sont avérés les plus sensibles. La perte de production laitière était plus marquée chez les vaches atteintes de théilériose. L'infestation des bovins par *H. scupense* et *R. bursa* était fortement liée à la présence de la Théilériose et de la babésiose, respectivement. Les pertes économiques dues aux traitements ont été considérables. D'autres études sur tout le territoire algérien sont nécessaires pour connaître la situation réelle de ces pathologies afin d'améliorer les méthodes de surveillance, de contrôle, d'immunisation et d'éradication notamment pour les tiques.

## RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

### 1. Aux autorités

Nous recommanderons aux autorités :

- De prendre des mesures qui s'imposent, surtout en ce qui concerne les mouvements des animaux et d'essayer de mettre en place un réseau de surveillance épidémiologique des maladies vectorielles abortives ayant une incidence économique surtout la coxeillose, chlamydiose et theilériose ;
- D'organiser régulièrement des programmes de dépistage des maladies à caractère abortif et sensibiliser les éleveurs à y participer activement;
- D'améliorer les infrastructures et les voies d'accès aux éleveurs afin de faciliter l'accès aux intrants alimentaires pour la complémentation des animaux.
- De faire des campagnes de lutttes contre les vecteurs (tiques) qui provoquent les avortements chez les animaux domestiques.

### 2. Aux éleveurs

Nous recommanderons à ces derniers de:

- S'assurer de l'état des animaux qu'ils vont acquérir et de toujours s'inquiéter sur la cause des avortements observés;
- Améliorer les conditions d'élevage surtout la distribution des aliments et de l'eau;
- Pratiquer l'hygiène dans les élevages pour éviter les problèmes de reproduction liés à aux maladies infectieuses ;
- Faire un déparasitage saisonnière pour éviter les maladies abortives d'origine parasitaires
- Déclarer et appeler le vétérinaire le plutôt possible en cas d'un avortement observé.

### 3. Aux chercheurs

Vu les recherches précédemment réalisées, il est souhaitable de poursuivre les recherches et de les renforcer au niveau de l'élevage. Pour cela, nous recommanderons aux chercheurs:

- D'étudier l'impact économique des avortements au sein du troupeau et à l'échelle nationale;
- De faire une étude pointue sur les vecteurs et les maladies vectorielles abortive a l'échelle nationale.
- D'identifier les principaux agents pathogènes provoquant des problèmes majeurs sur la santé animale par des méthodes sophistiquées (PCR, RT-PCR)

## LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

Ac	: Anticorps.
Ag	: Antigène
ADN	: Acide Désoxyribonucléique.
ARN	: Acide Ribonucléique.
ARNr	: Acide Ribonucléique.
CD4, 8	: Cellules Dendritique type 4 et 8.
Cm	: Centimètre.
DSA	: Direction de Santé Publique
DSV	: Direction des services vétérinaires
ELISA	: Enzyme-Linked Immunosorbant assay.
F.A.O	: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FC	: Fixation de complément
IFI	: Immunofluorescence Indirecte.
Ig	: Immunoglobuline.
INSP	: Institut National de Sante Publique.
I. N. S.P.	: Institut National de Santé Publique.
IPA	: Institut Pasteur d'Algérie.
NBRE	: Nombre
OIE	: Office International des Epizooties.
OMS	: Organisation Mondiale de la Sante.
PCR	: Polymerase Chaine Reaction
pH	: Potentiel Hydrogène

## LA LISTE DES REFERENCES

1. Bechah Y, Socolovschi C, Raoult D. Identification of rickettsial infections by using cutaneous swab specimens and PCR. *Emerg Infect Dis.* 2011; 17(1):83–6. pmid:21192860.
2. Walker AR, Bouattour A, Camicas J, Estrada-Pena A, Horak IG, Latif AA, et al. *Ticks of Domestic Animals in Africa: A Guide to Identification of Species.* Published by Bioscience Reports, Edinburgh, United Kingdom. 2003.
3. Pérez-Eid C. Emergence of tick-borne diseases in temperate countries. *Ann Biol Clin (Paris).* 2004; 62(2):149–54. pmid:15047466.
4. Dantas-Torres F, Chomel BB, Otranto D. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. *Trends Parasitol.* 2012; 28(10):437–46. pmid:22902521.
5. Robyn MP, Newman AP, Amato M, Walawander M, Kothe C, Nerone JD, et al. Q Fever Outbreak Among Travelers to Germany Who Received Live Cell Therapy -United States and Canada, 2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2015, 2; 64(38):107. pmid:26421460.
6. Ghosh L, Nagar G. Problem of ticks and tick-borne diseases in India with a special emphasis on progress in tick control research: a review. *J Vector Borne.* 2014; 51 (4): 259–70. pmid:25540956.
7. Duvallet, G., Fontenille, D. & Robert, V. *Entomologie médicale et vétérinaire.* (Quae, 2017).
8. Guillot, J. & Chabanne, L. *Vade-mecum Des maladies à transmission vectorielles chez le chien et le chat.* (MED'COM, 2016).
9. Myriam Monget, *Maladies vectorielles chez les principaux animaux de compagnies en France : mécanismes de lutte anti-vectorielle et impacts sur l'environnement.* Sciences pharmaceutiques. 2018. dumas-02100349.
10. Guy, M., Haumont, G. & Rivère, L. *Cours parasitologie 4ème année de pharmacie.* (2015).
11. *Ctenocephalides felis. IPM Images* (2012). Available at: <http://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5459511>. (Accessed: 19th August 2019).

12. *Culex Pipiens*. Available at: <http://www.cinq-cinq.fr/insectes-et-maladies/moustiques/moustique-culex-pipiens>. (Accessed: 19th August 2019).
13. ESCCAP France - Parasitologie vétérinaire - Chien, chat, NAC - ESCCAP France. Available at: <https://www.esccap.fr/>. (Accessed: September 2019).
14. CAMICAS J.-L., HERVY J.-P., ADAM F., MOREL P.C. (1998) Les Tiques du monde (Acarida, Ixodida) : nomenclature, stades décrits, hôtes, répartition. Paris, Orstom éditions
15. PÉREZ-EID C. (2007) Les tiques : identification, biologie, importance médicale et vétérinaire. Paris, France, Éd. Tec & Doc (Lavoisier).
16. CAMICAS J.-L., MOREL P.C. (1977) Position systématique et classification des tiques (Acarida : Ixodida). *Acarologia* 18(3), 410-420.
17. GUGLIELMONE A.A., ROBBINS R.G., APANASKEVICH D.A., *et al.* (2010) The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names.
18. ESTRADA-PEÑA A. (2015) Ticks as vectors: Taxonomy, biology and ecology. *OIE Rev. Sci. Tech.* 34, 53-65.
19. François, J.-B. Les tiques chez les bovins en France. (2008).
20. ANDERSON J.F., MAGNARELLI L.A. (2008) Biology of ticks. *Infect. Dis. Clin. North Am.* 22(2), 195-215
21. WALL R., SHEARER D. (2001) Veterinary ectoparasites : biology, pathology, and control, 2<sup>nd</sup> ed. Oxford, Blackwell Science
22. RODHAIN F., PÉREZ-EID C. (1985) Précis d'entomologie médicale et vétérinaire : notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Paris, France, Maloine, DL 1985
23. KETTLE D.S. (1995) Medical and veterinary entomology. Oxon UK, Royaume-Uni de Grande- Bretagne et d'Irlande du Nord, CAB. International.
24. SALMAN M., TARRÉS-CALL J. (2013) Introduction. *In Ticks and Tick-Borne Diseases: Geographical Distribution and Control Strategies in the Euro-Asia Region*, Eds Salman M., Tarrés-Call J. Wallingford, CABI, pp xvii-xxiv

- 25.** ESTRADA-PEÑA Agustin, FARKAS R., JAENSON T.G.T., *et al.* (2013) Ticks and tick-borne diseases: geographical distribution and control strategies in the Euro-Asia region. Wallingford, CABI
- 26.** Plantard et Le genre *Boophilus* est inclus au sein du genre *Rhipicephalus* depuis les années 2000 pour certains auteurs (Plantard et al., 2015).
- 27.** INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE QUÉBEC (2018) *Amblyomma americanum*, or the lone star tick. In INSPQ. [<https://www.inspq.qc.ca/en/amblyomma-americanum-or-lone-star-tick>] (consulté le 22/12/2019).
- 28.** RUSSELL R.C., OTRANTO D., WALL R., CAB International (2013) The encyclopedia of medical and veterinary entomology. Boston, CABI
- 29.** KAISER M.N., HOOGSTRAAL H. (1969) The subgenus *Persicargas* (Ixodoidea, Argasidae, Argas). 7. *A. (P.) walkerae*, new species, a parasite of domestic fowl in Southern Africa. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 62(4), 885-890
- 30.** RISCO-CASTILLO V. (2018) Les tiques et leurs pouvoirs pathogènes. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité de Parasitologie, Mycologie, Maladies parasitaires et fongiques, Dermatologie. , 44p
- 31.** APANASKEVICH D.A., OLIVER J.H.J. (2014) Life cycles and natural history of ticks. In *Biology of ticks*, Eds Sonenshine D.E., Roe R.M., 2nd ed. Oxford, Oxford University Press, pp 59-73
- 32.** PIESMAN J., GERN I. (2008) Lyme borreliosis in Europe and North America. In *Ticks: biology, disease and control*, Eds Bowman A.S., Nuttall P.A. Cambridge, Cambridge University Press, pp 220-252
- 33.** SONENSHINE D.E., ROE R.M. (2014) External and internal anatomy of ticks. In *Biology of ticks*, Eds Sonenshine D.E., Roe R.M., 2nd ed. Oxford, Oxford University Press, pp 74-98.
- 34.** AGOULON A., BUTET A., HOCH T., *et al.* (2015) Dynamique des populations de tiques en liaison avec les facteurs environnementaux. In *Tiques et maladies à tiques : biologie, écologie évolutive, épidémiologie*, Eds McCoy K.D., Boulanger N. Marseille, France, IRD Éditions, pp 85-112
- 35.** GUILLOT J. (2017) Acarologie et entomologie vétérinaires - Définitions et

- généralités. Polycopié. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité de Parasitologie, Mycologie, Maladies parasitaires et fongiques, Dermatologie
- 36.** TOMA B., DUFOUR B., BENET J.-J., *et al.* (2010) Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures.
- 37.** DUFOUR B., BRUCKER G., BÉNET J.-J., MOUTOU F., TOMA B. (2018) Terminologie en épidémiologie animale. *In Site web de l'Association pour l'Etude de l'Epidémiologie des Maladies Animales (AEEMA)*. [<http://aeema.vet-alfort.fr/index.php/component/glossary/Glossaire-1/>] (consulté le 08/10/2018).
- 38.** THRUSFIELD M.V. (2018) The transmission and maintenance of infection. *In Veterinary Epidemiology*, Eds Thrusfield M.V., Christley R., 4<sup>e</sup> ed. Hoboken, Wiley Blackwell.
- 39.** OIE, WAHID (WORLD ANIMAL HEALTH INFORMATION DATABASE) (2018a) Follow-up report No. 34. *In WAHIS Interface*. [[http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=26477](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=26477)]
- 40.** TOMA B., THIRY E. (2003) Qu'est-ce qu'une maladie émergente. *Epidémiol Santé Anim* 44, 1– 11
- 41.** HANZEN L'infertilité dans l'espèce bovine: un syndrome. [En ligne]Accès internet : [www.fmv.ulg.ac.be/oga/notes/200809/R16\\_Infertilite\\_bovine\\_2009.pdf](http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/notes/200809/R16_Infertilite_bovine_2009.pdf) (page consultée le 6/03/2018).
- 42.** Gueneau, E. et Pelletier, C. *Du côté du laboratoire d'analyses: que pouvez-vous faire* Autun, 2012. 27<sup>ème</sup> journée technique des GTV Bourgogne. pp. 18-26.
- 43.** HAURAY K., 2000. Avortements d'origine alimentaire chez les bovins. Thèse: Méd. Vét.: Lyon; 98.
- 44.** DJABAKU K., Les avortements provoqués par *Trypanosome congolense* chez les vaches Ndama et Les avortements provoqués par *Trypanosome congolense* chez les vaches Ndama et baoulé. *Trypano. et Prod.An.* Lome: 1-4.1985.;
- 45.** KARABAGHALI H., Contribution a l'étude des avortements du cheptel bovin en Algérie. Thèse: Méd.Vét : Lyon; 38,1972.
- 46.** Cabell, E. (2007). Bovine abortion: etiology and investigations. *In Practice*, 29 (8), 455-463. doi:10.1136/inpract.29.8.455.

- 47.** Mee J.F., The role of micronutrients in bovine periparturient problems, *Cattle practice*, 12 : 95-108, 2004.
- 48.** Halos, L. *et al.* Questionnaire-based survey on distribution and clinical incidence of canine babesiosis in France. *BMC Vet. Res.* **9**, 41 (2013).
- 49.** Babesia canis. Available at: <http://myriverside.sd43.bc.ca/hyerinj2014/2016/09/16/bio11d6kingdoms-hyerin/babesia-canis/>. (Accessed: 19th August 201)
- 50.** Theileria equi. Available at: [https://www.researchgate.net/figure/Blood-smear-showing-Theileria-equi-A-and-Babesia-caballi-B-in-erythrocytes\\_fig1\\_24270094](https://www.researchgate.net/figure/Blood-smear-showing-Theileria-equi-A-and-Babesia-caballi-B-in-erythrocytes_fig1_24270094). (Accessed: 19th August 2018)
- 51.** Themes, U. F. O. Veterian Key. *Veterian Key* Available at: <https://veteriankey.com/>. (Accessed: 19th August 2018)
- 52.** Kalume, M., Losson, B. & Saegerman, C. Epidémiologie et contrôle de la theilériose bovine à Theileria parva en Afrique : une revue de la littérature. **155**, 88–104 (2011).
- 53.** Welsh H.H., Lennette E.H., Abinanti F.R., Winn J.F., 1957. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 70, 528- 535,
- 54.** Papp J.R., Shewen P.E., Gartley C.J. 1994. *Infect. Immun.* 62, 3786-3792
- 55.** Berri M., Souriau A., Crosby M., Rodolakis A., 2002. *Vet. Microbiol.* 85, 55-60.
- 56.** Champion J.L., Forfait C., Rodolakis A., Rousset E., 2004. *Bull. GTV* 27, 123-130.
- 57.** RODOLAKIS Chlamydirose et Fièvre Q, similitudes et différences entre ces deux zoonoses, 2006.
- 58.** Frédéric Lars, Les avortements dus à *Anaplasma phagocytophilum* chez les bovins (anaplasmosse granulocytaire bovine (ou AGB) ex-ehrlichiose granulocytaire bovine),2018.
- 59.** Verwoerd D.W. Définition d'un vecteur et d'une maladie à transmission vectorielle. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2015, 34 (1), 33-35.
- 60.** Maclachlan N.J., Mayo C.E., Daniels P.W. & Gibbs E.P.J. (2015). – Bluetongue. In *Évolutions récentes des principales maladies à transmission vectorielle. Partie II: Maladies importantes pour les vétérinaires* (S. Zientara, D. Verwoerd & P.-P. Pastoret, édit.). *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 34.

61. Meyer C., Dictionnaire des Sciences Animales. ed. sc., 2015, France, Cirad.
62. Saliki, J. T. et Dubovi, E. J. Laboratory diagnosis of bovine viral diarrhoea virus infections. *The Veterinary Clinic of North America Food Animal Practice*. 2004, Vol. 20, pp. 69-83.
63. Boulanger N, Boyer P, Talagrand-Reboul E, Hansmann Y. Ticks and tick-borne diseases. *Méd Maladies Infect*. 2019 ;49, 87–97
64. Gubler DJ. Resurgent vector-borne diseases as a global health problem. *Emerg Infect Dis*. 1998; 4(3):442-450. doi: 10.3201/eid0403.980326.
65. Jongejans F, Uilenberg G. The global importance of ticks. *Parasitol*. 2004; 129 (Suppl) : S3-S14.
66. Dugat T, Chastagner A, Lagree AC, Petit E, Durand B, Thierry S, Corbiere F, Verheyden H, Chabanne L, Bailly X, Leblond A, Vourc G, Boulouis HJ, Maillard R, Haddad N. A new multiple-locus variable-number tandem repeat analysis reveals different clusters for *Anaplasma phagocytophilum* circulating in domestic and wild ruminants. *Parasit Vectors*. 2014; 7, 439
67. Tibary A, Fite C, Anouassi A, Sghiri A. Infectious causes of reproductive loss in camelids. *Theriogenology*. 2006 ; 66(3), 633–47.
68. Tibary A. Overview of abortion in large animals. *The Merck Veterinary Manual*; 2012. <http://www.merckvetmanual.com/reproductive-system>.
69. Afzal M, Sakkir M. Survey of antibodies against various infectious disease agents in racing camels in Abu Dhabi, United Arab Emirates. *Rev Sci Tech OIE*. 1994; 13:787–92
70. AB, Swelum AA, Khalaf AF, Abouheif MA. Clinical, haematological and biochemical alterations associated with an outbreak of theileriosis in dromedaries (*Camelus dromedarius*) in Saudi Arabia. *Pakistan Vet J*. 2014 ; 34(2): 209-213.
71. Bastos ADS, Mohammed OB, Bennett NC, Petevinos C, Alagaili AN. Molecular detection of novel *Anaplasmataceae* closely related to *Anaplasma platys* and *Ehrlichia canis* in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Vet Microbiol*. 2015; 179: 310-314.
72. Belkahia H, Ben Said M, Sayahi L, Alberti A, Messadi L. Detection of novel strains genetically related to *Anaplasma platys* in Tunisian one-humped camels (*Camelus dromedarius*). *J Infect Dev Contr*. 2015; 9(10):1117-1125.
73. Hairgrove T, Schroeder ME, Budkec CM, Rodgers S, Chung C, Ueti MW,

- Bounpheng MA. Molecular and serological in-herd prevalence of *Anaplasma marginale* infection in Texas cattle. *Prev Vet Med.* 2015; 119: 1-9
- 74.** Schelling E, Diguimbaye C, Daoud S, Nicolet J, Boerlin P, Tanner M, Zinsstag J. Brucellosis and Q-fever seroprevalences of nomadic pastoralists and their livestock in Chad. *Prev Vet Med.* 2003 ; 61:279–93.
- 75.** Nedjraoui D. Algeria Country Pasture/Forage Resource Profiles. FAO, Rome; 2006. pp 28.
- 76.** Senoussi A, Brahimi Z, Beziou S. Portée de l'élevage camelin en Algérie et perspectives de développement. *RevBioRessources.* 2017; 7 (1) : 29- 38
- 77.** Adamou A. L'élevage camelin en Algérie : quel type pour quel avenir ? *Sécheresse.* 2008; 19 (4) : 253-60.
- 78.** Bouhous A, Aissi M, Harhoura K. Etude des Ixodidae chez le dromadaire dans le sud algérien, région d'Adrar. *Ann MédVét.* 2008 ; 152, 52-58.
- 79.** Nedjraoui D 2003 Profil fourrager. Algérie. FAO, 30 p.
- 80.** Estrada-Pena A., bouattour A., Camicas J.L & Walker A. 2004 .Ticks of domestic animals in the Mediterranean region: a guide to identification of species. University of Zaragoza, Zaragoza, Espagne. 313 p.
- 81.** Walker AR, Bouattour A, Estrada-Pena A, Horak IG, Latif AA, Pergam RG, Preston PM. Ticks of domestic animal in Africa: a guide to Identification of Species. Bioscience Reports, Edinburgh Scotland, U.K. 2003. p. 221.
- 82.** Bekele M. In epidemiological study on major camel diseases in the Borana Lowland, Southern Ethiopia. DCG report No. 58, Drylands coordination group, Oslo. 2010. pp. 68-98.
- 83.** Moshaverinia A, Moghaddas E. Prevalence of tick infestation in dromedary camels (*Camelus dromedarius*) brought for slaughter in Mashhad abattoir, Iran. *J Parasit Dis.* 2015; 39(3): 452–455.
- 84.** Dinka A, Eyerusalem B, Yacob HT. A study on major ecto-parasites of camel in and around Dire Dawa, Eastern Ethiopia. *Rev MédVét.* 2010; 161 (11) : 498-501.
- 85.** Kiros S, Awol N, Tsegaye Y, Hadush B. Hard ticks of camels in southern zone of Tigray, northern Ethiopia. *J Parasit Vector Biol.* 2014; 6(10) : 151-155.
- 86.** Lawal MD, Ameh IG, Ahmed A. Some ectoparasites of *Camelus dromedarius* in Sokoto, Nigeria. *J Entomol.* 2007; 4 :143-148

- 87.** Faye B, Saint-Martin G, Bonnet P, Bengoumi M, Dia ML. Guide de l'élevage du dromadaire. Sanofi Santé Nutrition Animale : Libourne, 1997. 126 p.
- 88.** Jemli M, Zrelli M, Aridhi M, M'zah M. Contraintes pathologiques majeures du développement de l'élevage du dromadaire en Tunisie. CIHEAM Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches. 1995 ; 13, 131-136
- 89.** Salimabadi Y, Telmadarraiy Z, Vatandoost H, Chinikar S, Oshaghi MA, Moradi M, Mirabzadeh Ardakan E, Hekmat S, Nasiri A. Hard ticks on domestic ruminants and their seasonal population dynamics in Yazd Province, Iran. J Arthropod Borne Dis. 2010; 4:66–71
- 90.** Fard SR, Fathi S, Asl EN, Nazhad HA, Kazeroni SS. Hard ticks on one-humped camel (*Camelus dromedarius*) and their seasonal population dynamics in southeast, Iran. Trop Anim Health Prod. 2012; 44:197–200
- 91.** ALanazi AD, Abdullah S, Helps Ch, Wall R, Puschendorf R, Al Harbi SA, Abdel-Shafy S, Shaapan RM. Tick-borne pathogens in ticks and blood samples collected from camels in Riyadh province, Saudi Arabia. Int J Zool Res. 2018; 14: 30-36.
- 92.** Alsarraf M, Mierzejewska E.J, Mohallal EME, Behnke JM, Bajer A. Genetic and phylogenetic analysis of the ticks from the Sinai Massif, Egypt, and their possible role in the transmission of *Babesia behnkei*. ExpApplAcarol.2017; 72:415–427.
- 93.** Elghali A., Hassan SM. Ticks (Acari: Ixodidae) infesting camels (*Camelus dromedarius*) in Northern Sudan. Onderstepoort J Vet Res. 2009; 76:177–185
- 94.** Hassan MI, Gabr HSM, Abdel-Shafy S, Hammad KM, Mokhtar MM. Prevalence of tick-vectors of *Theileria annulata* infesting the one-humped camels in giza, Egypt. J Egypt Soc Parasitol. 2017; 47(2), 425 – 432
- 95.** Abdel-Shafy S, Allam NAT. Quantitative real-time RT-PCR detection of flaviviruses associated with camel ticks in Egypt. Glob Vet.2013 ;10:394–402.
- 96.** Gharbi M, Touay A, Khayeche M, Laarif J, Jedidi M, Sassi L, Darghouth MA. Ranking control options for tropical theileriosis in at-risk dairy cattle in Tunisia, using benefit-cost analysis. Rev Scient Tech OIE. 2011 ; 3, 763-778.
- 97.** El-Fayoumy MM, AbouElnga TR, Abd El-Baky SMM, Abdou TA. Prevalence

and of camel theileriosis and its vector tick in North Coast of Egypt. J Egypt Vet Med Assoc. 2005; 65, 291-302.

**98.** Stachurski F, Lancelot R. Footbath acaricide treatment to control cattle infestation by the tick *Amblyommavariegatum*. Med Vet Entomol. 2006; 20: 402-412

**99.** Walker AR. *Amblyomma* tick feeding in relation to host health. Trop Anim Health Prod. 1996; 28: 26S-28S.

**100.** Parola P, Vestris G, Martinez D, Brochier B, Roux V, Raoult D. Tick-borne rickettsiosis in Guadeloupe, the French West Indies: isolation of *Rickettsia africae* from *Amblyommavariegatum* ticks and serosurvey in humans, cattle, and goats. Am J Trop Med Hyg. 1999; 60: 888-893.

**101.** Allan SA, Barré N, Sonenshine DE, Burrige MJ. Efficacy of tags impregnated with pheromone and acaricide for control of *Amblyommavariegatum*. Med Vet Entomol. 1998; 12: 141-150.

**102.** Zeleke M, Bekele M. Species of ticks in camels and their seasonal population dynamics in Eastern Ethiopia. Trop Anim Health Prod. 2004; 36 : 225-231.

**103.** Diab FM, Al-Khalifa MS, Al-Asgah NA, Hussein HS, Khalil GA. Ticks (Acari: Argasidae, Ixodidae) infesting livestock in Saudi Arabia. Fauna Arabia. 2006; 22: 233-243

**104.** Quinn, P. J., et Markey, B.K., et Leonard, F.C., et Fitzpatrick, E.S., et Fanning, S., et Hartigan, P.J. *Veterinary microbiology and microbial disease, second edition*. Ames : Wiley-Blackwell, 2011

**105.** Frédéric Lars, l'anaplasmosse bovine ; Eric COLLIN ; rickettsioses-zoonoses et autres arbo-bactérioses-zoonoses ; 11-12 septembre 2003 ; ISPAIA Ploufragan ; URGTV Bretagne ; p. 123-125.

**106.** Kocan, K.M., de la Fuente, J., Guglielmone, A.A. and Meléndez, R.D., 2003, Antigens and alternatives for control of *Anaplasma marginale* infection in cattle. Clin. Microbiol. Rev. 16, 698–712.

**107.** Minjauw, B. and McLeod, A., 2003, Tick-borne diseases and poverty: the impact of ticks and tick-borne diseases on the livelihoods of small-scale and marginal livestock owners in India and eastern and southern Africa. Department for International Development Animal Health Programme, Centre of Tropical

Veterinary Medicine, University of Edinburgh, Scotland, 116 p.

- 108.** Rahali, T., Sahibi, H., Sadak, A., Ait Hamou, S., Losson, B., Goff, W.L. and Rhalem, A., 2014, Séroprévalence et facteurs de risque des hémoparasitoses (theilériose, babésiose et anaplasmoses) chez les bovins dans quatre grandes régions d'élevage du Maroc. *Rev. Elv. Med. Vet. pays Trop.* 67 (4) : 235-240
- 109.** Hove, P., Khumalo, Z.T.H., Chaisi, M.E., Oosthuizen, M.C., Brayton, K.A. and Collins, N.E., 2018, Detection and Characterisation of *Anaplasma marginale* and *A. centrale* in South Africa. *Vet. Sci.* 5 (1), 26.
- 110.** Okafor, C.C., Collins, S.L., Daniel, J.A., Harvey, B., Sun, X., Coetzee, J.F. and Whitlock, B.K., 2018, Factors associated with Seroprevalence of *Anaplasma marginale* in Kentucky cattle. *Vet. Parasitol. Reg. Stud. Rep.* 13, 212–219.
- 111.** Flach, E.J. and Ouhelli, H., 1992, The epidemiology of tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection in cattle) in an endemic area of Morocco. *Vet. Parasitol.* 44 (1-2): 51-65
- 112.** Flach, E.J., Ouhelli, H., Waddington, D., Oudich, M. and Spooner R.L., 1995, Factors influencing the transmission and incidence of tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection of cattle) in Morocco. *Vet. Parasitol.* 59 (3-4): 177-188
- 113.** Gharbi, M., Sassi, L., Dorchies, P. and Darghouth, M.A., 2006, Infection of calves with *Theileria annulata* in Tunisia: Economic analysis and evaluation of the potential benefit of vaccination. *Vet. Parasitol.* 137 (3-4): 231-241
- 114.** Darghouth, M.A., 2008, Review on the experience with live attenuated vaccines against tropical theileriosis in Tunisia: considerations for the present and implications for the future. *Vaccine.* 26 (Suppl 6): G4- G10.
- 115.** Gharbi, M., Touay, A., Khayeche, M., Laarif, J., Jedidi, M., Sassi, L. and Darghouth M.A., 2011, Ranking control options for tropical theileriosis in at-risk dairy cattle in Tunisia, using benefit-cost analysis. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, 30 (3): 763-778.
- 116.** Sergent, E., Donatien, A., Parrot, L. and Lestoquard, F., 1945, Etudes sur les piroplasmoses bovines. Institut Pasteur, Alger, Algérie, 816 p
- 117.** Ziam, H. and Benaouf, H., 2004, Prevalence of blood parasites in cattle from wilayates of Annaba and El Tarf in East Algeria. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 81 (1-4): 27-30
- 118.** BenchikhElfegoun, M.C., Gharbi, M., Merzekani, Z. and Kohil, K., 2017,

Bovine piroplasmosis in the provinces of Skikda and Oum El Bouaghi (Northeastern Algeria): Epidemiological study and estimation of milk yield losses. *Rev. Elv. Med. Vet. pays Trop.* 70 (3) : 105-110

**119.** Hanzlicek, G.A., Raghavan, R.K., Ganta, R.R. and Anderson, G.A., 2016, Bayesian space-Time patterns and climatic determinants of bovine anaplasmosis," *PLoS ONE*, 11, 3, Article ID e0151924.

**120.** Kocan, K.M., de la Fuente, J., Blouin, E.F., Coetzee, J.F. and Ewing, S.A., 2010, The natural history of *Anaplasma marginale*. *Vet. Parasitol.* 167, 95–107.

**121.** Kocan, K.M., de la Fuente, J., Guglielmone, A.A. and Meléndez, R.D., 2003, Antigens and alternatives for control of *Anaplasma marginale* infection in cattle. *Clin. Microbiol. Rev.* 16, 698–712.

**122.** Younis, E.E., Hegazy, N.A.M., El-Deeb, W. and El-Khatib, R.M., 2009, Epidemiological and biochemical studies on bovine anaplasmosis in Dakahlia and Demiat Governorates in Egypt, *Bull. Anim. Health Product. Africa.* 57, 297–309.

**123.** Ziam, H., Ababou, A., Kazadi, J.M., Harhoura, kh., Aissi, M., Geysen, D. and Berkvens, D., 2016, Prévalences et signes cliniques associés des piroplasmoses bovines dans les Wilayates d'Annaba et El Tarf, Algérie. *Revue Méd. Vét.* 167, 9-10, 241-249

**124.** El Haj, N., Kachani, M., Ouhelli, H., Bouslikhane, M., Ahami, A.T., El Guennouni, R., El Hasnaoui, M., Katende, J.M. and Morzaria, S.P., 2002, Etudes épidémiologiques sur *Babesia bigemina* au Maroc. *Rev. Méd. Vét.*, 153: 809-814.

**125.** Ait Hamou, S., Rahali, T., Sahibi, H., Belghyti, D., Losson, B. and Rhalem, A., 2012a, Séroprévalences des hémoparasitoses bovines dans deux régions irriguées du Maroc. *Rev. Méd. Vét.*, 163 : 480-485.

**126.** Darghouth, M.A., 2004, Prévention de la theilériose tropicale en Tunisie : lutte acaricide et vaccination. Comptes rendus des 11èmes journées de l'institution de la recherche et de l'enseignement supérieur agricoles. 18 et 19 Décembre 2004, Hammamet, Tunisie.

**127.** Bouattour, A., 2001, Les tiques de Tunisie : rôle de *Hyalomma detritum* dans la transmission de *Theileria annulata*. Thèse Doct. Biologie, Faculté des sciences de Tunis, Tunisie, 247 p.

**128.** Benchikh Elfegoun, M.C., Kohil, K., Gharbi, M., Afoutni, L. and Benachour,

M.L., 2019, Kinetics of tick infestation in cattle in subhumid Constantine region in Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 72 (1): 41-45

**129.** Ayadi, O., Rjeibi, M.R., BenchikhElfegoun, M.C. and Gharbi, M., 2016, Prevalence and risk factors of tropical theileriosis, and sequencing of *Theileria annulata*, the causative pathogen, in Setif region (Algeria) before and after tick season. *Rev. Elv. Med. Vet. pays Trop.* 69 (4) : 161-166

**130.** M'ghirbi, Y., Bèji, M., Oporto, B., Khrouf, F., Hurtado, A. and Bouattour, A., 2016, *Anaplasma marginale* and *A. phagocytophilum* in cattle in Tunisia. *Parasites Vectors*. *BioMed Central*. 9 (1), pp.558.

**131.** Bouattour, A., Darghouth, M.A. and Ben, M.L., 1996, Cattle infestation by *Hyalomma* ticks and prevalence of *Theileria* in *Hyalomma detritum* species in Tunisia. *Vet. Par.* 65:256–63.

**132.** Flach, E.J., Ouhelli, H., Waddington, D., Oudich, M. and Spooner R.L., 1995, Factors influencing the transmission and incidence of tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection of cattle) in Morocco. *Vet. Parasitol.* 59 (3-4): 177-188.

**133.** El Haj, N., Kachani, M., Bouslikhane, M., Ouhelli, H., Ahami, A.T., Katende, J. and Morzaria, S.P., 2002, Séro-épidémiologie de la theilériose à *Theileria annulata* et de la babésiose à *Babesia bigemina* au Maroc. *Rev. Méd. Vét.* 153 (3) : 189-196

**134.** Saleem, M.I., Tariq, A., Shazad, A. and Mahfooz, S.A., 2014, Clinical, epidemiological and therapeutic studies on bovine tropical theileriosis in Faisalabad, Pakistan. *Iraqi J. Vet. Sci.*, 28 (2): 87-93

**135.** Belkahia, H., Ben Said, M., Alberti, A., Abdi, K., Issaoui, Z., Hattab, D., Gharbi, M. and Messadi L., 2015, First molecular survey and novel genetic variants' identification of *Anaplasma marginale*, *A. centrale* and *A. bovis* in cattle from Tunisia. *Infect. Genet. Evol.* 34:361–71.

**136.** Darghouth, M.A., Preston, P.M., Bouattour, A. and Kilani, M., 2010, Theileriosis. In: Lefèvre P-C, Blancou, J., Chermette, R., Uilenberg, G., eds. *Infectious and Parasitic Diseases of Livestock*. Paris: Editions TEC & Doc. 1839–1866.

- 137.** Oryan, A., Namazi, F., Sharifiyazdi, H., Razavi, M. and Shahriari, R., 2013, Clinicopathological findings of a natural outbreak of *Theileria annulata* in cattle: an emerging disease in southern Iran. *Parasitol. Res.*, 112 (1), 123–127.
- 138.** Saber, A.P.R., Khorrami, M. and Nouri, M., 2008, Evaluation of Haematochemical Parameters in Crossbreed Cattle with *Theileria annulata* in Iran. *Inter. J. Dairy Sci.*, 3: 205- 209.
- 139.** Yeruham, I., Avidar, Y., Aroch, I. and Hadani, A., 2003, Intra-uterine infection with *Babesia bovis* in a 2- day- old calf. *J. Vet. Med. B.* 50, 60–62.
- 140.** Georgi, J. R., Georgi, M. E. and Theodrides, V. J., 1990, *Parasitology for Veterinarians* 5th ed., W. B. Saunders Company. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. Philadelphia.
- 141.** Silaghi, C., Santos, A.S., Gomes, J., Christova, I., Matei, I.A., Walder, G., Domingos, A., Bell-Sakyi, L., Sprong, H., von Loewenich, F.D., Oteo, J.A., de la Fuente, J. and Dumler J.S., 2017, Guidelines for the Direct Detection of *Anaplasma* spp. in Diagnosis and Epidemiological Studies. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 17, 12–22.
- 142.** Georges, K., Loria, G.L., Riili, A., Greco, A., Jongejan, F., Sparagano, O., 2001, Detection of haemoparasites in cattle by reverse line blot hybridisation with note on the distribution of ticks in Sicily. *Vet. Parasitol.* 99, 273-286.
- 143.** Abdel Aziz, K.B., Khalil, W.K.B., Mahmoud, M.S., Hassan, N.H.A., Mabrouk, D.M. and Suarez, C.E., 2014, Molecular characterization of babesiosis infected cattle: Improvement of diagnosis and profiling of the immune response genes expression. *Glob. Vet.* 12(2):197–206.
- 144.** Rouina, A.D., 1984, Étude clinique de la theilériose bovine sur 327 cas en Algérie (région Nord-Oust, Mascara). *Maghreb Vét.* 3, 23- 27.
- 145.** Dahmani, M., Davoust, B., Tahir, D., Raoult, D., Fenollar, F. and Mediannikov O., 2017, Molecular investigation and phylogeny of *Anaplasmataceae* species infecting domestic animals and ticks in Corsica, France. *Parasites Vectors.* **10**, 302.
- 146.** Ouhelli, H., Kachani, M., Flach, E.J., Williamson, S., El Hasnaoui, M. and Spooner, R., 1997, Investigations on vaccination against theileriosis in Morocco. In: Hunter et al., Eds., *Proc. Europ. Union Int. Symp. Ticks and Tick-Borne diseases*, Xi'an, China, 3-6 Sept. 1996. *Trop. Anim. Health Prod.*, 29: 103S.

- 147.** Gharbi, M. and Darghouth, MA., 2014, A review of *Hyalomma scupense* (Acari, Ixodidae) in the Maghreb region: from biology to control. *Parasite*. 21, 2.
- 148.** De la Fuente, J., Vicente, J., Hofle, U., Ruizfons, F., Fernandezdemera, I., Vandenbussche, R. and Gortazar, C.,2004, Infection in free-ranging Iberian red deer in the region of Castilla-La Mancha, Spain. *Vet. Microbiol.* 100(3-4), 163–173.
- 149.** Kawahara, M., Rikihisa, Y., Lin, Q., Isogai, E., Tahara, K., Itagaki, A., Hiramitshu, Y. and Tajima, T., 2006, Novel genetic variants of *Anaplasma phagocytophilum*, *Anaplasma bovis*, *Anaplasma centrale*, and a novel *Ehrlichia* sp. in wild deer and ticks on two major islands in Japan. *Appl. Environ. Microbiol.* 72, 1102–1109.
- 150.** Ben Said, M., Belkahia, H. and Messadi, L, 2018, *Anaplasma* spp. in North Africa: A review on molecular epidemiology, associated risk factors and genetic characteristics. *Ticks Tick-Borne Dis.* 9(3), 543–555.
- 151.** Rasulov, I., Fish, L. and Shkap, V., 2008, Vaccination of cattle against tropical theileriosis in Uzbekistan using autochthonous live vaccine. *Vaccine*. 6, 14–16.
- 152.** Gharbi, M., Sassi, L., Dorchies, P. and Darghouth, M.A., 2006, Infection of calves with *Theileria annulata* in Tunisia: Economic analysis and evaluation of the potential benefit of vaccination. *Vet. Parasitol.* 137 (3-4): 231-241
- 153.** Bouslikhane, M., 1998, Tropical theileriosis (*Theileria annulata*) in Morocco: Epidemiological and economic investigations. PhD, University of Reading, U.K., 197 p.