

Université des Frères Mentouri Constantine1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Animale

N° d'ordre :

N° de série :



Thèse de Doctorat
Présentée pour obtenir le diplôme de Doctorat 3^{ème} cycle
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biodiversité des Arthropodes

Présentée et soutenue par :

DERRADJ Lotfi

Intitulée :

**Inventaire des espèces de tiques (*Arthropoda; Ixodinae*)
parasites des bovins et recherche de pathogène chez les tiques
du genre *Hyalomma* au niveau de deux étages bioclimatiques**

Membres du jury :

Président : BENKENANA Naima (Prof.) Université des Frères Mentouri Constantine 1

Directrice de thèse: KOHIL Karima (Prof.) Université des Frères Mentouri Constantine 1

Examineurs : AGUIB Sihem (MCA) Université des Frères Mentouri Constantine 1

BOUNAMOUS Azzedine (Prof.) Centre Universitaire de Mila

Soutenue le : 14 septembre 2022

DEDICACE

Ce travail est dédié à ma mère et mon père « mes héros », ma jolie femme et mes deux enfants, mes sœurs et mes frères, mes beaux parents, a mon frère, absent/présent « **Issam** » (1981-2009).

REMERCIEMENTS

Tous les mots ne sauront exprimer ma profonde gratitude et mes plus vifs remerciements à : Professeur KOHIL Karima et le Professeur GHARBI Mohammed sans lequel ce travail n'aurais jamais vu le jour. Un directeur et co-directeur de thèse attentifs et disponibles. Ses compétences, ses rigueurs scientifiques et ses clairvoyances m'ont beaucoup appris. Pendant toutes ses années, vous étiez pour moi, un deuxième mère et un deuxième père, sévère à la fois et protecteur. MERCI.

J'exprime mes vifs remerciements à BENKENANA Naima Professeur à l'université des Frères Mentouri Constantine 1 d'avoir accepté de présider le jury de thèse et de juger le fruit de mes recherches.

J'ai le plaisir, aussi, de remercier Monsieur le Professeur BOUNAMOUS Azzedine de centre universitaire de Mila et Madame AGUIB Sihem Maître de conférences classe A à l'Université des Frères Mentouri Constantine 1, qui m'ont fait l'honneur de juger la présente thèse.

À tous mes collègues et doctorants du Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, sans oublier notre technicien Foued, MERCI pour votre soutien, votre présence et vos encouragements, sans oublier les membres de l'administration ; Mr Sebti, Mr Madaci. Les services de la post graduation. A tous les élèves des bovins, les vétérinaires surtout Docteur Zinnedinne (Jijel) et Docteur Taleb (Guelma), MERCI.

Je ne remercierai jamais assez mes parents, mes frères, mes beaux-parents, mes belles sœurs et beaux frères, mais surtout ma femme «Wissem». Vous êtes mon pilier et ma force dans cette vie. Merci de m'avoir supporté pendant toutes ses années. A toute ma famille, à tous mes cousins et cousines, MERCI.

A tous mes amis : Ahmed Aouri, Jacob, Ghallab Mohammed, Merouani Djamel, Fanta, Mustapha, Bilel, Majdi, Chemssou, Aziz (abbatoir de Tadjenanet). MERCI pour vos encouragements, MERCI d'être toujours à mon côté.

Enfin, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse, trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

MERCI à tous et à toutes

SOMMAIRE

Dédicace	
Remerciements	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

	Page
Chapitre I : Données bibliographiques	
1	5
1.1	5
1.2	5
1.3	6
1.4	6
2	6
2.1	6
2.2	8
2.3	10
3	12
3.1	12
3.2	12
3.3	12
3.4	12
3.5	13
3.6	13
3.7	13
3.8	14
3.9	14
3.10	14
4	17
4.1	17
4.1.1	17
4.1.2	17
4.1.3	17
5	19
6	19
7	21
7.1	21
7.1.1	21
7.1.1.1	21
7.1.1.2	22
7.1.1.3	22
7.1.2	22
7.1.2.1	22
7.1.2.2	25
7.1.2.3	25
7.1.2.4	26
7.1.2.4.1	26
7.1.2.4.2	26

7.1.3	Anaplasmosse	26
8	Répartition géographique des Ixodidés	26
9	Les bovins d'Algérie	27
10	Les races bovines en Algérie	27
Chapitre II : Matériels et méthodes		
1	Matériels	
1.1	Choix des stations d'étude	33
1.2	Présentation des stations d'étude	33
1.2.1	La wilaya de Jijel	33
1.2.2	La wilaya de Guelma	33
1.2.3	La wilaya de Mila	34
2	Méthode	39
2.1	Echantillonnage	39
2.2	Travail au laboratoire	39
3.1	Analyse statistique	39
3.1.1	L'association des espèces / mâles et femelles des tiques dures	39
3.2	Estimation des indices écologiques	40
3.3	Estimation des indices épidémiologiques	40
4	Clé d'identification ; les espèces décrits dans nos résultats	42
Chapitre III : Résultats		
1	Inventaire	51
1.2	Analyse écologique (été 2019)	55
1.3	Analyse épidémiologique	56
1.3.1	Taux d'infestation en fonction des facteurs biotiques	56
1.3.2	Indicateurs d'infestation de <i>Rhipicephalus</i> spp	56
1.3.3	Indicateurs d'infestation de <i>Hyalomma</i> spp	57
1.4	Analyse du taux d'infestation des mâles et des femelles des tiques dans la région de Jijel	58
1.5	Infestations de bovins à tiques en fonction du sexe, de la race et de l'âge des bovins	58
2	Aspect éco-épidémiologique d'association des tiques dans deux étages bioclimatiques	61
2.1	Identification des espèces	62
2.2	Association des espèces	62
2.2.1	La région de Mila	63
2.2.2	La région de Jijel	64
3	Association des espèces des tiques dures dans deux étages bioclimatiques	68
4	Indices épidémiologiques selon le degré d'association d'espèces	74
5	Incidence, espèces et sites d'attachement des tiques Ixodidae chez les bovins, les ovins et les caprins en Algérie	74
5.1	Infestation globale de tiques	74
5.2	Les tiques <i>Hyalomma</i>	69
5.3	Taux d'infestation de tiques selon le site d'attachement	69
6	Inventaire été 2021 dans les régions de Jijel, Mila et Guelma	69
7	<i>Rhipicephalus camicasi</i> Morel, Mouchet & Rodhain, 1976.	75
Chapitre IV: Discussion et conclusion		
	Conclusion	83
	Références Bibliographiques	
	Annexes	

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Les différentes hypothèses sur l'origine des Ixodidae	5
Tableau 2. Nombre d'espèces de tiques dures par hôtes et nombre d'espèces de chaque genre qui peuvent parasiter l'homme	29
Tableau 3. Nombre d'espèces de tiques dures par genres/région zoogéographique	30
Tableau 4. Caractéristiques des races bovines en Algérie	31
Tableau 5. Caractéristiques climatiques des régions de Jijel, Guelma et Mila, Algérie	34
Tableau 6. Clé d'identification ; les espèces décrit dans nos résultats	42
Tableau 7. Inventaire des tiques dures dans l'est algérien (été 2019-été 2020-été 2021)	51
Tableau 8. Tiques adultes prélevées sur les bovins, nombre de bovins infestés par les tiques, prévalence de l'infestation et intensité des tiques à Jijel, Guelma et Mila (nord-est de l'Algérie)	53
Tableau 9. Prévalence et intensité de l'infestation par les tiques selon les races, le sexe et l'âge des bovins dans le nord-est de l'Algérie	54
Tableau 10. Tiques adultes prélevées sur des bovins à Jijel, nord-est de l'Algérie	59
Tableau 11. Taux d'infestation des tiques adultes selon le sexe, l'âge et les races des bovins à Jijel, nord-est de l'Algérie	60
Tableau 12. Taux d'infestation par les tiques adultes prélevées sur les bovins de Jijel, nord-est de l'Algérie (nombre total de bovins examinés = 53)	61
Tableau 13. Indices épidémiologiques (prévalence et intensité de l'infestation) des espèces de tiques dures sur les hôtes selon le degré d'association dans la région de Mila (été 2020)	67
Tableau 14. Indices épidémiologiques (prévalence et intensité de l'infestation) des espèces de tiques dures sur les hôtes selon le degré d'association dans la région de Jijel (été 2019)	67
Tableau 15. Incidence et intensité des tiques dures adultes d'animaux domestiques à Tadjenanet, Mila, nord-est de l'Algérie.	71
Tableau 16. Nombre de tiques dures adultes par rapport au site d'attachement sur les animaux domestiques à Tadjenanet (Mai, Juin, Juillet et Août 2020).	72
Tableau 17. Espèces de tiques dures inventoriées au niveau de Mila, Guelma et Jijel (été 2021).	73
Tableau 18. Bovins infestés selon l'âge et le sexe du bovin au niveau de Mila, Guelma et Jijel (été 2021).	74
Tableau 19. Taux d'infestation de <i>Rh. camicasi</i> dans Mila, Guelma (été 2021).	75
Tableau 20. Comparaison entre les taux d'infestation de <i>Rh. camicasi</i> dans Mila, Guelma (été 2021).	75

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1. Hypothèse de travail de la phylogénie des sous-familles de tiques (Sous-ordre Ixodida).	7
Figure 2. Vue dorsale représentant les espèces des familles de tiques	9
Figure 3. A : Le genre <i>Hyalomma</i> , B : Le genre <i>Rhipicephalus</i>	11
Figure 4. Distribution des espèces du genre <i>Rhipicephalus</i> décrit dans nos résultats en Afrique	15
Figure 5. Distribution des espèces du genre <i>Hyalomma</i> décrit dans nos résultats dans l'Afrique	16
Figure 6. Cycles biologiques des tiques monophasiques, diphasiques et triphasiques (M : mue, RS : repas sanguin)	18
Figure 7. Système digestif	20
Figure 8. Cycle biologique de <i>Babesia</i>	23
Figure 9. Cycle évolutif de <i>T.annulata</i>	24
Figure 10. Les régions zoogéographiques du monde	28
Figure 11. Facteurs limitantes contrôlant les populations des tiques	28
Figure 12. Situation géographique des régions de Jijel, Guelma et Mila, nord-est de l'Algérie	35
Figure 13. Etages bioclimatiques de la région de; Jijel (Zemieche, 2018) selon le climatogramme d'Emberger	36
Figure 14. Etages bioclimatiques de la région de; Guelma (Khaladi, 2019) selon le climatogramme d'Emberger	37
Figure 15. Etages bioclimatiques de la région de Mila (Bendjeddou et Benserenda, 2012) selon le climatogramme d'Emberger	38
Figure 16. Fréquence des genres et des espèces dans les trois régions d'étude ; Jijel, Guelma, et Mila (2019-2021).	52
Figure 17. Richesse spécifique (2a), équité (2b), diversité de Shannon (2c) et diversité maximale (2d). Espèces de tiques dures chez les bovins des régions de Jijel, Guelma et Mila, au nord-est de l'Algérie	55
Figure 18. Comparaison de la partition k-moyenne des espèces de tiques dures dans les régions de Figure Mila et Jijel	62
Figure 19. Dendrogrammes pour l'analyse hiérarchique en grappes d'espèces de tiques dures dans la région de Mila et Jijel	63
Figure 20. Dendrogrammes pour l'analyse hiérarchique en grappes d'espèces de tiques dures mâles et femelles dans la région de Mila et Jijel	65
Figure 21. Dendrogrammes pour l'analyse hiérarchique en grappes d'espèces de tiques dures mâles et femelles dans la région de Jijel	66
Figure 22. Dendrogrammes pour l'analyse hiérarchique en grappes d'espèces de tiques dures mâles et femelles dans la région de Mila	66

Résumé

Les bovins sont confrontés à des maladies vectorielles qui diminuent leur croissance, la qualité de la viande et la production laitière. Les tiques dures sont des vecteurs d'agents pathogènes qui causent des maladies bactériennes, virales et parasitaires. En Algérie, les parasitoses comme les piroplasmoses dont les vecteurs sont les tiques ou nous pouvons assister à des atteintes graves et parfois à des mortalités même avec le traitement notamment lors de theilériose bovine. Nous avons choisi de cerner le problème de l'infestation des bovins par les tiques ainsi, notre travail a consisté à réaliser un inventaire des tiques présentes dans trois régions à étages bioclimatiques différents (Jijel ; humide, Guelma ; sub-humide et Mila ; semi-aride), 2816 tiques ; 947 à Mila, 1464 à Jijel et 405 à Guelma ont été collectées sur 402 bovins, 196 caprin et 182 ovins. Nous avons pu identifier dix espèces de tiques dures, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus camicasi*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma excavatum*, *Hyalomma scupense*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma impeltatum*, *Hyalomma anatolicum*.

Nous avons également démontré que les tiques ne sont pas équidistribuées selon les espèces par l'étude des indices écologiques ainsi *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* a été surtout retrouvée à Jijel et Guelma, *Rhipicephalus bursa* et *Rhipicephalus sanguineus* sont très élevés à Mila, *Hyalomma excavatum* uniquement présente à Guelma et Mila. On note aussi la présence du *Rhipicephalus camicasi* pour la première fois en Algérie. En ce qui concerne le sexe des tiques, le pourcentage des femelles du genre *Rhipicephalus* est plus élevé que celui des mâles, par contre pour *Hyalomma* les mâles sont plus présents. L'étude des facteurs biotiques à savoir le sexe, l'âge et à la race des bovins a montré une différence significative dans la prévalence et l'intensité des infestations de tiques, nous remarquons que l'intensité de l'infestation par catégorie d'âge des bovins s'est avérée statistiquement significative chez les bovins dont la moyenne d'âge était de 3,5 et 5,5 ans. Nous avons aussi noté dans notre étude le regroupement d'espèces différentes de tiques ainsi, *Rhipicephalus sanguineus* a formé un groupe avec *Rhipicephalus bursa* à Mila et qu'à Jijel *Hyalomma anatolicum* s'est associé à *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. L'association des espèces est une stratégie efficace pour les tiques dures qui peut engendrer au cours du temps un échange d'agents pathogènes. Ce regroupement d'espèce avait été aussi en relation avec la densité des tiques ainsi les espèces à faible densité, à Jijel *Rhipicephalus sanguineus*, à Mila *Hyalomma excavatum* et *Hyalomma impeltatum* avait tendance à se regrouper avec les espèces qui avaient les densités les plus élevées. Par ce travail nous contribuons à la systématique des tiques et nous apportons une nouvelle approche concernant l'étude des facteurs biotiques.

Mots clés : Tiques Dures, Inventaire, Bovins, Guelma, Mila, Jijel, Facteurs biotiques

Abstract

Cattle are confronted to vector-borne diseases which reduce their growth, meat quality and milk production. Hard ticks are vectors of pathogens that cause bacterial, viral and parasitic diseases. In Algeria, parasitosis such as piroplasmosis whose vectors are ticks or we can witness serious damage and sometimes mortality even with treatment, especially during bovine theileriosis. We chose to identify the problem of the infestation of cattle by ticks thus, our work consisted in carrying out an inventory of the ticks present in three regions with different bioclimatic status (Jijel; humid, Guelma; sub-humid and Mila; semi- -arid), 2816 ticks; 947 in Mila, 1464 in Jijel and 405 in Guelma were collected from 402 cattle, 196 goats and 182 sheep. We were able to identify ten species of hard ticks, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus camicasi*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma excavatum*, *Hyalomma scupense*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma impeltatum*, *Hyalomma anatolicum*.

We have also demonstrated that ticks are not equidistributed according to species by studying ecological indices thus *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* was mainly found in Jijel and Guelma, *Rhipicephalus bursa* and *Rhipicephalus sanguineus* are very high in Mila, *Hyalomma excavatum* only present in Guelma and Mila. We also note the presence of *Rhipicephalus camicasi* for the first time in Algeria. Regarding the sex of ticks, the percentage of females of the genus *Rhipicephalus* is higher than that of males, on the other hand for *Hyalomma* the males are more present. The study of biotic factors namely sex, age and breed of cattle showed a significant difference in the prevalence and intensity of tick infestations, we note that the intensity of infestation by category d Cattle age was found to be statistically significant in cattle with an average age of 3.5 and 5.5 years. We also noted in our study the grouping of different species of ticks thus, *Rhipicephalus sanguineus* formed a group with *Rhipicephalus bursa* in Mila and that in Jijel *Hyalomma anatolicum* associated with *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. Species association is an effective strategy for hard ticks that can lead to an exchange of pathogens over time. This grouping of species was also related to the density of ticks, so the low density species, Jijel *Rhipicephalus sanguineus*, Mila *Hyalomma excavatum* and *Hyalomma impeltatum* tended to group together with the species that had the highest densities. Through this work we contribute to the systematics of ticks and we bring a new approach to the study of biotic factors.

Keywords: hard ticks, inventory, cattle, Guelma, Mila, Jijel, biotic factors.

ملخص

تواجه الماشية الأمراض التي تنتشر بفضل النواقل والتي تقلل من نموها ونوعية اللحوم وإنتاج الحليب. القراد الصلب هو ناقل لمسببات الأمراض التي تسبب الأمراض البكتيرية والفيروسية والطفيلية. في الجزائر ، داء الطفيليات مثل البيروبلازما الذي نواقله هو القراد حيث يمكن أن نشهد أضرارًا جسيمة وأحيانًا نفوق البقر حتى مع العلاج ، خاصة أثناء داء البوصفير البقري. لقد اخترنا تحديد مشكلة غزو الماشية بالقراد ، وبالتالي ، فإن عملنا يتألف من إجراء جرد للقراد الموجود في ثلاث مناطق ذات أوضاع بيولوجية مناخية مختلفة (جيجل ؛ رطب ، قالمة ؛ شبه رطبة ومييلة ؛ شبه - جافة) ، تم جمع 2816 قرادة؛ 947 في ميلا و 1464 في جيجل و 405 في قالمة من 402 رأس ماشية و 196 ماعز و 182 خروف. تمكنا من تحديد عشرة أنواع من القراد الصلب ، *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus camicasi*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma excavatum*, *Hyalomma scupense*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma impeltatum*, *Hyalomma anatolicum* لقد أظهرنا أيضًا أن القراد لا يتم توزيعه بشكل متساوي وفقًا لأنواع من خلال دراسة المؤشرات البيئية ، وبالتالي وجد أن *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* يهيمن في كل من قالمة و جيجل أما في ميلا فهيمن *Rhipicephalus bursa* و *Rhipicephalus camicasi* تم ملاحظتها لأول مرة في الجزائر .

فيما يتعلق بجنس القراد، فإن نسبة الإناث من جنس *Rhipicephalus* أعلى من تلك الخاصة بالذكور، ومن ناحية أخرى بالنسبة إلى *Hyalomma* ، فإن الذكور أكثر تواجداً. أظهرت دراسة العوامل الحيوية مثل الجنس والعمر وسلالة الأبقار اختلافًا معنويًا في انتشار وشدة الإصابة بالقراد، ونلاحظ أن شدة الإصابة حسب الفئة (د) وجدت ذات دلالة إحصائية في الأبقار ذات متوسط العمر. 3.5 و 5.5 سنوات. لاحظنا أيضًا في دراستنا تجميع أنواع مختلفة من القراد وبالتالي، شكلت *Rhipicephalus sanguineus* مجموعة مع *Rhipicephalus bursa* في Mila وذلك في *Hyalomma anatolicum* المرتبط بـ *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. يعتبر ارتباط الأنواع استراتيجية فعالة للقراد الصلب الذي يمكن أن يؤدي إلى تبادل مسببات الأمراض بمرور الوقت. كانت هذه المجموعة من الأنواع مرتبطة أيضًا بكثافة القراد ، لذلك تميل الأنواع منخفضة الكثافة ، *Rhipicephalus sanguineus* و *Hyalomma* و *Hyalomma impeltatum* إلى التجمع مع الأنواع ذات الكثافة الأعلى. من خلال هذا العمل نساهم في جرد القراد ونقدم نهجًا جديدًا لدراسة العوامل الحيوية.

الكلمات المفتاحية: القراد الصلب، المخزون، الماشية، قالمة، ميلا، جيجل، العوامل الحيوية

Introduction

Introduction générale

Les tiques (Arthropoda, Arachnida) sont retrouvées dans le monde entier, selon les espèces animales hôtes. Elles sont regroupées en trois familles les *Argasidae* (tiques molles) les *Ixodidae* (tiques dures), et les *Nuttalliellidae*, dans ces familles on compte plus de 900 espèces ; selon Guglielmone *et al.* 2014, il y aurait 700 espèces et 14 genres que pour les *Ixodidae* « tiques dures » car la face dorsale de leur corps porte une plaque sclérifiée nommée « *écusson* » ou « *scutum* » couvrant la totalité du dos chez le mâle et environ le tiers du dos chez les femelles.

Les chercheurs se sont investi à étudier les tiques dures chez les animaux car ces acariens provoquent des dégâts considérables, en effet lorsqu'ils infestent pesamment les bovins ils sont à l'origine, par spoliation du sang d'une paralysie, des plaies et des abcès qui pourraient donner lieu à des infections secondaires en constituant des portes d'entrées à des germes pathogènes; notons également un retard de croissance des jeunes, une diminution de la production laitière et une dévalorisation de la qualité de la viande.

Les tiques ont aussi un rôle indirecte en tant que vectrices potentielles chez les animaux domestiques citons notamment les piroplasmoses bovines qui en particulier la theilériose pourrait provoquer la mort des bovins, ainsi que la babésiose bovine qui est une zoonose.

En Algérie, l'inventaire des espèces de tiques s'est fait progressivement et chronologiquement;

-A l'institut Pasteur d'Alger, et de 1900 à 1960, Sergent et son équipe a mis en évidence le rôle des tiques dans la transmission des Piroplasmes à l'origine de lourdes pertes économiques (Sergent, 1964),

-La systématique des tiques dures et leur répartition saisonnière en Algérie, ont fait l'objet d'études réalisées par Senevet G, 1922, Senevet et Rossi, 1924 ; Sergent et Poncet, 1937,

-Plus récemment, Yousfi-Monod en 1986, Benchikh-Elfegoun en 2007, 2014, 2018, 2019 ont apporté un rafraichissement concernant la systématique des espèces *Ixodidae* dans certaines régions d'Algérie,

-Enfin, un guide établi par Walker et al en 2003 révisé en 2014, a délimité les espèces de tiques dures selon leurs localisations en Afrique, en étudiant leurs caractéristiques morphologiques, leurs hôtes réceptifs ainsi que les différents germes pathogènes qu'elles véhiculent et en offrant une clé d'identification des genres et des espèces de tiques.

Notre étude fait suite aux travaux précités dans le cadre de la révision de l'inventaire et de la systématique des espèces de tiques dures dans trois régions du nord-est de l'Algérie principalement chez les hôtes bovins et élargisse la prospection vers des stations non étudiées.

Egalement en faisant la comparaison entre les taux d'infestation des espèces des tiques dures, parasites des bovins entre trois étages bioclimatiques,

Nous avons également réalisé la comparaison des taux d'infestation des tiques dures chez les bovins et pour la première fois celle des femelles et mâles des tiques en fonction des facteurs biotiques; l'âge, le sexe et la race des bovins avec une nouvelle type d'analyse,

Et enfin, nous avons étudié pour la première fois en Algérie, les différents aspects écologiques et épidémiologiques d'association des espèces de tiques dures et celle des mâles et femelles en fonction des facteurs biotiques (l'âge, le sexe et la race des bovins) dans deux étages bioclimatiques.

CHAPITRE I :

DONNEES

BIBLIOGRAPHIQUES

Chapitre 1 : données bibliographiques

1. Systématique et évolution des tiques

1.1. Etymologie

En 1815, William El ford Each décrit pour la première fois le mot « tique » qui provient du grec ancien ἰξώδης, ixôdês, signifiant « gluant » (Guglielmone et *al.* 2014). Les tiques et les maladies qu'elles transmettent ont été reconnues depuis l'antiquité avec les premières références attribuées à Homer (vers 850 av. J.-C.) où il a mentionné l'apparition des tiques sur le chien d'Ulysse et d'un rouleau de papyrus égyptien (vers 1550 av. J.-C.) se référant à la « fièvre des tiques » (De La Fuente, 2003).

1.2. Origines des tiques

Plusieurs hypothèses ont été proposées soit sur la base des différentes associations tiques-hôtes, mais surtout sur l'analyse des caractères morphologiques et moléculaires (Tableau 1) (Klompen et *al.* 1996 ; Nava et *al.* 2009). Notons que chaque lignée des tiques est apparue avec l'apparition de leurs hôtes, c'est la co-spéciation (Hoogstraal et Kim, 1985).

Tableau 1. Les différentes hypothèses sur l'origine des Ixodidae

Citation	Ere géologique	Période géologique	Date
Oliver, 1989	Paléozoïque	Dévonien	350-400 Ma
Dobson et Barker, 1999a	Paléozoïque	Dévonien	350-400 Ma
Mans et <i>al.</i> 2011, 2016	Paléozoïque	Carbonifère	319 Ma
Jeyaprakash et Hoy, 2009	Paléozoïque	Carbonifère	300 Ma
Schulze 1936 et Zumpt 1951	Paléozoïque	Permien	250-290 Ma
Hoogstraal et <i>al.</i> 1982; 1985; 1978	Paléozoïque	Permien	200-250 Ma
Morel, 1969b	Mésozoïque inférieure	Trias	200-250 Ma
Pomerantsev 1948, seulement <i>Ixodidae</i>	Mésozoïque	Jurassique	150-200 Ma
Beati et Klompen, 2019	Mésozoïque	Trias supérieur Jurassique inférieure	180-220 Ma
Balashov 1994	Mésozoïque	Jurassique	150-200 Ma

1.3. Systématique des tiques

La position taxonomique des tiques est comme suivie :

Super-règne : Eucarya Woese et *al.* 1990

Règne : Animalia Linnæus, 1758

Sous-règne : Eumetazoa Butschli, 1910

Super-phylum : Ecdysozoa Aguinaldo et *al.* 1997

Phylum : Arthropoda Latreille, 1829

Classe : Arachnida Cuvier, 1812

Sous classe : Acari Leach, 1817

Ordre : Parasitiformes Reuter, 1909

Sous ordre : Ixodida Leach, 1815 (Metastigmata Canestrini, 1891)

Les tiques ont été regroupés dans trois familles : Argasidae Koch, 1844 ; (186 espèces) (Nava et *al.* 2009 ; Wang et *al.* 2019), Ixodidae (692 espèces) Leach, 1815 et, Nuttalliellidae Schulze, 1935 (une seule espèce) (Nava et *al.* 2009). La famille Ixodidae contient approximativement plus de 700 espèces regroupées dans 14 genres dont *Rhipicephalus* et *Hyalomma* (Guglielmone et *al.* 2014). Les tiques dures peuvent être divisées en deux groupes basés sur des caractères morphologiques, les Métastricata (~450 espèces) et les Prostricata (~250 espèces) (Charrier et *al.* 2019).

1.4. Phylogénétique des tiques

Plusieurs outils ont été utilisés pour établir les liens d'apparentée entre les différents groupes de tiques (Figure 2), les marqueurs moléculaires restent l'outil le plus utilisé, surtout les gènes ribosomiaux nucléaires qui sont trois gènes ; ARNr 16S, 23S et 5S et l'ADN mitochondriale avec trois gènes ; cytochrome *b*, rRNA 12S et 16S (Nava et *al.* 2009). La RNase III clive la molécule précurseur de l'ARNr 30S en trois molécules d'ARNr 16S, 23S et 5S (Maidak et *al.* 1997). L'ARNr 16S est considéré comme une « horloge évolutive », car il est le plus conservé parmi les molécules d'ARNr ce qui permet la reconstruction de l'arbre de vie (Woese, 1987).

2. Morphologie des tiques

2.1. Phénotype

Les tiques partagent avec les arthropodes les caractéristiques suivantes :

- Symétrie bilatérale
- Tégument chitineux

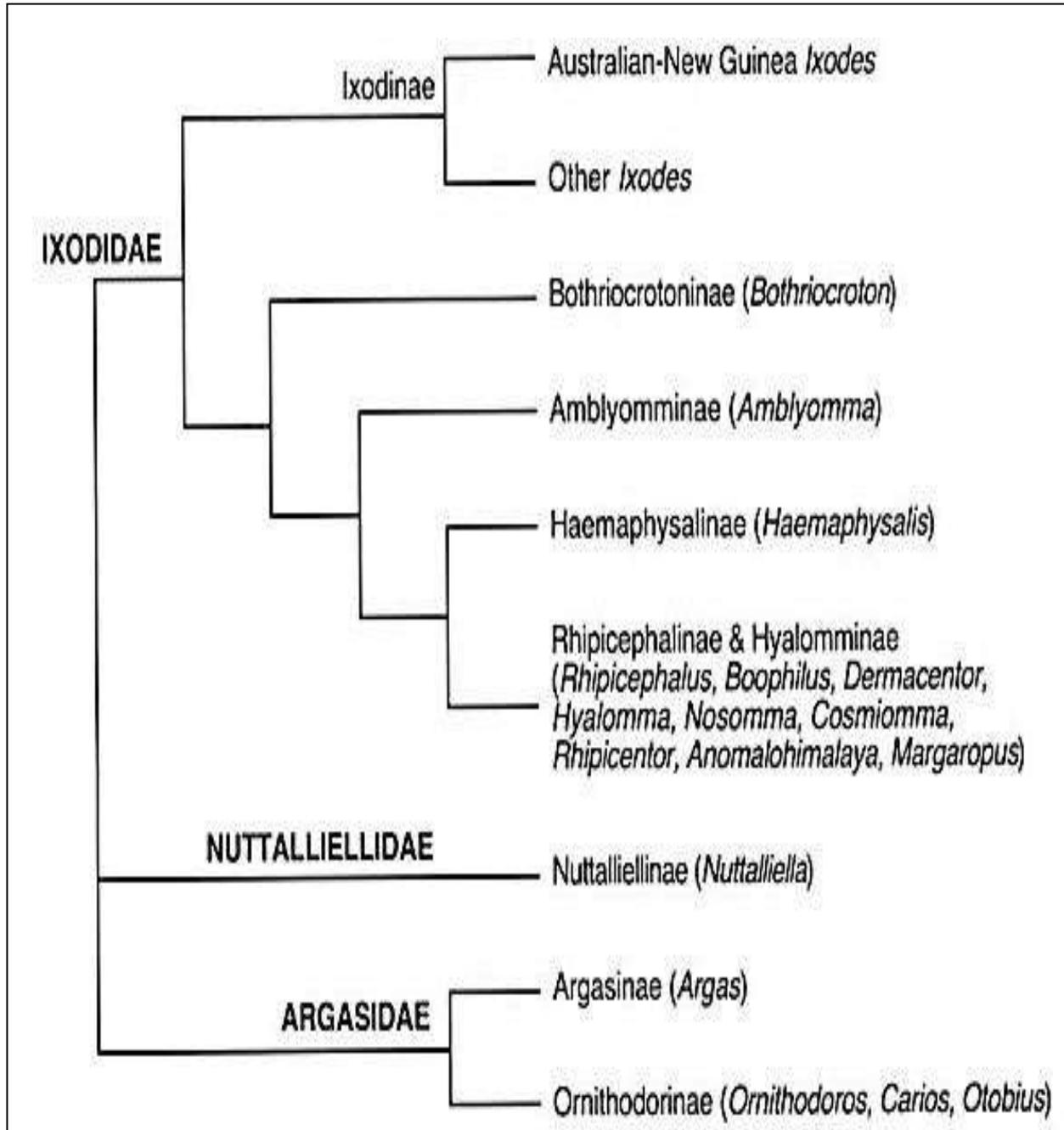


Figure 1. Hypothèse de travail de la phylogénie des sous-familles de tiques.

- Corp segmenté
- Appendices conjoints qui servent à la marche et à l'alimentation
- Un cerveau dorsal, mais un cordon nerveux ventral

Cependant les tiques appartenant à la classe Arachnida, se distinguent par les caractéristiques suivantes :

- Quatre paires de pattes
- L'apparition de pédipalpes élargis chez certains puisse donner l'apparence de cinq

paires de pattes (Capinera, 2010).

Presque toutes les tiques appartiennent à l'une des deux familles : les *Argasidae*, appelées tiques molles, ou *Ixodidae*, appelées tiques dures. Les tiques molles dépourvues du scutum (Figure 2), ou plaque dure qui couvre toute ou la partie antérieure de l'abdomen. En outre, observées d'en haut, les pièces buccales des tiques molles ne sont pas visibles. Elles ont tendance à être ovales dans la forme du corps (Capinera, 2010). En revanche, les tiques dures possèdent un scutum qui couvre la majeure partie de l'abdomen chez les mâles et la région antérieure chez les femelles, larves et les nymphes. En outre, leurs pièces buccales sont nettement visibles en dessous du corps (Capinera, 2010). Parmi les genres importants de tiques dures : *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Boophilus*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, *Hyalomma* et *Amblyomma* (Capinera, 2010). Les tiques molles *Argasidae* sont caractérisées par l'absence d'un scutum dorsal sclérosé, le capitulum est placé ventralement, alors que les ixodidés possèdent un scutum dorsal sclérosé et un capitulum qui est positionné apicalement (Figure 2), tandis que les *Nuttalliellidae*, avec une seule espèce : *Nuttalliella namaqua* Bedford, 1931 montre des caractéristiques communes aux tiques dures et molles, en fait elle possède un pseudo-scutum partiellement sclérosé et un capitulum positionné apicalement (Keirans et al. 1976). Les ixodidés peuvent être divisés en deux groupes morphologiques sur la base de la position de la rainure anale, les Prostriata (y compris seulement le genre *Ixodes*) sont considérés comme la lignée basale et ils possèdent la rainure anale antérieurement à l'anus ; les Métastriata (y compris tous les autres genres) possèdent la rainure anale placée postérieurement à l'anus (Nava et al. 2009).

2.2. Caractères morphologiques du genre *Hyalomma*

Le genre *Hyalomma* contient plusieurs espèces munies d'une capacité vectorielle dans la région méditerranéenne, l'Afrique et l'Asie. Ce genre a une répartition au long des régions paléarctiques, indo-malaysienne et afrotropicale (Walker, 2003). Le problème dans ce genre est la difficulté d'identification des immatures (larves et nymphes), en plus pour certains adultes comme l'espèce *Hy. marginatum* étant considérée comme un groupe d'espèce avec quatre sous-espèces (Agustín et al. 2013).

Le genre *Hyalomma* a le phénotype suivant (Figure 3A) :

1 La taille des tiques non gorgées est large (5 à 6 mm), inclue les pièces buccales, la suture

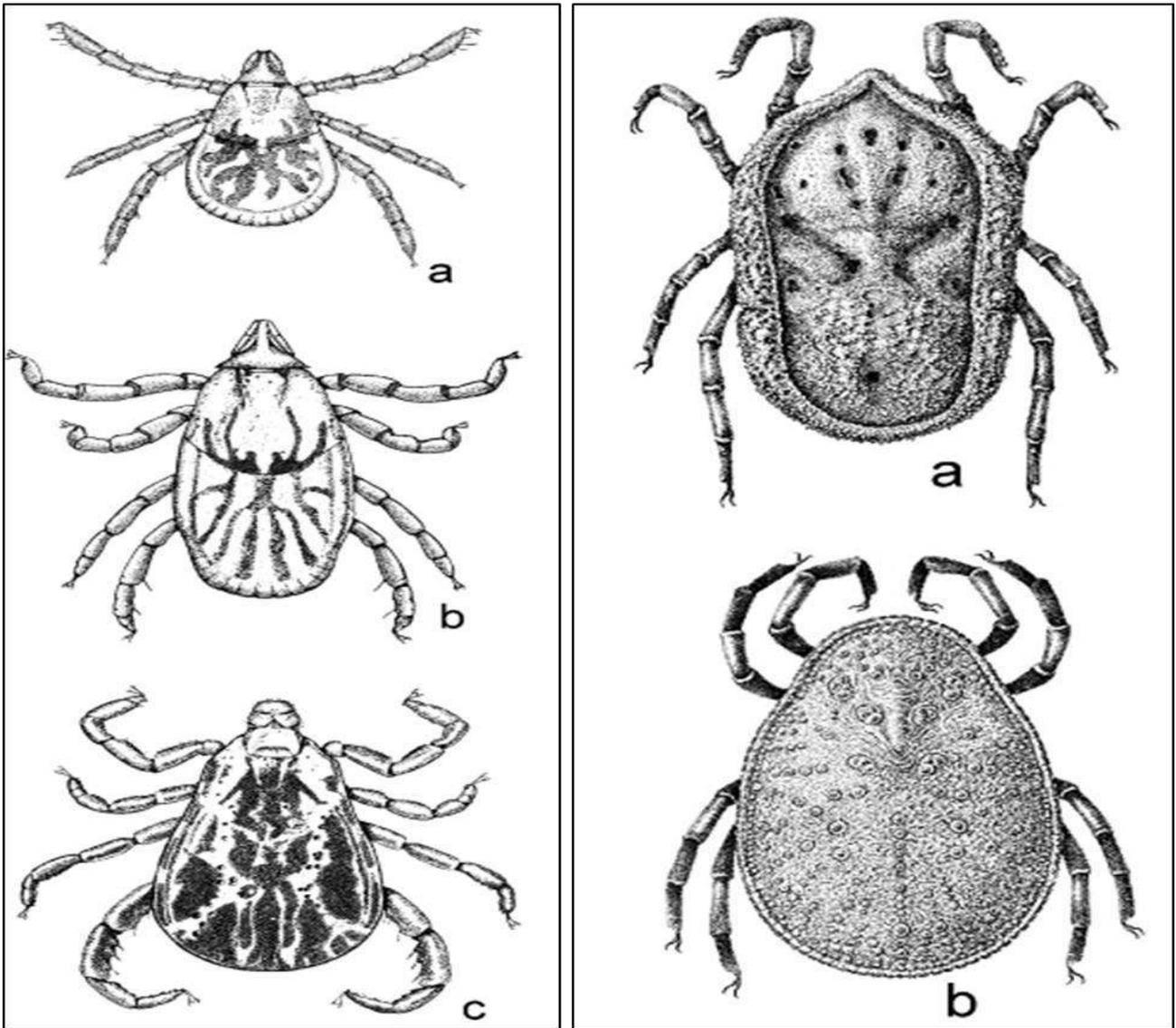


Figure 2. Vue dorsale représentant les espèces des familles de tiques : *Ixodidae*(A) Et *Argasidae*(a) larve ; (b) nymphe ; (c) adulte. (Source : Capinera, 2010).

-Latérale est absente, la texture de la cuticule est striée

2 : Les pièces buccales sont allongées antérieurement

3 : Les articles 2 des palpes sont plus grands que l'article 1 et l'article 3

4 : Le capitulum basale a des marges angulées médio-latéralement

5 : Les pattes, généralement ont des anneaux pâles, minces, et les pulvules sont toujours présentes

6 : Le scutum est présent chez la femelle (le conscutum est présent chez le mâle et est coloré en brun). L'ornementation est généralement absente dans le scutum et le conscutum (*Hy. lusitanicum* est une exception).

7 : Les yeux sont toujours convexes

8 : Les festons sont présents chez les mâles (aussi présents chez les femelles, chez les femelles gorgées les festons ne sont pas clairs)

9 : Les stigmates sont larges et postérieurs par rapport à la patte quatre. Les gobelets du stigmate sont distribués au niveau du stigmate

10 : Les écussons ventraux ne sont présents que chez les mâles (généralement trois paires)

11 : Le sillon anal est postérieur par rapport à l'anus

12 : Les coxa 4 sont d'une taille normale

13 : Les coxa 1 ont des paires d'éperons larges et égaux (Walker et al. 2003).

2.3. Les caractères morphologiques du genre *Rhipicephalus*

Le genre *Rhipicephalus* a le phénotype suivant (Figure 3 B) :

1' : la taille des tiques non gorgées est moyenne (3 à 5 mm), absence de suture latérale, la texture du tégument est striée

2' : les pièces buccales sont antérieures

3' : les articles des palpes sont petits

4' : la morphologie du capitule basal est hexagonale

5' : présence des pulvules, les pattes sont minces avec des anneaux pâles

6' : le scutum est présent chez la femelle (conscutum chez le mâle)

7' : présence des yeux, mais ils sont plats et légèrement convexes

8' : présence des festons chez le mâle, chez la femelle sont invisibles lorsqu'elle est gorgée

9' : les plaques du stigmate sont larges et postérieures par rapport aux pattes 4

10' : les plaques ventrales sont absentes chez la femelle

11' : les sillons anaux sont postérieurs par rapport à l'anus

12' : les coxa 4 ont une taille normale

13' : les coxa 1 ont des éperons appariés grands et égaux

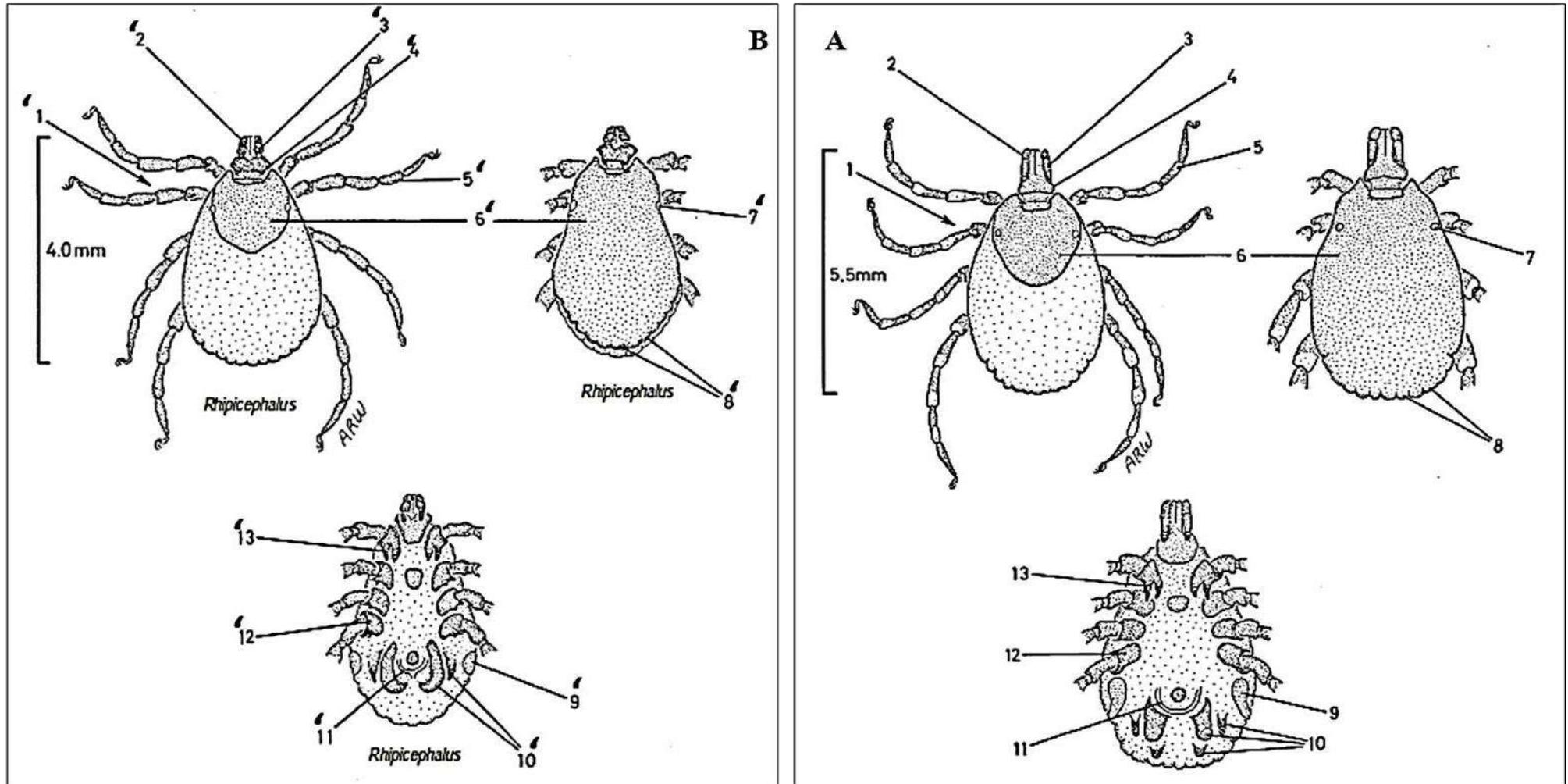


Figure 3. A : Le genre *Hyalomma*, B : Le genre *Rhipicephalus*; vue dorsal d'une femelle (haut à gauche, mâle haut à droite, vue ventrale d'un mâle en bas dans le centre) (Walker et al. 2003).

3. Habitat et distribution

3.1. *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* Say, 1821.

Rhipicephalus (Boophilus) annulatus est le vecteur de *Babesia bigemina*, *B. bovis* et *Anaplasma marginale* (Walker et al. 2003). En Algérie, plusieurs agents pathogènes comme *Theileria annulata*, « *Candidatus Ehrlichia urmitei* », *Theileria buffeli* et *Anaplasma platys* ont été détectés dans *Rh. annulatus* (Sadeddine et al. 2020), *Rickettsia*-positive (Boucheikhchoukh et al. 2018). Cette tique est abondante dans les régions méditerranéennes (Figure 4), paléarctiques et afrotropicales (Agustín et al. 2018).

3.2. *Rhipicephalus bursa* Canestrini & Fanzago, 1878.

Rhipicephalus bursa est largement distribué dans la région Méditerranéenne (Figure 4) (Europe du Sud, Afrique du Nord et Moyen-Orient) (Filippova, 1997; Yeruham et al. 1996). *Rhipicephalus bursa* est le vecteur de *Babesia ovis*, *Anaplasma ovis*, *A. marginale*, *A. centrale*, et *Theileria ovis* (Aktas et al. 2004). *Rickettsia massiliae* et *Anaplasma ovis*, et "*Candidatus Rickettsia barbariae*" (Sadeddine et al. 2020) et *Coxiella burnetii* (Abdelkadir et al. 2019); L'ADN du *Coxiella*-like a été détecté dans 81% (26/32) de *Rh. bursa* (Rahal et al. 2020).

3.3. *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806).

Rhipicephalus sanguineus se retrouve généralement entre 20°N et moins de 30°S pour la lignée tempérée (Yoder et al. 2006; Torres, 2008; Tsai et al. 2012; Martins et al. 2020) (Figure 4). Cette tique peut transmettre de nombreux agents pathogènes, notamment: *Babesia vogeli*, *Ehrlichia canis*, *Hepatozoon canis*, *Rickettsia conorii* et *Rickettsia rickettsii* (Torres, 2008). *Rh. sanguineus* se retrouve périodiquement fixée sur les humains transmettant la Fièvre Boutonneuse Méditerranéenne (Kuloglu et al. 2012).

3.4. *Rhipicephalus camicasi* Morel, Mouchet & Rodhain, 1976.

Cette espèce appartient à une large groupe « le complexe *R. sanguineus* s.l. » avec les espèces suivantes ; *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus sulcatus*, *Rhipicephalus rossicus*, *Rhipicephalus schulzei*, *Rhipicephalus pumilio*, *Rhipicephalus pusillus*, *Rhipicephalus turanicus*, *Rhipicephalus leporis*, *Rhipicephalus guilhoni*, *Rhipicephalus moucheti*, *Rhipicephalus bergeoni* (Chitimia-Dobler et al. 2017). Peu d'informations existent sur *Rh. camicasi*, ceci nécessite plusieurs investigations pour

clarifier les différents aspects biologiques de cette espèce (Estrada-Peña et al. 2018). Cette espèce a été reportée dans plusieurs régions comme l’Égypte, Jordanie, Arabie Saoudite, Sudan (Perveen et al. 2021). Dans le Yémen, elle est considérée comme une espèce dominante qui infeste les animaux domestiques surtout les ovins (Estrada-Peña et al. 2018). C’est une espèce à trois hôtes reportée surtout dans les zones arides et semi-arides (Estrada-Peña et al. 2018 ; Walker et al. 2003). En Sudan, *Rhipicephalus camiciasi* a été reportée sur plusieurs animaux domestiques y compris les bovins, avec 301 spécimens (12.49% ; 301/2410), dont 164 sont des femelles (Springer et al. 2020).

3.5. *Hyalomma scupense* Schulze, 1919 (= *H. detritum* Schulze 1919).

En raison de son rôle vectoriel, une attention particulière est accordée à *Hy. scupense* (Sergent, 1945; Boutaleb, 1982; Yousfi-Monod R., 1986; Bouattour, 2001 ; Gharbi et al. 2014; Benchikh-Elfegoun et al. 2018). *Hyalomma scupense* est répandue dans 42 pays, dont l’Afrique du nord (Figure 5) (Gharbi et al. 2013). Le taux d’infestation par cette espèce a augmenté ces dernières années, et les résultats actuels confirment que *Hy. scupense* est présent dans les régions humides à arides, en particulier dans les régions septentrionales (Gharbi et al. 2014). L’ADN du *Coxiella* a été détecté dans (1/4) de la *Hyalomma scupense* (Rahal et al. 2020b), détecté *Rickettsia* positive (Boucheikhchoukh et al. 2018), l’ADN de *Ri. aeschlimannii* a été détecté dans 6/20 de *Hyalomma scupense* (Leulmi et al. 2016).

3.6. *Hyalomma marginatum* Koch, 1844.

L’aire de répartition de *Hyalomma marginatum* couvre le Sud de l’Europe, l’Afrique du Nord (Figure 5) et certaines régions d’Asie (Apanaskevich et Horak, 2008). *Hyalomma marginatum* est le vecteur du virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo (Ergönül, 2006; Hoogstraal et al. 1979), cette tique est l’hôte de *Rickettsia aeschlimannii* (Abdelkadir et al. 2019), *R. aeschlimannii* a été détectée en Algérie chez *Hyalomma marginatum* (Bitam et al. 2006). Dans les travaux de Rahal en 2020, l’ADN de type *Coxiella* a été détecté dans 14 % (4/28) de *Hyalomma marginatum*.

3.7. *Hyalomma lusitanicum* Koch, 1844.

Hyalomma lusitanicum est une espèce exophile principalement en Espagne et au Portugal, où elle transmet *T. annulata* et *T. equi* (Apanaskevich et Horak, 2008; Walker et al. 2003). Peu de populations sont présentes dans les régions septentrionales du Maroc et de l’Algérie mais pas en Tunisie (Figure 5), elles pourraient être introduites à partir

d'Europe occidentale (Walker et al. 2003). L'ADN de type *Coxiella* a été détecté dans (1/3) de *Hyalomma lusitanicum* (Rahal et al. 2020b).

3.8. *Hyalomma anatolicum* Koch, 1844.

Hyalomma anatolicum est l'une des espèces de tiques les plus répandues, sa gamme de distribution couvre 33 pays sur trois continents: Afrique (Figure 5), Europe et Asie (Agustín Estrada- Peña et al. 2013). *Hyalomma anatolicum* est le vecteur de *Theileriaannulata*, *T. lestoquardi*, *T. equi* et *Babesia caballi* (Bakheit et al. 2012; Yakhchali et al. 2012). En Algérie, cette espèce n'a été signalée que dans la province de Mila (Benchikh-Elfegoun et al. 2014). *Hyalomma anatolicum* a été retrouvée en Iran à un taux de 38,83% (Biglari et al. 2018). En Irak, 50 tiques collectées chez les vaches ont été caractérisées par PCR; le résultat montre la présence de *Hyalomma anatolicum* (Al-Fatlawi et al. 2018). En Turquie, une étude d'Aktas a montré que 2 895 tiques ont été identifiées comme *Hyalomma anatolicum* (Aktas et al. 2004). L'ADN du *Ri. aeschlimannii* a été détecté dans 6/20 (30%) *Hyalomma anatolicum* (Leulmi et al. 2016).

3.9. *Hyalomma excavatum* Koch, 1844

Hyalomma excavatum est présente dans 21 pays à travers 3 continents(Figure 5) (Apanaskevich, 2005; Hoogstraal et al. 1981; Miranpuri et al. 1975). *Hyalommaexcavatum* transmet *Theileria annulata* dans des conditions de laboratoire (Sayin et al. 2003). Selon Rahal en 2020, l'ADN du *Coxiella*-like a été détecté dans (8/22) du *Hyalommaexcavatum*, c'est une tique qui peut héberger *Rickettsia aeschlimannii*, '*Candidatus Rickettsia barbariae*' et *Coxiella burnetii*(Abdelkadir et al. 2019). Cette tique a été identifiée chez les moutons comme vecteur de *Theileria lestoquardi* en Tunisie (Rjeibi et al. 2016).

3.10. *Hyalomma impeltatum* Schulze &Schlottke, 1930.

En Tunisie, Bouattour l'a décrite en 1999 dans des zones arides et désertiques (Figure 5). Um El Hassan Mustafa l'a également identifiée au Soudan en 1983 comme le vecteur de *Theileriaannulata*. Des études antérieures (Hoogstraal et al. 1979; Williams et al. 1973) ont indiqué que *Hy. impeltatum* est le vecteur à la fois de la fièvre hémorragique de Crimée Congo (CCHF).

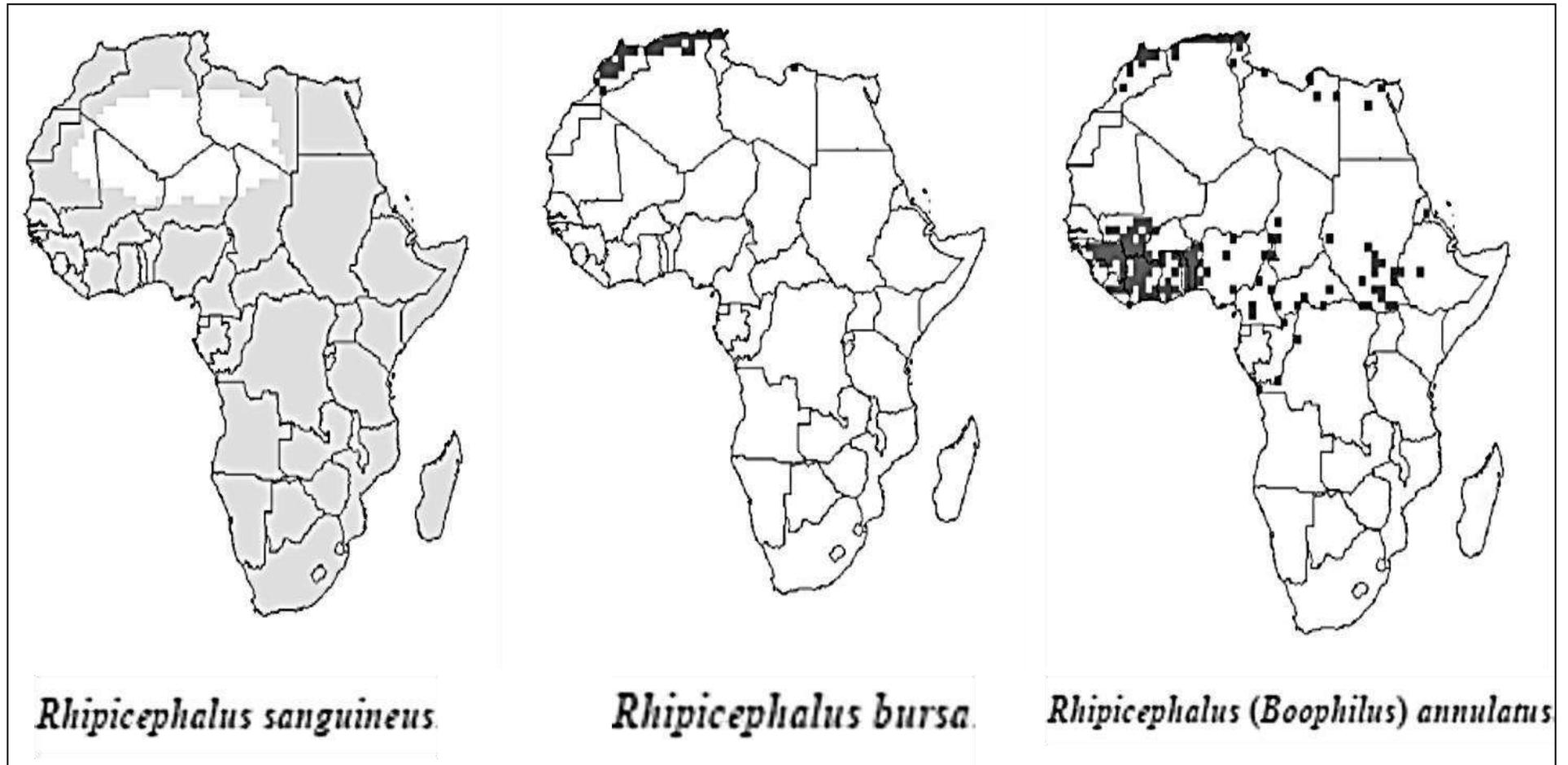


Figure 4. Distribution de quelque espèce du genre *Rhipicephalus* en Afrique (Walker et al. 2003).

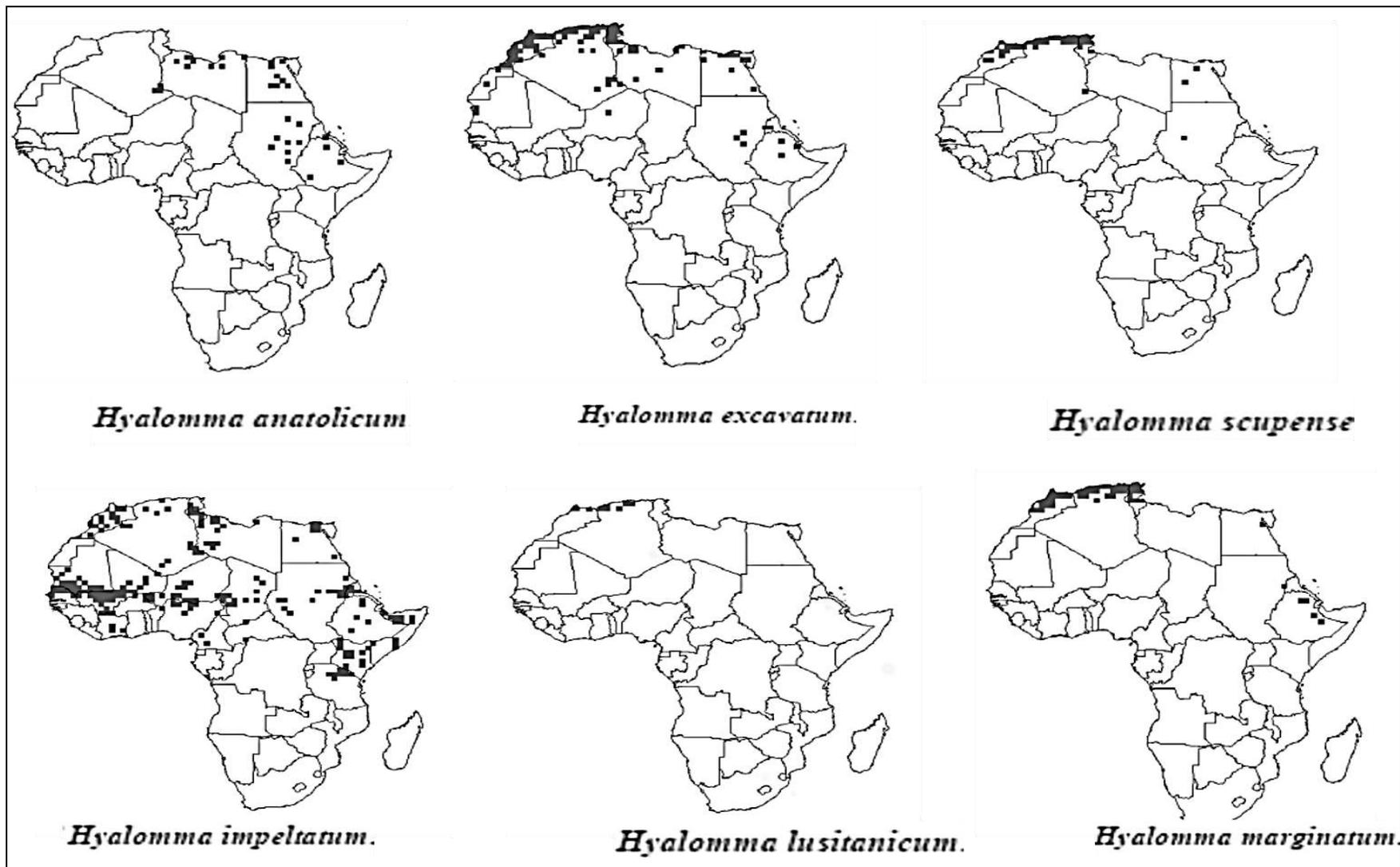


Figure 5. Distribution de quelques espèces du genre *Hyalomma* en Afrique (Walker et al. 2003).

4. Biologie des tiques

4.1. Cycle biologique des tiques

Le cycle biologique des tiques est divisé en quatre étapes ; l'œuf, larve, nymphe et adulte (Sonenshine, 1993). Après l'éclosion des œufs, les différents stades (larve, nymphe, et adultes) commencent la recherche active d'un hôte pour effectuer leurs repas sanguins, après l'attachement à l'hôte, les tiques commencent la prise du sang grâce à leurs pièces buccales de type solenophage (Needham et Teel, 1991). La durée du repas varie selon les espèces et les stades de développement (larve 3–6 jours ; nymphe 4–7 jours ; adulte femelle 7–9 jours) (Needham et Teel, 1991). Après le repas, les tiques commencent la digestion pour gagner le stade suivant. Après que la femelle gorgée se détache d'une digestion du repas de sang, l'oogenèse a lieu suivie de l'oviposition (Needham et Teel, 1991). La période d'incubation des œufs varie selon l'espèce et la température ambiante (Needham et Teel, 1991). L'embryogenèse dure habituellement de 20 à 50 jours (Needham et Teel, 1991). Les cycles des ixodidés sont de trois types : monophasiques, diphasiques, et triphasiques selon le nombre des hôtes nécessaire pour compléter le cycle de développement (Gharbi, 2020). Cette classification est importante car elle conditionne l'épidémiologie des infections transmises par les tiques mais aussi dans la lutte contre les tiques et les infections qu'elles transmettent (Gharbi, 2020).

4.1.1. Tiques monophasiques

Ce sont les espèces des tiques les plus évoluées. Les larves, les nymphes et les adultes effectuent les trois repas sanguins sur le même animal (c'est-à-dire sur le même individu), de ce fait, les mues s'effectuent sur le même sujet et la tique ne quitte l'animal que pour pondre. C'est le cas des tiques du genre *Rhipicephalus*(*Boophilus*) (Figure 6.A) (Gharbi, 2020).

4.1.2. Tiques diphasiques

Les immatures (larves et nymphes) effectuent un premier repas sur un animal, les nymphes gorgées se détachent, se laissent tomber sur le sol pour muer puis les adultes se

fixent sur un deuxième hôte pour effectuer un repas sanguin, c'est le cas de *Hyalomma scupense* (Figure 6.B) (Gharbi, 2020).

4.1.3. Tiques triphasiques

Ce sont les espèces de tiques les moins évoluées. Les trois stades se fixent sur trois animaux, les repas sanguins sont suivis d'un détachement des tiques. C'est le cas d'*Ixodes* spp. (Figure 6.C) (Gharbi, 2020).

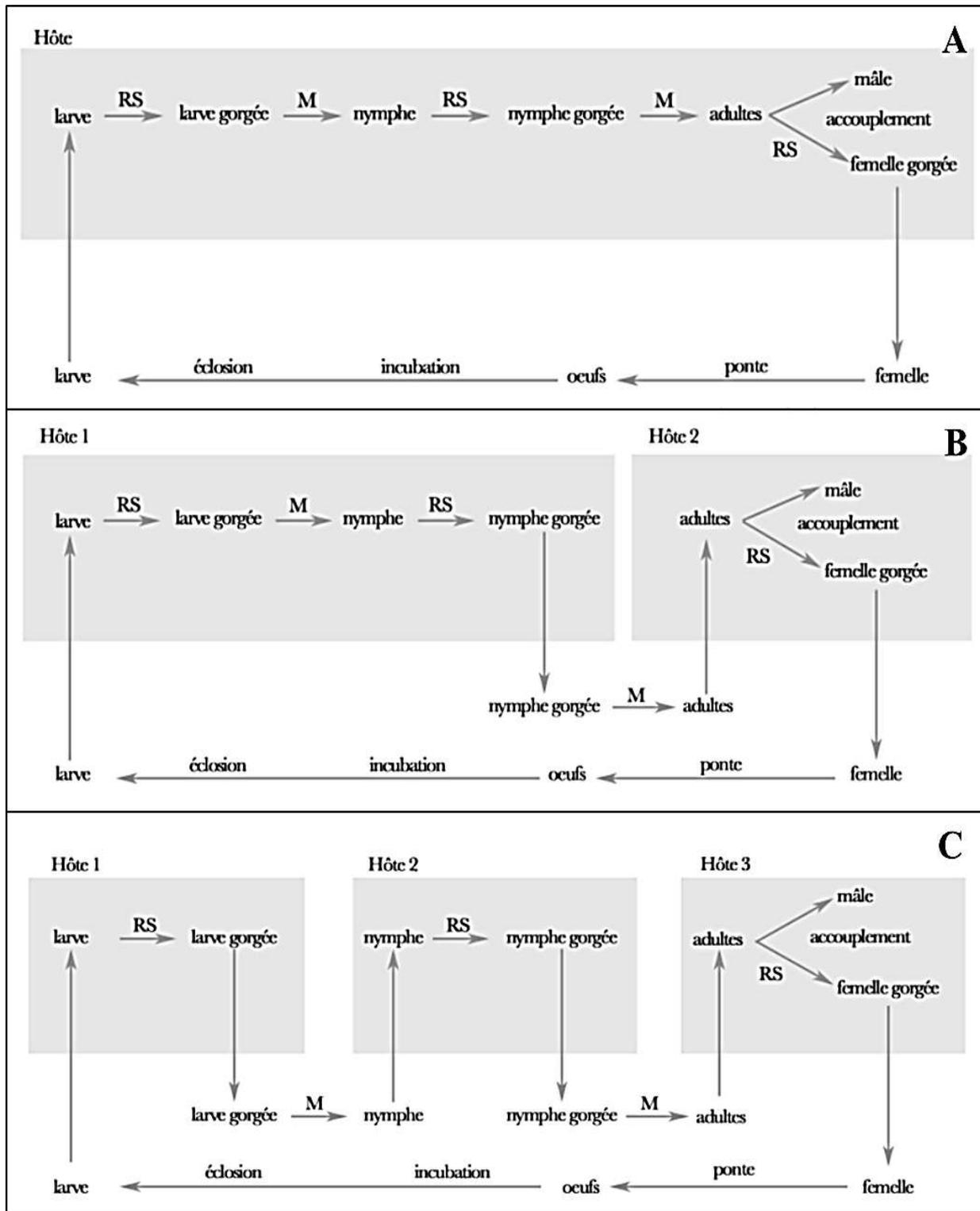


Figure 6. Cycles biologiques des tiques monophasiques (A), diphasiques (B) et triphasiques (C) (M: mue, RS: repas sanguin) (Gharbi, 2020).

5. La reproduction chez les tiques

Presque tous les mâles et les femelles des tiques dures sont hématophages et histophages à l'exception de quelque espèce comme *Antricoladela cruzi* (Ribeiro et al. 2012). Les tiques Métastriates, y compris les tiques du genre *Dermacentor*, *Amblyomma*, et *Rhipicephalus*, s'accouplent uniquement sur leurs hôtes, alors que les autres genres comme le genre *Ixodes* peuvent copuler à la fois en l'absence d'hôtes et pendant que la femelle s'engorge (Kiszewski et al. 2001). Le cycle de vie des tiques dures comporte deux phases; hors hôte (vie libre) et sur l'hôte (parasite) (Tsunoda, 2007). Ceci assure le transfert du spermatophore des mâles aux femelles sur / hors l'hôte (Kiszewski et al. 2001). La stratégie d'accouplement chez les tiques articule sur des phéromones de cinq types :

- aggrégation hors hôte,
- aggrégation non sexuelle sur hôte,
- aggrégation sexuelle sur hôte,
- copulation,
- éjaculation (Kiszewski et al. 2001).

De plus, au contraire des mâles, les tiques femelles ont besoin d'un repas de sang en plus de l'accouplement afin d'oviposer ces oeufs (Oliver, 1989). Les vraies phéromones sexuelles ne sont connues que chez les tiques Métastriates, ces phéromones sont libérées par la femelle pendant le repas sanguin comme le 2,6-dichlorophénol chez la tique brune *Rhipicephalus sanguineus* (Obenchain et Galun, 1982). Les tiques mâles des espèces dites Métastriates insèrent leurs chélicérates qui touchent brièvement les femelles, alors que ceci contribue à la perception des phéromones grâce à des sensilles qui sont regroupées sur le quatrième segment palpales. Les tiques *Boophilus*, le sexe ratio qui dépend de la saison et du lieu de collecte, est en faveur des femelles, car la nature de leurs hôtes garantit la rencontre avec les tiques mâles, qui est due probablement à leur nature à un seul hôte, à la suite elles sont capables de nombreuses inséminations (Thompson et al. 1980).

6. Nutrition

Le système digestif des tiques est adapté principalement à l'absorption et la digestion du sang, ceci commence par le repas sanguin à l'aide d'un hypostome (Figure 7), qui est utilisé comme une retenue pour créer un micro hématome à partir duquel les tiques absorbent du sang et d'autres liquides (Sonenshine et Roe, 1991). Pour compléter la digestion, d'autres structures anatomiques sont disponibles ; le pharynx et l'œsophage pour les fluides, l'intestin moyen lieu de la digestion du sang et le sac rectal qui est un canal réservé au stockage et

l'élimination des déchets (Sonenshine et Roe, 1991). Les glandes salivaires jouent un rôle très important dans la digestion et dans le métabolisme des ions et d'eau, dans les tiques non attachées à leurs hôtes les glandes salivaires sécrètent des gouttes microscopiques salées pour lubrifier le hypostome et aide à absorber l'humidité atmosphérique et emmagasinée dans le corps de la tique, ceci l'aide à rester hydratée pour une très grande période, en attendant l'attachement à l'hôte (Sauer, 1977 ; Bowman et Sauer, 2004). Les tiques alternent les processus liés à la salivation et l'ingestion du sang, et chaque cycle dure environ 20 minutes (Gregson, 1967 ; Waladde et al. 1979). La salive des tiques en tant qu'elles sont des arthropodes hématophages contient une large gamme de substances qui sert comme des anticoagulants, antiplaquettaires, vasodilatateurs, et même pour remodeler le système immunitaire de l'hôte (Ribeiro et Francischetti, 2002).

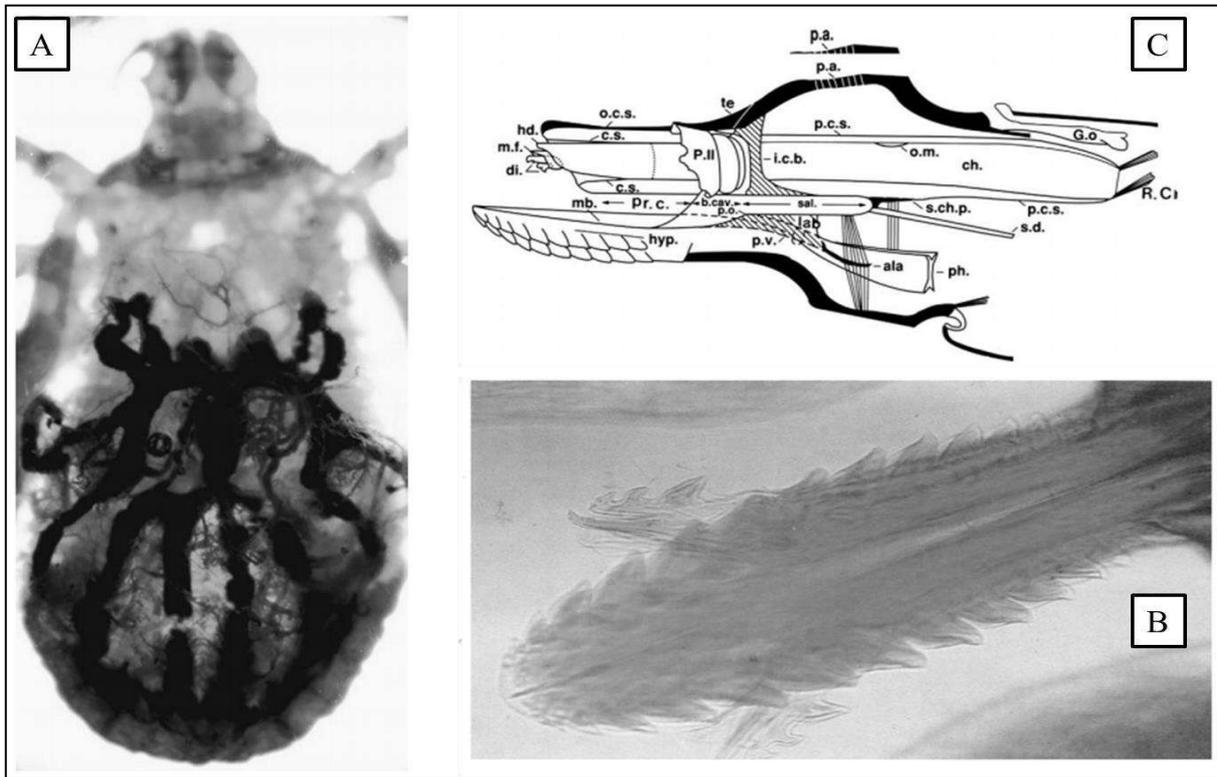


Figure 7. Système digestif ; A- Micrographie lumineuse d'une dissection d'une tique *Ixodidae* femelle, *Dermacentor variabilis*, montrant les multiples lobes de l'intestin moyen (noir) à l'intérieur du corps de la tique. B et C- Diagramme illustrant les pièces buccales d'une tique (*Dermacentor andersoni*). (Sonenshine and Roe, 1991 ; Capinera, 2008).

7. Le rôle vecteur des tiquesdures

Les tiques dures pendant leur repas sanguin sur les hôtes peuvent causer des dégâts directes (paralysie, lésions...etc.) ou indirectes (rôle d'un vecteur ; transmission de plusieurs agents pathogènes ; virus, bactéries, Rickettsies, parasites protozoaires, et même des filaires) (Capinera, 2010 ; Gharbi, 2020). On compte jusqu'à 43 espèces qui peuvent paralyser leurs hôtes par les injections salivaires, ces injections sont des protéines « toxines » qui réduisent la conduction nerveuse ; l'inhibition de l'ACh au niveau de la jonction neuromusculaire, par exemple *Dermacentor andersoni* en Amérique du nord et *Ixodes holocyclus* en Australie causent la paralysie de plusieurs hôtes ; les ovins, les bovins et même l'homme. La tique *Dermacentorandersoni* cause la paralysie des bovins à une intensité de 25-83 tiques par Kg, mais une seule tique femelle peut causer la paralysie d'un être humain (Capinera, 2010). Les dégâts indirects de l'infestation des tiques illustrent leurs rôles vecteurs d'agents pathogènes qui causent de graves maladies chez les hôtes sauvages ou domestiques, ces dernières sont d'intérêt économique soit à l'échelle familiale et surtout à l'échelle nationale et internationale (Capinera, 2010). La capacité vectorielle de certaines espèces s'observe dans tous les stades, malgré le taux de survie qui diminue (Capinera, 2010).

7.1. Maladies hémoparasitaires (theilériose, babésiose et anaplasmose)

7.1.1. La babésiose

Cette maladie, qui sévit en Australie, Afrique et Amérique centrale et en Amérique du sud, a été décrite pour la première fois par Babes en 1888 pensant qu'il s'agissait d'une bactérie qu'il nomma *Haematococcus bovis*. Après cinq ans, Smith et Kilborne ont montré le rôle vecteur des tiques ; *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* dans la transmission de la fièvre du Texas (autre nom de la babésiose). Ils ont nommé cet agent pathogène ; *Pyrosoma bigeminus* connue ultérieurement sous le nom de *Babesia bigemina*, qui a été identifiée en Argentine par Lignières en 1903 sous deux formes ; la forme A et la forme C qui est ; *Babesia argentina* (Angus, 1996). Actuellement, la babésiose est due au protozoaire du genre ; *Babesia*: *B. bovis* et *B. bigemina*, leurs tiques vectrices du genre *Boophilus*, *B. major* transmis par *Haemaphysalis punctata*. *B. divergens*, transmis par *Ixodes ricinus* (L'Hostis, 1998).

7.1.1.1. Systématique de *Babesia*

Selon Allsopp et al. 1994 ; Levine, 1971, 1985, le genre *Babesia* appartient au Phylum *Apicomplexa*, la classe *Sporozoa*, l'ordre *Eucoccidiorida*, sous-ordre *Piroplasmorina* et famille *Babesiidae*.

7.1.1.2. Cycle biologique de *Babesia*

L'infection par des *Babesia* est transovarienne chez la tique vectrice, alors que dans l'autre hôte, parasitent exclusivement les érythrocytes (Figure 8) (L'Hostis, 1998).

7.1.1.3. Impact économique de la babésiose

Tous les bovins dans toutes les régions du monde sont exposés à la babésiose surtout chez les races exotiques par rapport aux races locales, les bovins adultes par rapport aux bovins âgés qui sont plus immunisés contre cette zoonose, surtout dans les régions où la babésiose est considérée comme une endémie (Bowman et al. 2000). Les pertes dues à la babésiose sont énormes ; au Nigéria l'impact économique de la babésiose est estimé à 36 milliards de nairas (Akinboade et Akinboade, 1985). Dans les pays suivants, l'Australie, le Kenya, le Zimbabwe, la Tanzania, l'Afrique du sud, la Chine, l'Inde, l'Indonésie et les Philippines, l'impact économique est chaque année respectivement de 23.3 millions 5.1, 5.4, 6.8, 21.6, 19.4, 57.2, 3.1 et 0.6 US \$ millions (Bowman et al. 2000).

7.1.2. La theilériose tropicale

7.1.2.1. Définition

La theilériose tropicale a beaucoup de synonymes : fièvre méditerranéenne ou theilériose méditerranéenne, theilériose bovine d'Afrique du Nord, theilériose bovine maligne. En arabe vernaculaire, connue sous le nom de « bousoffir » (ou jaunisse). Les tiques du genre *Hyalomma* sont les vecteurs d'un protozoaire Apicomplexa, *Theileria annulata* qui cause la theilériose tropicale (Gharbi, 2006). L'histoire de la theilériose a commencé dans la Roumanie où Babes en 1888 a décrit le premier Piroplasma qu'il a nommé *Protococcus bovis*, ensuite *Theileria* a été identifié en Afrique du Sud par Koch en 1898. Six années plus tard, Lounsbury, a confirmé, la transmission d'un parasite du genre *Theileria*, en l'occurrence *T. parva*, par des tiques vectrices (Gharbi, 2006). En Algérie, l'équipe de Sergent menant une étude détaillée sur la theilériose à *T. annulata* entre les années 1921 et 1945 à l'Institut Pasteur d'Alger, aboutit à la confirmation du rôle vecteur de *Hyalomma scupence*, la reproduction sexuée de *T. annulata* dans la tique, et un vaccin atténué (Gharbi, 2006).

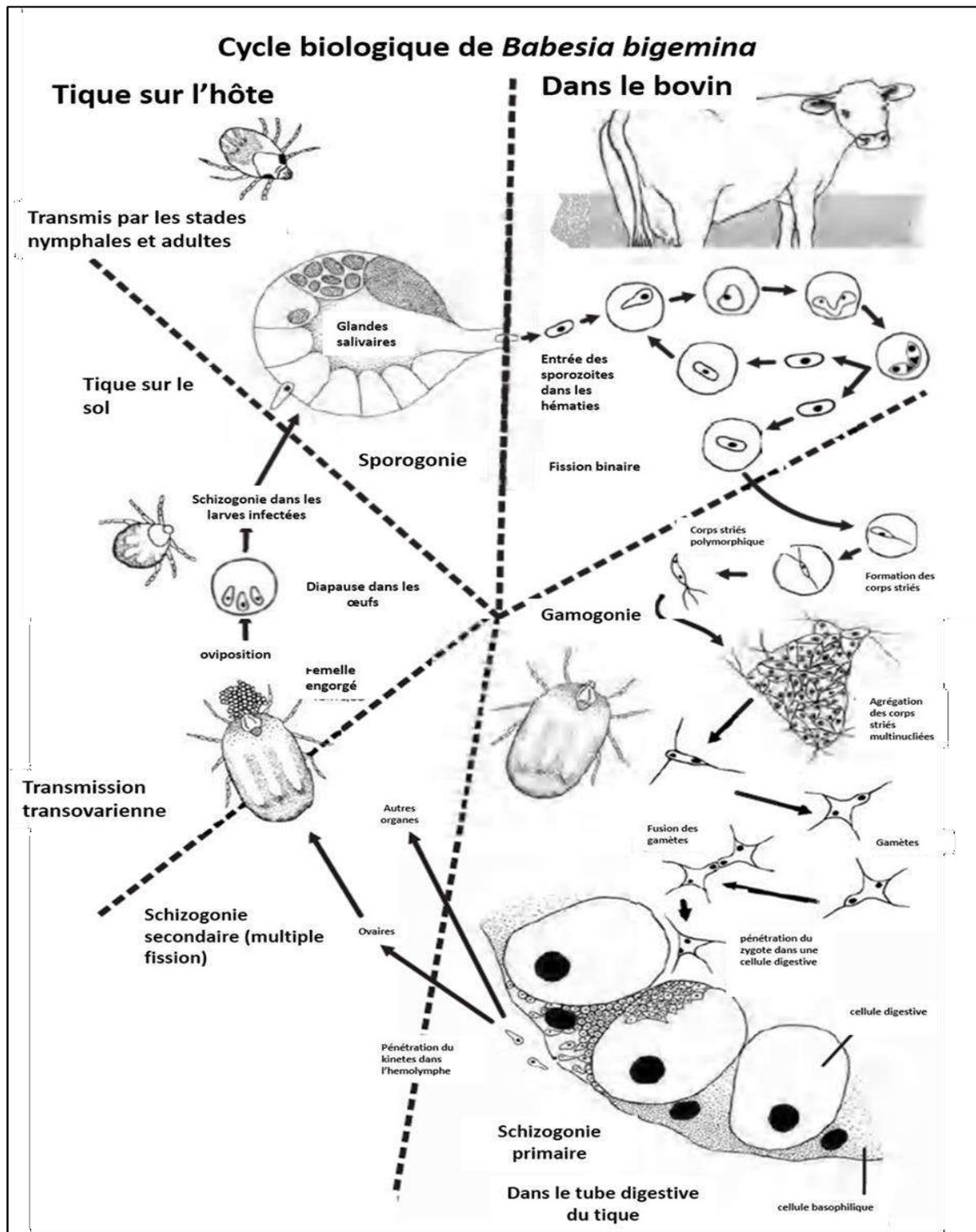
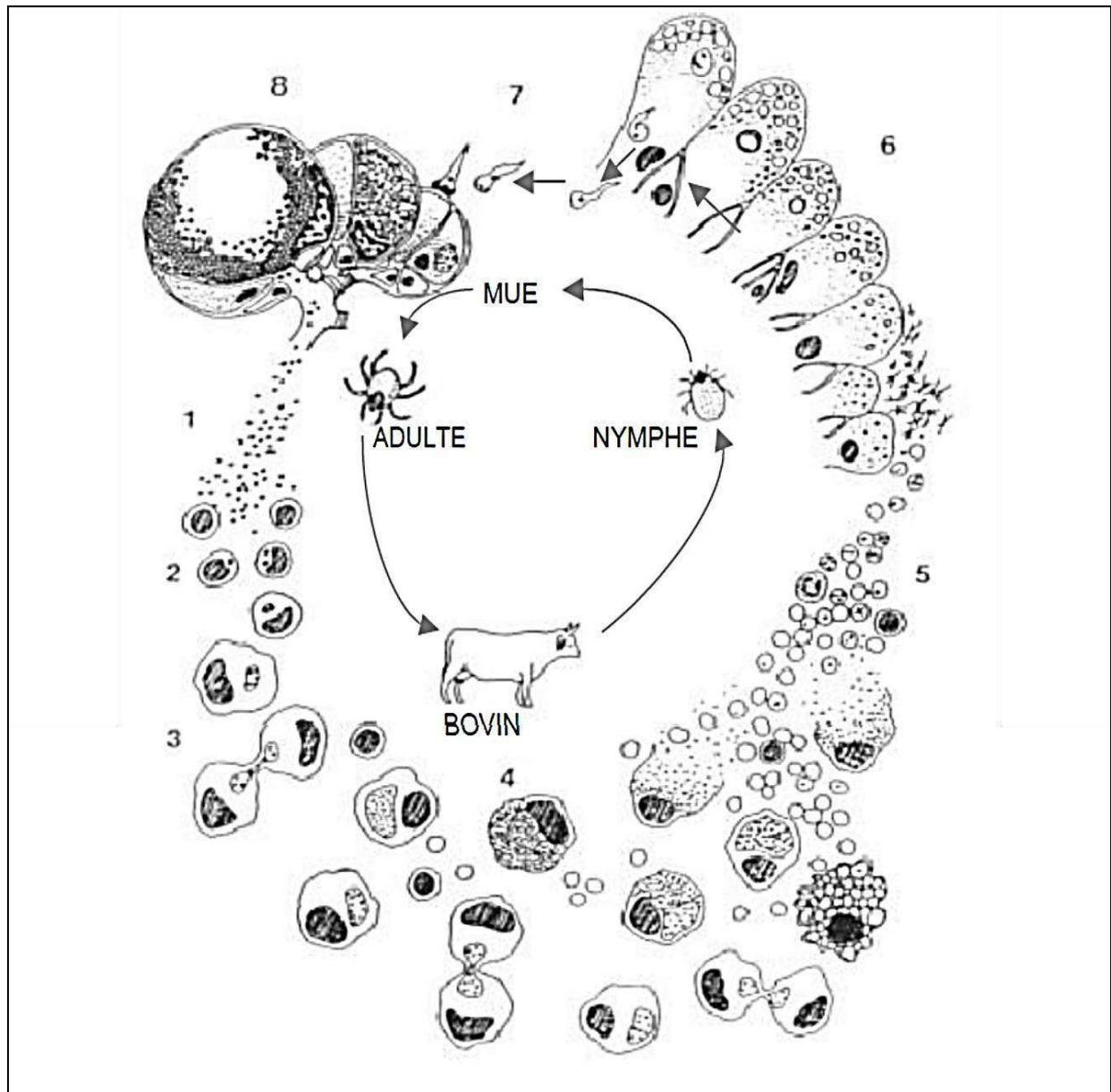


Figure 8. Cycle biologique de *Babesia* (Bowman et al. 2000).



- | | |
|---|--|
| 1. Sporozoïtes | 5. Érythrocytes infectés |
| 2. Macrophages infectés | 6. Glandes salivaires de tiques infectées par des sporoblastes |
| 3. Macroschizonte induisant une mitose des cellules infectées | 7. Kinètes |
| 4. Microschizonte | 8. Sporoblaste |

Figure 9. Cycle évolutif de *T. annulata* (Gharbi, 2006).

7.1.2.2. Importance économique de la theilériose tropicale

L'impact économique de la theilériose tropicale est énorme. Les pertes sont observées par ;

- Mortalité ; dès les années 1940 une estimation a été faite par Cordier et Menager en cas d'absence du traitement, la létalité due à la theilériose peuvent atteindre 100%. En Tunisie, les pertes par mortalité seraient de 420.000 DT (261.000 €) pour les cas déclarés uniquement (Darghouth, 2004).
- Coût du traitement et lutte acaricide ; Darghouth (2004) en Tunisie a estimé que le cout de la thérapeutique theiléricide chez un adulte est près de 100 DT/animal (62 €). Alors que le coût de la lutte acaricide est difficile à chiffrer, du fait que les acaricides sont soit utilisés chez d'autres espèces animales (ovins) ou dans d'autres indications que la lutte contre *Hy. scupence* (Gharbi, 2006).
- Impact sur les productions ; en Tunisie, M'barek (1994) estime une moyenne de perte chez des vaches laitières de 300 litres /vache, durant les 30 jours qui suit le traitement. Minjauw et McLeod (2003) ont estimé ces pertes à 386 litres. Le coût total annuel de cette maladie a été estimé à 165 millions US\$.

7.1.2.3. Systématique du *Theileria annulata*

La position taxonomique de l'agent étiologique de la theilériose tropicale a été révisée par Levine en 1980

- **Royaume** : *Animalia*
- **Sous royaume** : *Protozoa*
- **Phylum** : *Apicomplexa*
- **Classe** : *Sporozoea*
- **Sous-classe** : *Piroplasmia*
- **Ordre** : *Piroplasmida*
- **Famille** : *Theileriidae*
- **Genre** : *Theileria*
- **Espèce** : *T.annulata*

7.1.2.4. Cycle évolutif de *T. annulata*

-Chez le bovin

Le cycle biologique de *T. annulata*, est de type dihéteroxtène (Sergent et al. 1945) : il comporte une première phase qui se déroule chez la tique vectrice à savoir *Hyalomma scupense*, et une deuxième phase qui se développe, chez l'hôte bovin (Gharbi et al. 2013)

-Chez la tique vectrice

Les tiques *Hy. scupense* (tous les stades) s'infectent lors d'un repas sanguin, les parasites *T. annulata* passent dans l'intestin où ils commencent une phase gamétogonique, aboutissant à la formation des gamètes, après la fécondation et la formation d'un zygote, disséminent dans les cellules intestinales où ils s'enkystent. Durant la mue de la nymphe, le zygote se transforme en kinète mobile, gagnant les glandes salivaires via l'hémolymphe, atteint le stade sporogonie et se transforme une autre fois en sporonte, chaque sporonte par multiplication donne un grand nombre de sporozoites (Jusqu'à 40 000 / sporonte) (Ben Miled, 1993). Les sporozoites passent aux bovins durant le repas sanguin de la tique à partir des glandes salivaires vers le 3ème jour de fixation de la tique adulte sur le bovin (Samish et Pipano, 1981) (Figure 9).

7.1.3. Anaplasmose

L'anaplasmose des bovins est une parasitose due à une bactérie nommée *Anaplasma marginale*. Les tiques vectrices de *A. marginale* sont ; *Dermacentor* spp. (*D. andersoni*, *D. variabilis* et *D. albipictus*) et *Rhipicephalus* spp. (*R. microplus* et *R. annulatus*) (Kocan et al. 2004). L'impact économique de l'anaplasmose se traduit par un faible gain de poids, faible production de lait, et les avortements (Aubry et Geale, 2011 ; Kocan, et al. 2015).

7. Répartition géographique des Ixodidés dans le monde

Jusqu'à mai 2013, le nombre de tiques dures est de 707 espèces regroupées en 14 genres. Les deux genres fossiles ; *Compluriscutula* et *Cornupalpatum* représentés avec seulement une seule espèce pour chaque genre (Guglielmone et al. 2014). Les 705 espèces qui restent sont ; *Ixodes* (244), *Haemaphysalis* (167), *Amblyomma* (130), *Rhipicephalus* (84), *Dermacentor* (35), *Hyalomma* (27), *Bothriocroton* (7), *Anomalohimalaya* (3), *Margaropus* (3), *Nosomma* (2), *Rhipicephalus* (2) et *Cosmiomma* (1). Les tiques dures occupent les six régions

zoogéographiques (Figures 10 ; Tableaux 2 et 3) avec une distribution non uniforme concernant les espèces de chaque genre (Guglielmone et *al.* 2014). Le genre *Ixodes* à une large distribution et la majorité des 244 espèces de ce genre (63 ; 25.8%) sont localisées dans la région afrotropicale. Les espèces de ce genre qui peuvent aussi se nourrir de l'homme avec un nombre égal à 63 espèces. Deux autres genres *Haemaphysalis* et *Rhipicephalus* sont cosmopolites. Les espèces des genres *Haemaphysalis* et *Rhipicephalus* qui peuvent parasiter l'homme atteignent 56 et 46 respectivement. Le genre *Amblyomma* a pas des représentants dans le Paléarctique, tandis les représentants des *Dermacentor* sont absents au niveau de la région australasienne. Les espèces du genre *Hyalomma* sont absentes au niveau Néotropical, Néarctique, Australasien. Les deux derniers genres cités ont plusieurs espèces qui ont pour hôte l'homme. Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques (Figure 11) conditionnent cette répartition, et empêchent ou favorisent l'installation des tiques dans les différents habitats (Gharbi, 2020). En Afrique (Figures 4 et 5), la répartition des espèces des tiques dures reste toujours liée aux facteurs climatiques tels que l'humidité et la température (Figure 11) (Walker et *al.* 2007).

7. Les bovins d'Algérie

L'Algérie compte 1,9 millions de têtes d'espèce bovine (6 % de l'effectif global du cheptel algérien) entre la période 2010-2017 dont plus de moitié (52%) sont des vaches laitières (MADR, 2021). Ce cheptel est concentré principalement à l'Est (59%) suivie respectivement par ; le Centre (22%), l'Ouest (14%) et le Sud (5%) (Senoussi et *al.* 2010).

8. Les races bovines en Algérie

Le cheptel bovin de l'Algérie est constitué principalement de trois races. En Algérie, il existe trois types d'élevage, distincts dont deux sont orientés principalement vers la production laitière (Boubekeur A., 2010; INRA, 2003), le bovin laitier de race importée dit « BLM », ces animaux sont hautement productif, conduit en intensif, introduit principalement à partir d'Europe, principalement les races Montbéliarde, Frisonne Pie Noire, Pie Rouge de l'Est, Tarentaise et Holstein. Le bovin laitier amélioré « BLA », c'est un ensemble constitué de croisements (non contrôlés) entre la race locale « Brune de l'Atlas » et des races introduites. Le BLA est localisé dans les zones de montagnes où les agriculteurs appliquent un système d'élevage extensif (Abdelguerfi et Bedrani, 1997), et forestières. Et enfin, le bovin laitier local « BLL », orienté vers la production de viande selon Madani (1993) (Tableau 4).



Figure 10. Les régions zoogéographiques du monde (Guglielmo *et al.* 2014).

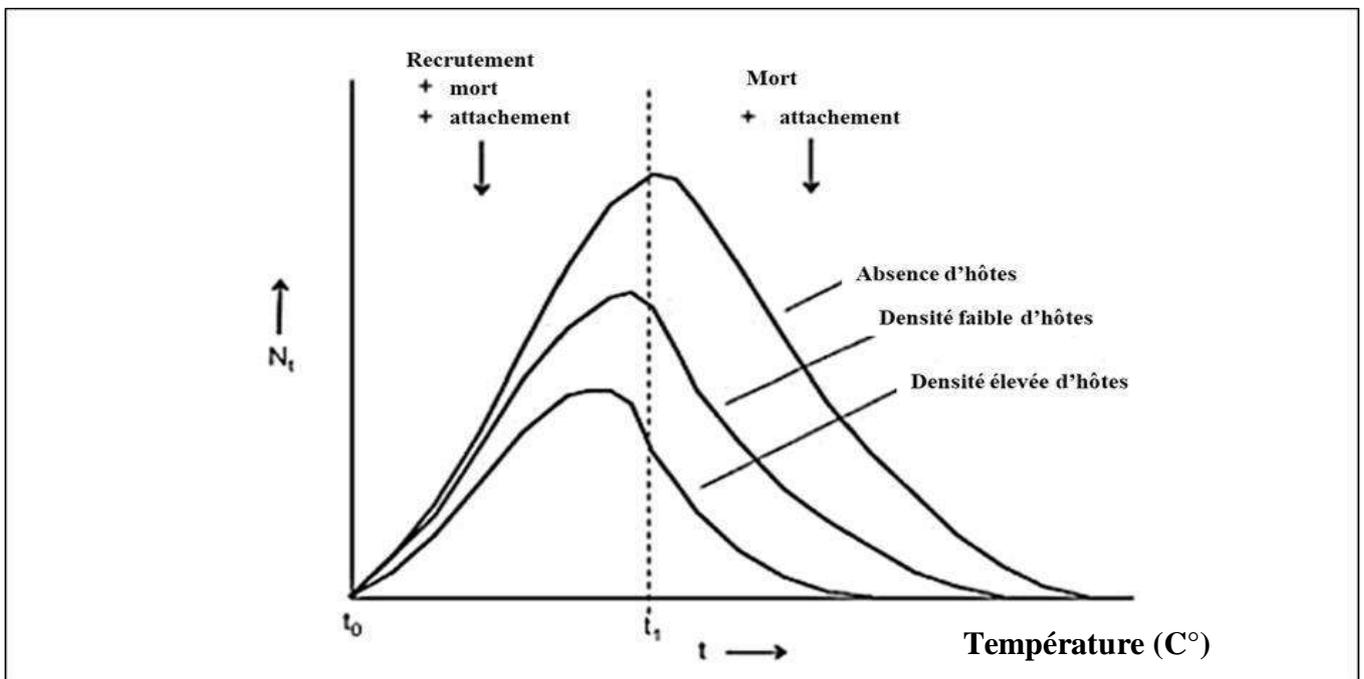


Figure 11. Facteurs limitants contrôlant les populations des tiques (Sonenshine, 1991).

Tableau 2. Nombre d'espèces de tiques dures par hôtes et nombre d'espèces de chaque genre qui peuvent parasiter l'homme (Guglielmo et al. 2014).

Tiques dures	Mammifères	Hôtes naturels		Hôtes			Homme
		Volailles	Reptiles	2	3	>3	
<i>Ixodes</i>	61	19	0	42	6	4	63
<i>Haemaphysalis</i>	29	1	0	46	5	4	56
<i>Amblyomma</i>	3	0	9	23	13	15	58
<i>Rhipicephalus</i>	16	0	0	21	7	2	46
<i>Dermacentor</i>	7	0	0	6	5	2	23
<i>Hyalomma</i>	6	0	0	9	6	2	18
<i>Bothriocroton</i>	3	0	4	0	0	0	2
<i>Anomalohimalaya</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Margaropus</i>	3	0	0	0	0	0	0
<i>Nosomma</i>	2	0	0	0	0	0	1
<i>Rhipicentor</i>	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cosmiomma</i>	1	0	0	0	0	0	0

Tableau 3. Nombre d'espèces de tiques dures par genres/région zoogéographique (Guglielmo et al. 2014).

Tiques dures s	Nombre d'espèces	Nombre d'espèces pour chaque région zoogéographique						
		Afrotropical	Paléarctique	Neotropical	Néarctique	Australasien	Oriental	plus d'une région
<i>Ixodes</i>	244	63	44	38	28	24	10	37
<i>Haemaphysalis</i>	167	38	19	1	1	8	64	36
<i>Amblyomma</i>	130	26	0	46	3	19	11	25
<i>Rhipicephalus</i>	84	63	7	1	1	1	3	8
<i>Dermacentor</i>	35	2	13	4	4	0	3	9
<i>Hyalomma</i>	27	8	7	0	0	0	3	9
<i>Bothriocroton</i>	7	0	0	0	0	7	0	7
<i>Anomalohimalaya</i>	3	0	3	0	0	0	0	3
<i>Margaropus</i>	3	3	0	0	0	0	0	3
<i>Nosomma</i>	2	0	0	0	0	0	2	2
<i>Rhipicentor</i>	2	2	0	0	0	0	0	2
<i>Cosmiomma</i>	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Compluriscutula</i> (Fossile)	1	-	-	Indéterminé		-	-	-
<i>Cornupalpatum</i> (Fossile)	1	-	-	Indéterminé		-	-	-
Total	707	206	93	90	37	59	96	142

Tableau 4. Caractéristiques des races bovines en Algérie.

Race	Variété	Phénotype/ Nombre /Localisation/système d'élevage
Brune de l'Atlas		Nuance fauve brunâtre, rouge brun et gris foncé, peau fine, poils courts, muqueux bruns et ardoisés, paupières et muflle noirs, chignon sur la tête, orbites saillantes, cornes fines en crochet très dur et solide avec extrémité pointue de couleur gris ou noir, petite taille, musculature moyenne, hanches étroites, dos horizontal, queue longue, membres frêles et courts, onglons noirs, entre 250 et 300 kg.1404000 têtes (764000 femelles et 19.000 mâles)(48%du cheptel). 8 wilayas : El Taraf, Annaba, Skikda, Jijel, Souk Ahras, Guelma, Mila, Sétif.
	La Guelmoise	Pelage gris foncé, majorité de la race locale, Wilayas de Guelma, Annaba et Jijel
	La Cheurfa	Pelage gris claire presque blanchâtre, le muflle et les paupières sont toujours noirs, Wilayas de Guelma, Annaba, Jijel et El-Tarf.
	La Sétifienne	Robe noirâtre uniforme, queue noire, longue, la ligne marron du dos caractérise cette population, Wilayas de Sétif et Médéa exploitée en semi-intensif
	La Chélifienne	Robe fauve, tête courte, cornes en crochets, orbites saillantes entourées de lunettes 'marron foncé, longue queue noire qui touche le sol, Wilayas de Chlef, Tiaret et Tlemcen.
Bovin Laitier Moderne		Holstein, Frisonne Pie Noire, Montbéliarde, Pie Rouge de l'Est, et Tarentaise FFPN et la Holstein et des races mixtes telles que laMontbéliardeetlaBrunedesAlpes,28%del'effectiftotal (25,7% en 2000)
Bovin Laitier Amélioré.		Résultats des croisements (non contrôlés) entre la race locale « Brune de l'Atlas » et des races introduites, 38% de l'effectif total et exploitées en semi-intensif.
(Eddebarh, 1989;Yakhlef, 1989; Bencharif, 2001; Nedjraoui, 2003; Feliachi, 2003; Adamou et al. 2005; Souki, 2009; Kali et al. 2011;Kaouche-adjlane, 2015; Mansour, 2015; Djebairiaet Lamouri, 2017)		

Chapitre II :

Matériels et

méthode

Chapitre II : matériels et méthode**1. Matériels****1.1. Choix des stations d'étude**

Pour inventorier le maximum des espèces de tique, nous avons choisi plusieurs stations dans trois régions, Mila, Jijel et Guelma qui appartiennent à différents étages bioclimatiques dans le nord-est algérien. D'autres variables ont été également prises en considération : la saison d'activité (été) des tiques, les facteurs biotiques (l'âge, le sexe et la race des bovins) et la diversité des espèces d'*Ixodidae*.

1.2. Présentation des stations d'étude

Notre échantillonnage a été effectué dans trois wilayas Mila, Jijel et Guelma (Figure 12). Le tableau 5 montre les caractéristiques climatiques de chaque région, et la figure 12 montre la localisation géographique de chaque région, alors que les figures 13, 14 et 15 présentent les étages bioclimatiques de ces régions selon des études récentes.

1.2.1. La wilaya de Jijel

Jijel est situé au nord-est de l'Algérie avec une superficie de 2 396 63 Km². à un climat humide (Figure 8), cette ville est limitée au nord, sud, est, ouest par la mer Méditerranée, par les wilayas suivantes, Mila, Sétif, Skikda et par Bejaia, respectivement (Zemieche et Mayache, 2018). La wilaya de Jijel a un relief constitué principalement de montagnes, avec une altitude croissante du nord vers le sud, et par des pentes supérieures à 25%, ce relief est divisé en deux grands ensembles : plaines côtières et zones de montagnes (Boufekane et *al.* 2019).

1.2.2. La wilaya de Guelma

La Wilaya de Guelma occupe la région nord-est de l'Algérie, reliant le littoral des wilayas d'Annaba, El-Tarf et Skikda, aux régions intérieures telles que les wilayas de Constantine, Oum El- Bouaghi et Souk-Ahras, avec une superficie de 3.686,84 Km² (Khaladi, 2019). La géographie de la wilaya de Guelma est caractérisée par un relief diversifié dont le tiers est constitué de montagnes comme la montagne de Mahouna (Ben Djerrah), la montagne de Houara (Ain Ben Beidha), la montagne de Taya (Bouhemdane) ...etc., ces montagnes dépassent 1200 m d'altitude. Les deux autres tiers se partagent entre des plaines et des plateaux (27,22%) et des collines et piémonts (26,29%) (Boualleg et *al.* 2019). Selon l'indice d'Emberger qui permet de caractériser et classer les climats dans l'étage bioclimatique méditerranéen, la région de Guelma appartient à l'étage bioclimatique ; subhumide à hiver

doux (Figure 14) (Khaladi, 2019).

1.2.3. La wilaya deMila

La wilaya de Mila est une région du nord-est algérien, avec une superficie de 3 480 54 Km². Elle est bordée au nord par les wilayas de Jijel et Skikda, à l'est par la wilaya de Constantine, au sud par les wilayas de Batna et Oum El Bouaghi, et à l'ouest par la wilaya de Sétif (Bendjeddou et Benserenda, 2012). Cette wilaya est dans l'étage bioclimatique semi-aride (Figure 2) ; avec des étés chauds et secs, et des hivers froids et humides. La pluviométrie varie selon trois zones : la zone montagneuse ; entre 600 et 700 mm/an ; la région centrale entre 400 à 600 mm/an et au sud environ 350 mm/an (Benchikh-Elfegoun et al. 2019).

Tableau 5. Caractéristiques climatiques des régions de Jijel, Guelma et Mila, Algérie.

	Jijel	Guelma	Mila
Location	De 36°49'N à 5°45' E	De 36°28'N à 7°26' E	De 36°27'N à 6°16' E
Superficie (km ²)	6238	4474	3480
Altitude moyenne (m)	406	228	800
Écart d'altitude (m)	10-1589	256-1242	250-1465
Moyenne annuelle de précipitation (mm)	814	533	501
Moyenne de température (°C)	18.2	18.1	13.9
Écart de température (°C)	8.3-30.3	3.6-34.5	1.6-31.1
Écart d'humidité relative (%)	70 – 75	55 – 85	40 - 90
Étage bioclimatique	Humide	Subhumide	Semi-aride

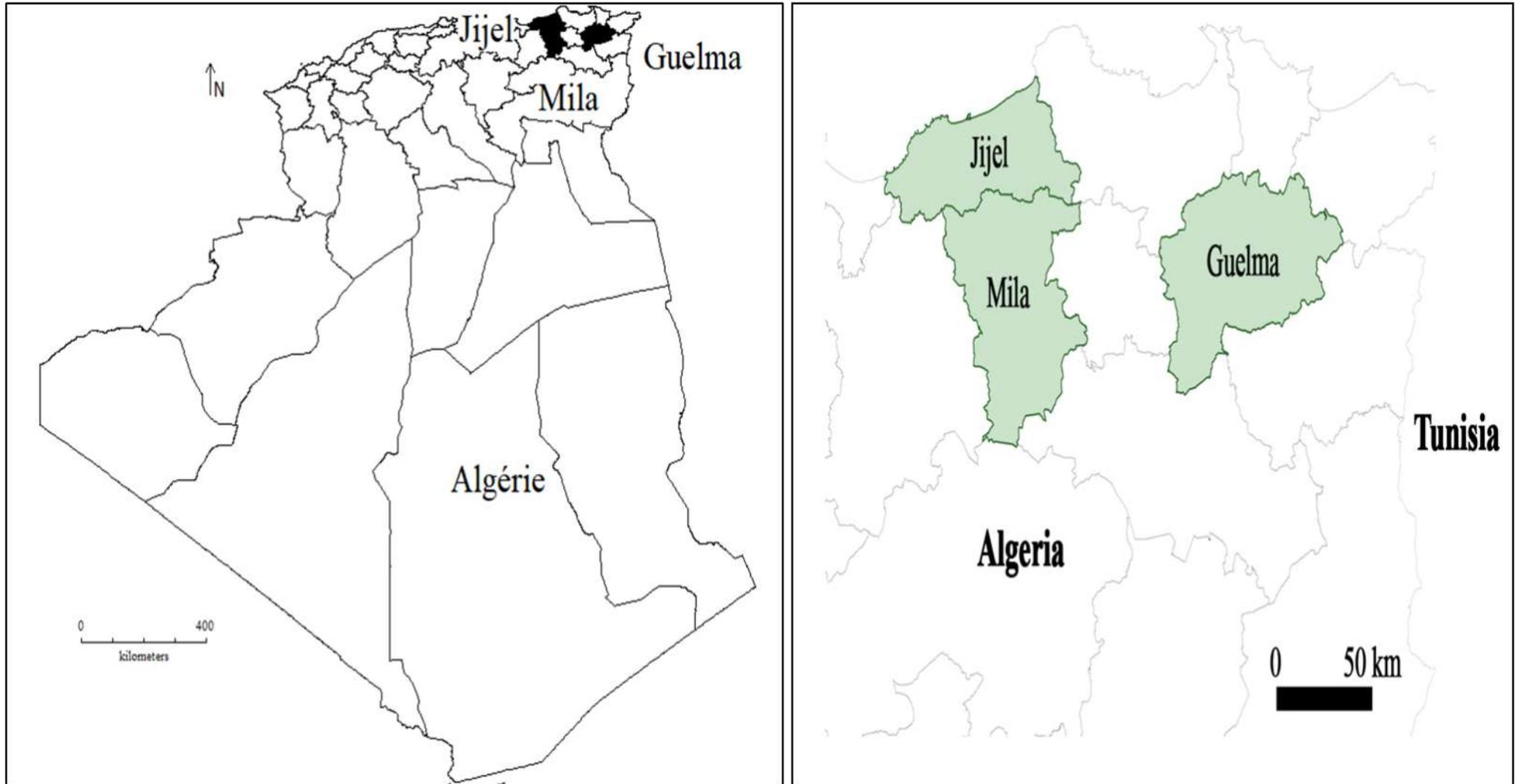


Figure 12. Situation géographique des régions (stations de collection) de Jijel, Guelma et Mila, nord-est de l'Algérie.

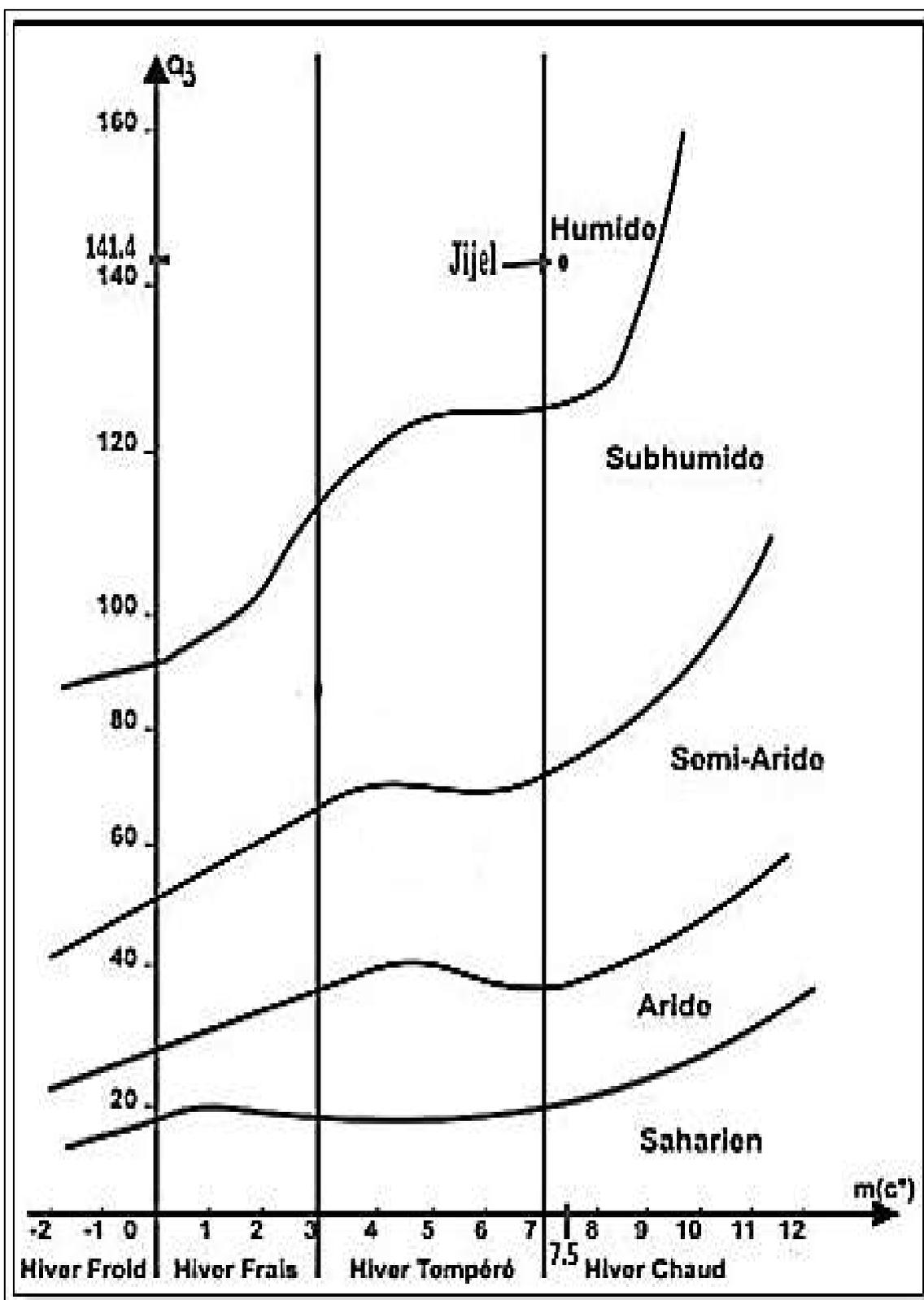


Figure 13. Etage bioclimatique de la région Jijel (Zemieche, 2018) selon le climatogramme d'Emberger.

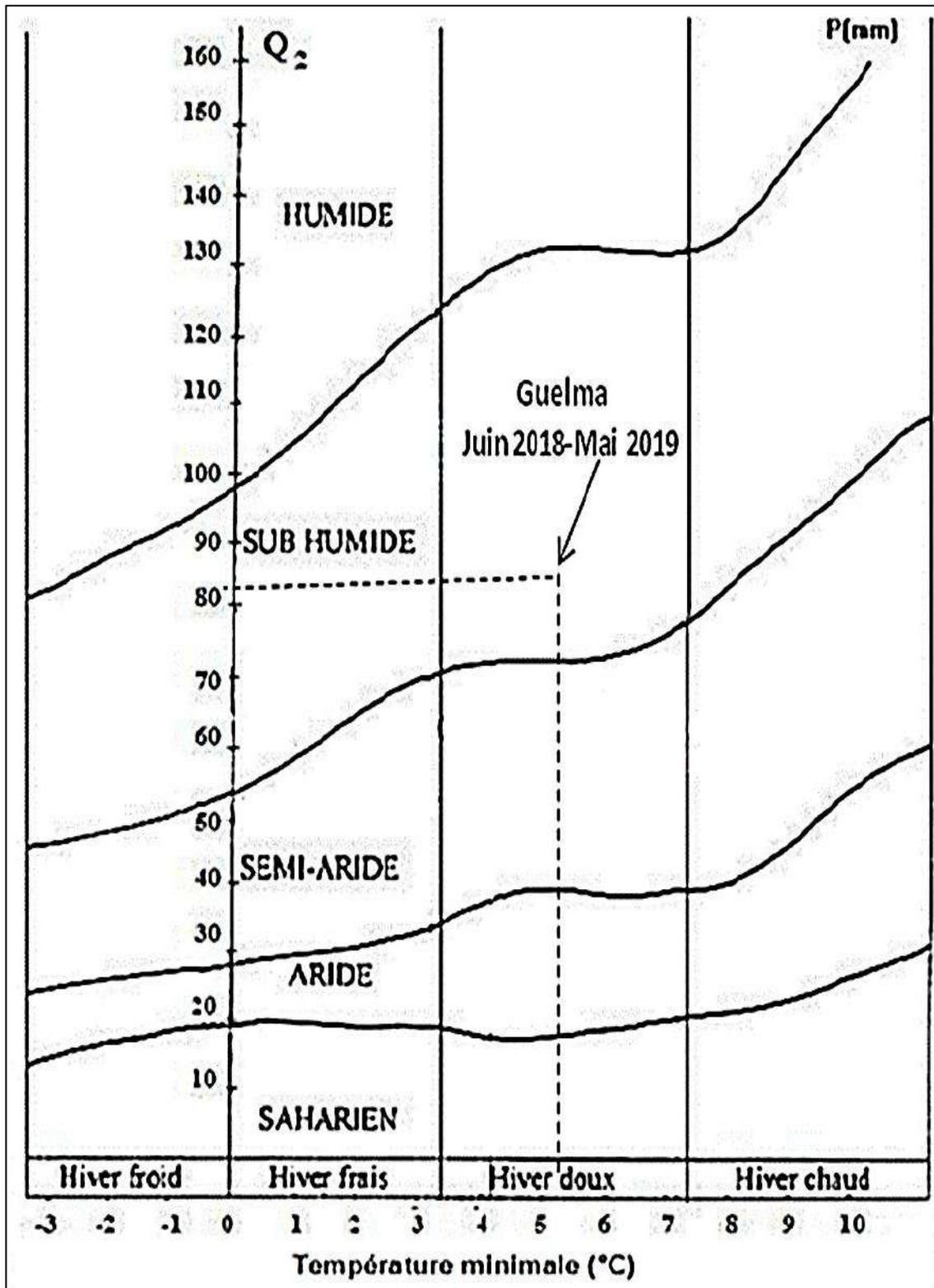


Figure 14. Etage bioclimatique de la région Guelma (Khaladi, 2019) selon le climatogramme d’Emberger.

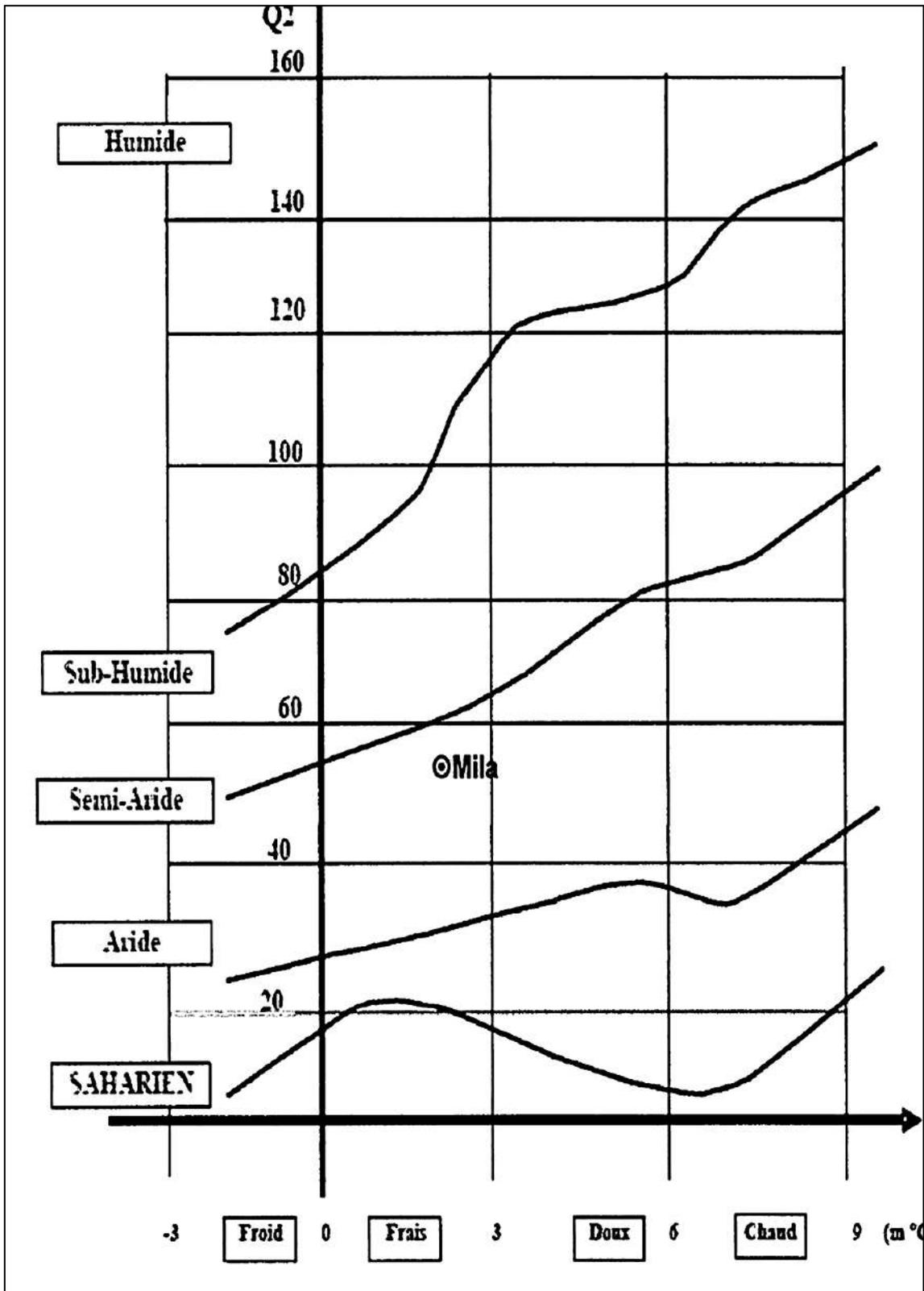


Figure15. Etage bioclimatique de la région Mila (Bendjeddou et Benserenda, 2012) selon le climatogramme d'Emberger.

2. Méthode

2.1. Echantillonnage

Les collections de tiques ont été faites directement à l'aide d'une pince ou à la main (Sonenshine, 1993), les individus collectés à partir de chaque bovin ont été mis dans des tubes contenant de l'alcool à 70° (Walker, 2003), toutes les informations suivantes, date et lieu de sortie, l'âge, le sexe et la race de chaque bovin, ont été enregistrées.

2.2. Travail au laboratoire

L'identification de chaque individu a été réalisée, dans le laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes, à l'aide de la clé d'identification de Walker (2003 révisé en 2014). Nous avons utilisé la loupe binoculaire du laboratoire précité : Vision Engineering LYNX Stéréo LED Illuminator Power Supply Série LXX55806 Voltage : 100-125V et 210-240V 50-60HZ FUSE 800 mA (T). Toutes les informations ont été mises dans des tableaux pour l'analyse statistique.

2.3. Analyse statistique

Le test du chi carré a été utilisé pour comparer les prévalences, tandis que les comparaisons des intensités d'infestation de tiques ont été effectuées à l'aide du test ANOVA avec une valeur seuil de 0,05 pour les deux tests (Schwartz, 1993). Egalement pour les le taux d'infestation des tiques mâles et femelles le test du chi carré a été effectué afin d'évaluer s'il y avait une différence statistiquement significative dans l'infestation par les tiques (Wasihun et Doda, 2013).

L'analyse unidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été également utilisée pour comparer le taux d'infestation par les tiques en fonction de facteurs biotiques (âge, sexe et race de bovins) et la signification (valeur p) a été enregistrée à un niveau de 5% ($p < 0.05$; (Debbarma et al. 2018).

2.3.1. L'association des espèces / mâles et femelles des tiquedures

RStudio version 1.4.1717.0 a été utilisé pour calculer le coefficient de concordance de Kendall (W) (Legendre, 2005). Des comparaisons entre le taux d'infestation (incidence et intensité) et le degré d'association (nombre d'espèces par hôte) ont été effectuées à l'aide du test ANOVA.

Pour l'analyse d'association des espèces, la méthode dite « kendall. global » a été utilisé à l'aide du package de la fonction « vegan » dans le logiciel R [Package vegan version 2.5-7 Index]. La fonction « kendall. global » calcule et teste le coefficient de concordance (W) entre plusieurs juges (variables, espèces) à travers un test de permutation. La fonction

« kendall.post » effectue des tests *a posteriori* des contributions des juges individuels (variables, espèces) à la concordance globale de leur groupe par le biais de tests de permutation. Si plusieurs groupes de juges sont identifiés dans le tableau de données, les coefficients de concordance (kendall.global) ou les tests *a posteriori* (kendall.post) seront calculés séparément pour chaque groupe. On a utilisé cette méthode pour identifier des associations d'espèces significatives.

3. Estimation des indices écologiques

- Indice de diversité de Shannon (H')

L'indice de diversité de Shannon (H) a été utilisé pour caractériser la diversité des espèces de tiques sur un animal. On a estimé que l'indice de Shannon (H) mesure

l'entropie par rapport aux taxons et au nombre de tiques individuelles, comme suit :

$$H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i \quad (1)$$

Où H est l'indice de diversité et p_i est la proportion d'individus d'une espèce particulière.

- Diversité maximum (Hmax)

L'indice de diversité maximale (Hmax) a été calculé à l'aide de l'indice de Shannon (Blondel, 1979) comme suit :

$$H_{max} = \log_2 S \quad (2)$$

Où Hmax est l'indice de diversité maximal et S est le nombre total d'espèces. Il est important de noter que la valeur de S varie de rien lorsqu'il y a une espèce à S (Hmax) lorsque toutes les espèces ont la même abondance ; S étant l'abondance spécifique à l'espèce.

- Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équité (E) est défini comme l'indice de Shannon divisé par le logarithme naturel du nombre d'espèces. C'est une mesure de l'uniformité de la répartition de l'individu dans un taxon spécifique. L'indice d'équité est égal à 0 lorsque l'ensemble de la population est constitué d'une seule espèce et à 1 lorsque le nombre d'individus de chaque espèce est le même. L'indice d'équité a été estimé comme suit :

$$E = H / H_{max} \quad (3)$$

- L'indice de richesse spécifique (S)

L'indice de richesse spécifique (S) est le nombre d'espèces de tiques présentes dans chaque zone d'étude.

3.3. Estimation des indices épidémiologiques

Toutes les données ont été exportées vers une feuille de calcul Excel pour

Windows afin de mesurer la fréquence des espèces, la prévalence de l'infestation et les moyens d'intensité pour les femelles, les mâles chez les bovins, les indicateurs épidémiologiques et le sex-ratio (Bush et *al.* 1997), comme suit :

Incidence de l'infestation (%) = $100 * (\text{nombre de bovins infestés} / \text{nombre de bovins examinés})$

Intensité de l'infestation par les tiques = $\text{nombre de tiques} / \text{nombre de bovins infectés}$

Le sex-ratio = le nombre de femelles par rapport au nombre de mâles (Martin and Hine 2015).

4. Clé d'identification ; les espèces décrit dans nos résultats

Tableau 6. Caractéristiques morphologiques des espèces inventoriées.

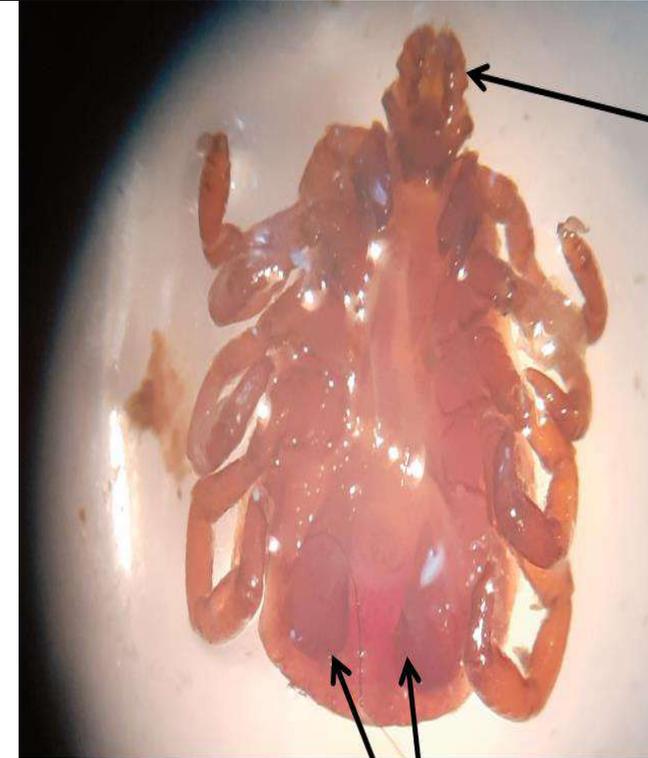
Espèce	Caractéristiques morphologiques	Photos originales
<i>Rhipicephalus annulatus</i>	<p>Chez la femelle, dans la face ventrale, les coxa 1 possèdent des éperons indistincts. Par contre ceux des Coxae 2 et 3 sont absents. Les lèvres postérieures de l'ouverture génitale ont une forme en U large. Chez le mâle, les éperons de coxa 1 sont de longueur courte, Les éperons des plaques ventrales accessoires sont indistincts, également pour les éperons des plaques ventrales adanales sont indistincts, dorsalement, les éperons de la plaque ventrale ne sont pas visibles. Ventralement, chez les mâles, l'appendice caudal est absent.</p>	<p>les coxa 1 possèdent des éperons indistincts.</p>  <p>Les éperons du Coxae 2 et 3 sont absents</p>

CHAPITRE II

Rhipicephalus bursa

C'est une tique brévirostre, c'est-à-dire qui a un rostre court. Chez le mâle, au niveau de la face ventrale, les plaques adanales sont incurvées et ont une base large, les plaques adanales accessoires sont petites, il y a des soies denses autour des spiracles, Les épérons antérieurs de Coxa de la patte I sont observables dorsalement. Les yeux sont nettement convexes (également pour la femelle). La couleur du conscutum est sombre. Chez la femelle, La texture des champs cervicaux a des zones ridées. Les lèvres postérieures de l'ouverture génitale ont une forme en V étroit.

MATERIELS ET METHODE



Rostre court

Plaques adanales à bases larges

CHAPITRE II

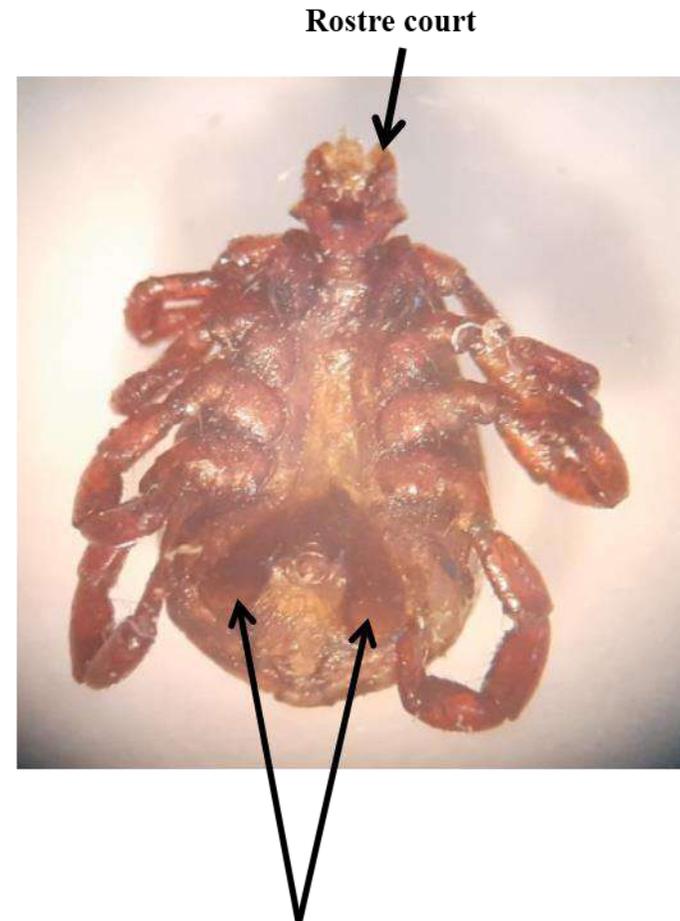
Rhipicephalus sanguineus

Cette tique possède un rostre court, chez la femelle, au niveau de la face dorsale, La forme des champs cervicaux du scutum est grande et droite, la marge postérieure du scutum est nettement sinueuse, avec une courbure nettement concave en arrière des yeux. La couleur du scutum est pâle par contre elle peut être foncée chez certaines populations. Au niveau de la face ventrale, l'ouverture génitale des lèvres postérieures ont une forme en U large, dans certains cas elle peut avoir une forme en V large.

Chez le mâle, au niveau de la face dorsale, le conscutum est de couleur pâle mais peut être plus foncée chez certaines populations, les sillons postérieurs au niveau du dos sont distincts, ils sont profonds et larges. Les rainures latérales sont distinctes et ont une texture lisse.

Sur la face ventrale du mâle, les plaques adanales sont étroites et trapézoïdales par contre les plaques adanales accessoires sont plus grandes.

MATERIELS ET METHODE



Plaques adanales trapézoïdales et étroites

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODE

<p><i>Rhipicephalus camicasi</i></p>	<p>La forme des plaques adanales est étroite et trapézoïdale. L'appendice caudal est large chez les mâles nourris (il dépasse comme un léger renflement). Les zones de spiracle ont des setae clairsemées. (Les queues de plaque de spiracle sont étroites, à mi-largeur du feston adjacent.) Les rainures postérieures sont distinctes (dépressions peu profondes avec de petites zones ridées). Le type de rainures latérales est une rainure distincte (mais peut être indistincte dans certains spécimens). La texture des rainures latérales est nettement ponctuée.</p>	 <p>L'appendice caudal est large chez les mâles nourris</p>
<p><i>Hyalomma anatolicum</i></p>	<p>Le profil des rainures scapulaires est peu profond (les rainures atteignent la marge postérieure du scutum). Le scutum est de couleur pâle. La marge postérieure du scutum est lisse. La coloration des jambes est avec des anneaux pâles (mais les jambes sont également pâles dans un motif inégal ou marbré, donc les anneaux sont indistincts). La taille de la ponction est petite. La distribution de ponction est clairsemée.</p>	 <p>Le feston central est de couleur foncée.</p> <p>Les festons paracentraux sont séparés antérieurement.</p>

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODE

<i>Hyalomma excavatum</i>	<p>Chez la femelle, le scutum est de couleur foncée, les anneaux entre les pattes sont de couleur pâle bien apparente car les segments patellaires sont bien foncés.</p> <p>Chez le mâle, le feston central est claire, les festons para-centraux se rejoignent antérieurement, la ponctuation a une taille grande et est à distribution localisée. Dans la face ventrale, les plaques adanales ont une base carrée, et on note la présence de soies clairsemées dans les zones des stigmates.</p>	 <p>Feston central pâle</p>
---------------------------	--	---

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODE

Hyalomma impeltatum

Le sillon antérieur de l'ouverture génitale est profond. L'ouverture génitale le pli préauriculaire est convexe. Les lèvres postérieures de l'ouverture génitale ont une forme en V étroite (il y a aussi une paire de longs renflements parallèles aux lèvres, ces renflements ainsi que le pli préauriculaire donnent à l'ouverture génitale une forme à trois lobes).



L'alignement de la plaque sous-anale est avec les plaques adanales (chez les spécimens non nourris, ils semblent être dans cette position, mais dans les spécimens nourris, ils se déplacent en dehors de la ligne des plaques adanales et au-delà de la marge postérieure du corps, comme le montre l'illustration inférieure). Les plaques subanales sont distinctes.

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODE

Hyalomma lusitanicum

Le profil des rainures scapulaires est raide (les rainures sont obscurcies par des lignes de grandes ponctions, mais elles atteignent la marge postérieure du scutum). Le scutum est de couleur foncée (mais a une légère ornementation en émail blanc sur les omoplates). La marge postérieure du scutum est nettement sinueuse (avec des contours nettement concaves postérieurs aux yeux). La coloration des jambes est avec une ornementation en émail blanc (sous forme de motifs irréguliers sur leurs surfaces dorsales et latérales). La taille de la ponctuation est grande (mais il y en a de petites et d'autres très grandes ; ces grandes ponctions sont peu profondes, souvent jointes ensemble et avec une surface interne rugueuse). La distribution de la ponction est localisée (avec les grandes dans les champs cervicaux et les zones centrales).



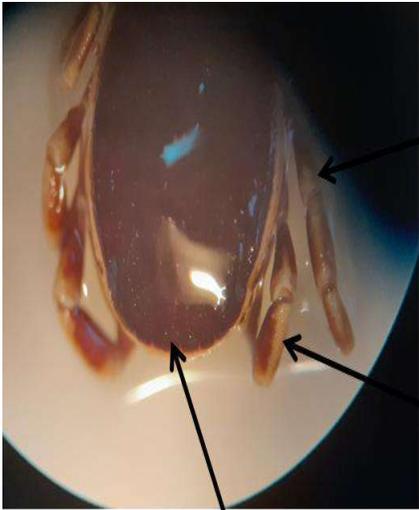
Rostre longue

La coloration des
jambes est avec une
ornementation en
émail blanc

Le feston central est de couleur
pâle ou foncée

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODE

<p><i>Hyalomma marginatum</i></p>	<p>Chez la femelle, le scutum est de couleur foncée, les anneaux des pattes sont de couleur pâle et les segments des pattes sont de couleur pâle dorsalement, sur le dos de la tique, il y a des ponctuations de petite taille. Chez le mâle, le feston central est de couleur foncée, les festons para-centraux sont séparés antérieurement. Les anneaux des pattes sont de couleur pâle et les segments des pattes sont de couleur pâle dorsalement, dans la région postéro-médiane, il y a un sillon apparent.</p> <p>Au niveau de la face ventrale chez le mâle, l'alignement des plaques sous-anales sont alignées dans le sens des plaques adanales, les plaques adanales ont des extrémités carrées.</p>	 <p>Anneaux de couleur pâle</p> <p>Feston centrale de couleur foncée</p> <p>Pattes de couleur claire dorsalement</p>
<p><i>Hyalomma scupense</i></p>	<p>Le profil des rainures scapulaires est peu profond (les rainures atteignent la marge postérieure du scutum). Le scutum est de couleur pâle. La marge postérieure du scutum est lisse. La coloration des jambes est avec des anneaux pâles (mais les jambes sont également pâles dans un motif inégal ou marbré, donc les anneaux sont indistincts). La taille de la ponction est petite. La distribution de ponction est clairsemée.</p>	 <p>Rostre longue</p> <p>La coloration des jambes est sans anneaux pâles</p> <p>Le festoon central est pale</p>

Chapitre III :

Résultats

Chapitre III : Résultats

1. Inventaire

Tableau 7. Inventaire des tiques dures dans l'est algérien (été 2019-été 2020-été 2021)

Famille	Genre	Espèces	Jijel	Guelma	Mila	Total	%	
<i>Ixodidae</i>	<i>Rhipicephalus</i>		1187	308	865	2360	83,81	
		<i>Rh. annulatus</i>	936	142	28	1106	39,28	
		<i>Rh. bursa</i>	237	127	407	771	27,38	
		<i>Rh. sanguineus</i>	14	29	336	379	13,46	
		<i>Rh. camicasi</i>	0	10	94	104	3,69	
	<i>Hyalomma</i>			277	97	82	456	16,19
		<i>Hy. anatolicum</i>	21	7	9	37	1,31	
		<i>Hy. excavatum</i>	0	5	2	7	0,25	
		<i>Hy. impeltatum</i>	0	1	1	2	0,07	
		<i>Hy. lusitanicum</i>	94	27	10	131	4,65	
		<i>Hy. marginatum</i>	74	15	23	112	3,98	
		<i>Hy. scupense</i>	88	42	37	167	5,93	
	Total			1464	405	947	2816	100
%			51.99	14.38	33.63	100		

Au total, 2816 tiques ont été collectées durant la période estivale 2019-2021 sur des bovins, ovins et caprins dans trois régions (Jijel, Guelma et Mila). Ces tiques appartiennent à 2 genres : *Rhipicephalus* spp. (N= 2360 ; 83,81%) et *Hyalomma* spp. (N= 456 ; 16,19%) dont 9 espèces à savoir, *Rh. (Boophilus) annulatus* (n=1106;39,28%), *Rh. bursa* (n=771;27,38%), *Rh. sanguineus* (n=379;13,16%), *Rh. camicasi* (n = 104; 3,69 %), *Hy. anatolicum*(n=37;1,31%), *Hy. excavatum* (n=7;0,25%), *Hy. impeltatum* (n=2;0,07%), *Hy. lusitanicum* (n=131;4,65%), *Hy. marginatum* (n=112;3,98%) et *Hy. scupense* (n = 167; 5,93 %) ($p < 0,001$) (Tableau 6 ; Figure 16).

1.1. Inventaire durant l'été 2019 dans Jijel, Guelma et Mila.

Nous avons collecté durant cet été 1927 tiques dures adultes sur 122 bovins (Tableau 8).

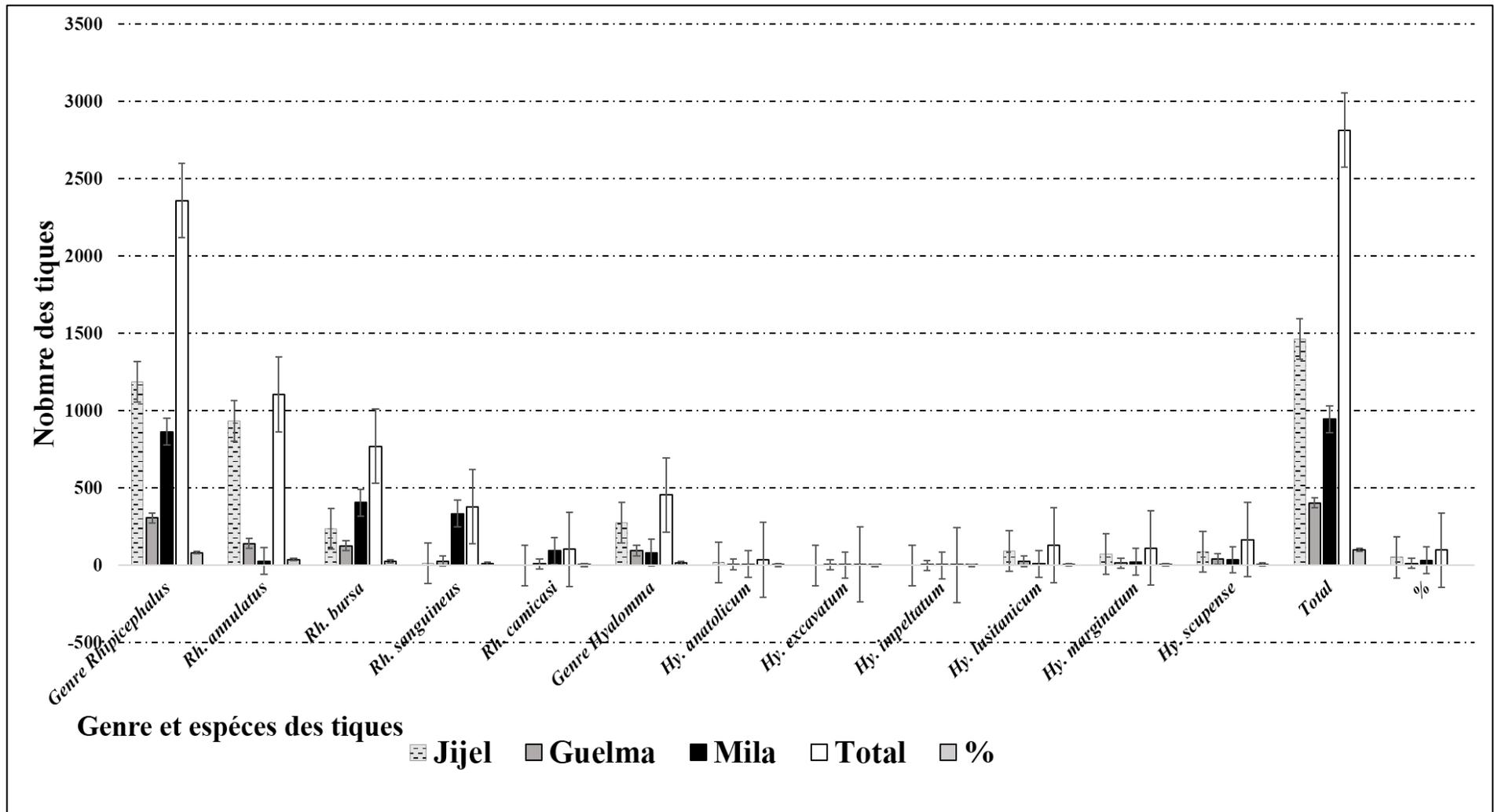


Figure 16. Fréquence des genres et des espèces dans les trois régions d'étude ; Jijel, Guelma, et Mila (2019-2021).

Tableau 8. Tiques adultes prélevées sur les bovins, nombre de bovins infestés par les tiques, prévalence de l'infestation et intensité des tiques à Jijel, Guelma et Mila (nord-est de l'Algérie)

	Jijel			Guelma			Mila				
Espèces de tiques	Nombre de tiques (%)	Nombre de bovins infestés (prévalence %)	Intensité	Nombre de tiques (%)	Nombre de bovins infestés (prévalence %)	Intensité	Nombre de tiques (%)	Nombre de bovins infestés (prévalence %)	Intensité	Total	Valeur de P
<i>Rhipicephalus</i>										1654 (85.83)	
<i>Rh. annulatus</i>	907 (66)	36 (57.14)	25.2	127 (50.19)	17 (100)	7.47	16 (5.32)	2 (4.76)	8	1050 (54.5)	< 0.001
<i>Rh. bursa</i>	227 (16.51)	36 (57.14)	6.3	102 (40.31)	12 (70.58)	8.5	214 (71.1)	39 (92.85)	5.48	543 (28.18)	0.1
<i>Rh. sanguineus</i>	8 (0.58)	6 (9.52)	1.33	0	0	0	53 (17.6)	6 (14.28)	8.83	61 (3.17)	0.28
<i>Hyalomma</i>										273 (14.17)	
<i>Hy. anatolicum</i>	21 (1.5)	9 (14.28)	2.33	3 (1.18)	3 (17.64)	1	5 (1.66)	1 (2.38)	5	29 (1.5)	0.11
<i>Hy. excavatum</i>	0	0	0	2 (0.8)	1 (5.88)	2	0	0	0	2 (0.1)	0.04
<i>Hy. impeltatum</i>	0	0	0	1 (0.4)	1 (5.88)	1	0	0	0	1 (0.05)	0.04
<i>Hy. lusitanicum</i>	93 (6.76)	16 (25.4)	5.81	7 (2.77)	5 (29.41)	1.4	5 (1.66)	1 (2.38)	5	105 (5.45)	0.01
<i>Hy. marginatum</i>	74 (5.38)	18 (28.57)	4.11	4 (1.58)	4 (23.52)	1	5 (1.66)	3 (7.14)	1.66	83 (4.3)	0.05
<i>Hy. scupense</i>	45 (3.27)	20 (31.75)	2.25	5 (1.97)	5 (29.41)	1	3 (1)	1 (2.38)	3	53 (2.75)	0.004
Total	1375 (100)	63 (100)		251 (100)	17 (100)		301 (100)	42 (100)		1927 (100)	

Tableau 9. Prévalence et intensité de l'infestation par les tiques selon les races, le sexe et l'âge des bovins dans le nord-est de l'Algérie

	Catégories des animaux	Nombre de bovins examinés	Nombre de tiques	Intensité d'infestation	Valeur de P	Prévalence d'infestation	Valeur de P
Races	<i>Brune de l'Atlas</i>	32	410	12.8	0.07	44.4	< 0.001
	<i>Pie noire</i>	31	904	29.2		43.1	
	<i>Pie rouge</i>	6	151	25.2		8.3	
	<i>Montbéliard</i>	3	56	18.7		4.2	
Sexes	Mâles	11	113	10.3	0.3	15.3	0.004
	Femelles	61	1408	23.1		84.7	
Categories d'âge	≤ 4 ans	31	837	27	0.8	43.1	0.51
	> 4 ans	41	684	16.7		56.9	
Total		72	1521	21.12		100	

1.2. Analyse écologique de l’inventaire été 2019 dans Jijel, Guelma et Mila.

Les résultats montrent également que la valeur totale de l’indice de Shannon augmente avec le nombre d’individus et le nombre d’espèces entre les localités. En effet, à Mila $S = 7$; $H = 0,95$ bits avec 301 individus alors qu’à Guelma $S = 8$ espèces ; $H = 1,06$ bits et 251 individus. Enfin, à Jijel $H = 1,11$ bits avec 1 375 tiques (Figure 17). La valeur de l’équitabilité dans les trois localités indique que les individus de ces populations de tiques ne sont pas répartis équitablement entre les espèces. De plus, les résultats montrent que plus de 66 et 50% des spécimens de tiques appartiennent à une seule espèce : *Rh. (Boophilus) annulatus* dans la région humide (Jijel ; $E = 0,57$) et la région sub-humide (Guelma; $E = 0,51$), respectivement. En revanche, plus de 71% des spécimens de tiques sont *Rh.bursa* dans la région semi-aride (Mila; $E = 0,49$) (Figure 16). La diversité est plus élevée dans la région sub-humide (Guelma ; 8 espèces) et plus faible dans la région humide (Jijel; 7 espèces) et la région semi-aride (Mila; 7 espèces).

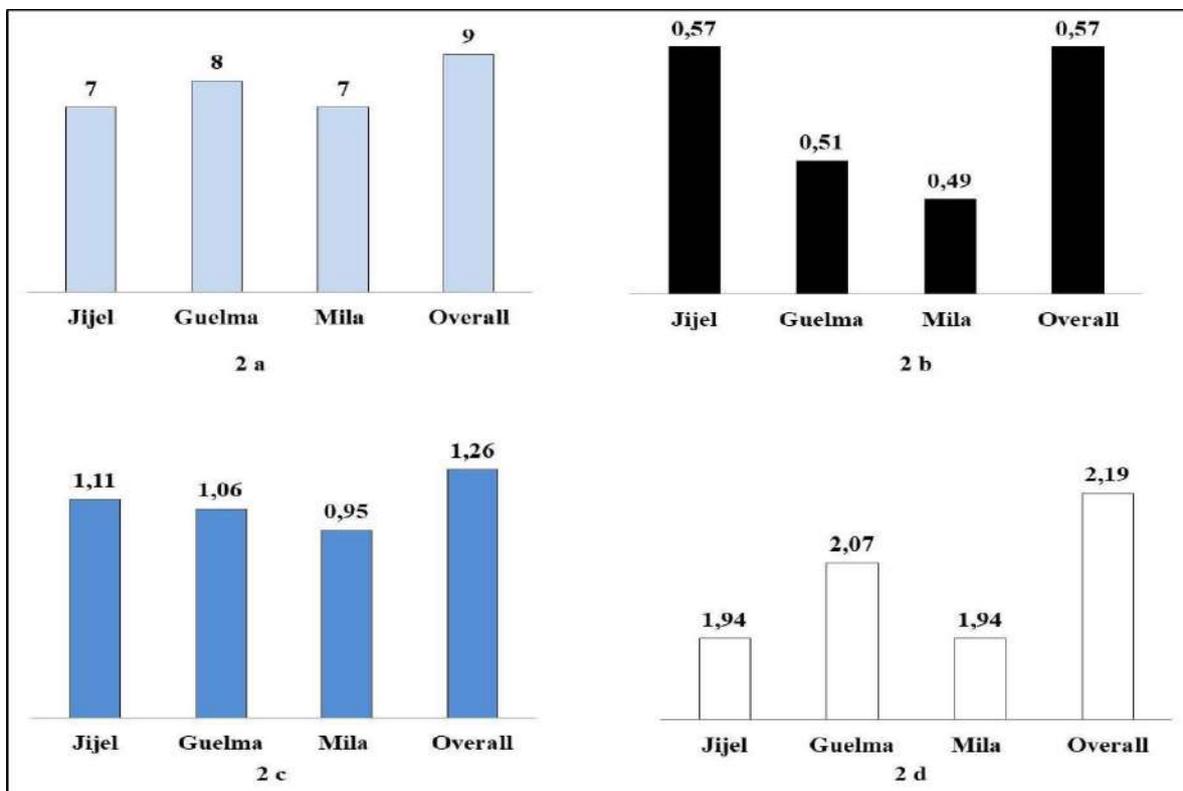


Figure 17. Richesse spécifique (2a), équité (2b), diversité de Shannon (2c) et diversité maximale (2d). Espèces de tiques dures chez les bovins des régions de Jijel, Guelma et Mila, au nord-est de l’Algérie.

1.3. Analyse épidémiologique

1.3.1. Taux d'infestation des tiques en fonction des facteurs biotiques

Sur la base des résultats, les bovins de Guelma présentent un schéma d'infestation particulier. *Rh. sanguineus* n'est absent que chez les bovins de cette région, alors que *Hy. excavatum* et *Hy. impeltatum* n'ont été prélevés que sur les bovins de Guelma (Tableau 8). La prévalence de l'infestation de tiques chez la race Brown Atlas (32/72; 44,4%) et la race Pie Noire (31/72; 43,1%) est statistiquement significative supérieure à celle de la race Pie Rouge (6/72; 8,3%) et de la race Montbéliarde (3/72; 4,2%) ($p < 0,001$) (Tableau 7). De plus, les résultats indiquent que la prévalence de l'infestation par les tiques est significativement plus élevée chez les femelles (61/72; 84,7%) que chez les mâles ($p = 0,004$) (Tableau 9). Il n'y a pas de différence statistiquement significative dans la prévalence de l'infestation selon la catégorie d'âge des bovins ($p = 0,51$) (Tableau 7). De même, l'intensité de l'infestation par les tiques ne varie pas selon la race de bovins ($p = 0,07$), le sexe ($p = 0,3$) et les catégories d'âge ($p = 0,8$) (Tableau 7). La prévalence de *Rh. (Boophilus) annulatus* (100%) dans la région sub-humide (Guelma) est plus élevée que la région humide (Jijel) et la région semi-aride (Mila) (57,14; 4,76%, respectivement) ($p < 0,001$). De plus, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les trois localités de l'étude (Jijel: 5 tiques/vache, Guelma: 2 tiques/vache et Mila: 4 tiques/vache) dans l'intensité de l'infestation par les tiques ($p = 0,55$).

1.3.2. Indicateurs d'infestation de *Rhipicephalus* spp

1. *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*

Les résultats montrent que l'espèce la plus répandue est *Rh. (Boophilus) annulatus*. Il est dominant dans deux régions : les régions humides (Jijel) et sub-humides (Guelma). Sa prévalence relative diminue de 66 à 50,19 et 5,32 % dans la région humide (Jijel), la région sub-humide (Guelma) et la région semi-aride (Mila), respectivement (Tableau 8). La prévalence de *Rh. (Boophilus) annulatus* est la plus élevée dans la région subhumide (Guelma) où tous les bovins examinés ont été infestés par cette tique. Cette prévalence diminue à 57,14 et 4,76% dans la région humide (Jijel) et la région semi-aride (Mila), respectivement. On peut observer que l'intensité de l'infestation de *Rh. (Boophilus) annulatus* est la plus élevée dans la région humide (Jijel), (25 tiques/vache), elle diminue dans la région sub-humide (Guelma) à 7 tiques/vache et dans la région semi- aride (Mila)

à 8 tiques/vache (Tableau8).

2. *Rhipicephalus bursa*

Selon les résultats, *Rhipicephalus bursa* est présente dans les trois régions et la prévalence de l'infestation des tiques pour *Rh. bursa* est de 57,14% dans la région humide (Jijel), tandis que l'intensité est de 6 tiques / vache. Plus de la moitié des bovins (12 vaches sur 17) étaient infestés par *Rh. bursa*, avec une intensité de 8 tiques/vache dans la région sub-humide (Guelma). Dans la région semi-aride (Mila), la prévalence la plus élevée est observée pour *Rh. bursa* (92,85%) avec une intensité d'infestation de 5 tiques / vache (Tableau8).

3. *Rhipicephalus sanguineus*

Selon les résultats obtenus le schéma de distribution de *Rh. sanguineus* varie considérablement dans le nord-est de l'Algérie. Cette espèce est absente dans la région sub-humide (Guelma) et sa prévalence et son intensité sont respectivement de 14,28% et 8 tiques / vache dans la région semi-aride (Mila). Dans la région humide (Jijel), la prévalence et l'intensité de l'infestation sont respectivement de 9,52 % et de 1 tique/vache (Tableau 8).

1.3.3. Indicateurs d'infestation de *Hyalomma* spp

1. *Hyalomma scupense*

Les résultats montrent que la prévalence de *Hyalomma scupense* est de 31,75% dans la région humide (Jijel) avec une intensité de 2 tiques/vache. Ces indicateurs sont plus élevés que ($p = 0,004$) ceux rapportés dans la région sub-humide (Guelma) (29,41 % et 1 tique/vache, respectivement). Enfin, dans la région semi-aride (Mila), la prévalence et l'intensité de l'infestation sont respectivement de 2,38% et 3 tiques/vache (Tableau8).

2. *Hyalomma marginatum*

Dans la zone humide (Jijel) et la région sub-humide (Guelma), la prévalence et l'intensité de *Hy. marginatum* sont de 28,57% et 4 tiques / vache et 29,41%, et 1 tique / vache, respectivement. Une prévalence plus faible est enregistrée dans la région semi-aride (Mila) avec 7,14% et une intensité de 1 tique /vache ($p = 0,056$) (Tableau 8).

3. *Hyalomma lusitanicum*

Dans la région humide (Jijel), la prévalence et l'intensité du *Hy. lusitanicum* sont de 25,4 % et de 5 tiques/vache, respectivement. Dans la région sub-humide (Guelma), *Hy.*

lusitanicum a une prévalence et une intensité d'infestation de 29,41 % et de 1 tique/vache, respectivement. Les résultats indiquent que la prévalence et l'intensité de l'infestation par *Hyalomma lusitanicum* dans la région semi-aride (Mila) sont respectivement de 2,38 % et de 5 tiques/vache (Tableau8).

4. *Hyalomma anatolicum*

La prévalence de l'infestation de *Hy. anatolicum* est la plus élevée dans la région sub-humide (Guelma; 17,64%). Sa prévalence varie de 17,64% à Guelma, à 14,28% à Jijel, et son intensité varie de 2 à 1 tique / vache dans les régions humides (Jijel) et semi-humides (Guelma), respectivement. Son intensité augmente à 5 tiques/vache dans la région semi-aride (Mila), mais elle présente une prévalence d'infestation plus faible (2,38 %) (Tableau 8).

5. *Hyalomma excavatum* et *Hyalomma impeltatum*

Selon les résultats, on peut noter ces deux espèces sont peu présentes, *Hy. excavatum* (n= 2) et *Hy. impletatum* (n = 1) ne sont présents que dans la région sub-humide (Guelma) avec des prévalences (5,88 %) et des intensités similaires (2 et 1 tique/vache pour *Hy. excavatum* et *Hy. impeltatum*, respectivement) (Tableau 8).

1.4. Analyse du taux d'infestation des mâles et des femelles des tiques dans la région de Jijel

La présente étude décrit pour la première fois l'infestation de tiques mâles et femelles en Algérie en relation avec 3 facteurs biotiques des bovins (âge, sexe et race) dans la région de Jijel, nord-est d'Algérie. Sur 53 bovins, 1214 tiques ont été collectées entre Juin et Aout. Ces tiques ont été identifiées sur la base de leur morphologie ; elles appartiennent à 2 genres, à savoir *Rhipicephalus* spp. (85.42%) et *Hyalomma* spp. (14.58%) et 7 espèces, *Rh. (Boophilus) annulatus* (74.62%), *Rh.bursa* (10.46%), *Rh. sanguineus* (0.32%), *Hy. anatolicum* (1.56%), *Hy. lusitanicum* (4.11%), *Hy. marginatum* (5.51%) et *Hy. scupense* (3.37%) (Tableau 10).

1.5. Infestations de bovins à tiques en fonction du sexe, de la race et de l'âge des bovins

Le test du chi carré a été effectué sur le taux d'infestation des tiques mâles et femelles pour évaluer s'il y avait une différence statistiquement significative dans l'infestation par les tiques (Wasihun et Doda, 2013). L'analyse unidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été utilisée pour comparer le taux d'infestation des tiques en fonction des facteurs

biotiques (âge, sexe et les races des bovins) et de la signification (valeur p) qui a été enregistrée à un niveau de 5% ($p < 0.05$; (Debbarma et *al.* 2018). Les résultats montrent que la prévalence de l'infestation des tiques femelles chez les races bovines (99,49%) est statistiquement plus élevée que celle des tiques mâles (70,71%; $p < 0,001$). En outre, la prévalence de l'infestation par les tiques femelles est significativement plus élevée selon le sexe des bovins (86,8%; 13,2%) par rapport aux tiques mâles ($p < 0,001$). Aucune différence statistiquement significative n'a été constatée entre la prévalence de l'infestation ($p = 0,76$) des tiques femelles et mâles et son intensité ($p = 0,85$) selon l'âge des bovins (tableau 2). De plus, les résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la prévalence ($p = 0,38$) et l'intensité ($p = 0,57$) de l'infestation par les tiques en fonction des races bovines (Tableau 9). De même, la prévalence et l'intensité de l'infestation par les tiques ne différaient pas selon le sexe des bovin ($p = 0,92$; $p = 0,96$), respectivement (Tableau 9). De plus, il n'y a pas de différence statistiquement significative dans la prévalence de l'infestation par les tiques ($p = 0,09$) selon l'âge des bovins (Tableau 10).

Tableau 10. Tiques adultes prélevées sur des bovins à Jijel, nord-est de l'Algérie.

Espèces	Nombre de tiques (%)			Sex-ratio
	Total	Femelles	Mâles	
<i>Rhipicephalus</i>	1037 (85.42)	891	146	6.1
<i>Rh. (Boophilus) annulatus</i>	906 (74.62)	821 (67.63)	85 (7)	9.65
<i>Rh. bursa</i>	127 (10.46)	67 (5.52)	60 (4.94)	1.11
<i>Rh. sanguineus</i>	4 (0.32)	3 (0.25)	1 (0.08)	3
<i>Hyalomma</i>	177 (14.58)	42	135	0.31
<i>Hy. anatolicum</i>	19 (1.56)	2 (0.16)	17 (1.4)	0.11
<i>Hy. lusitanicum</i>	50 (4.11)	19 (1.57)	31 (2.55)	0.61
<i>Hy. marginatum</i>	67 (5.51)	10 (0.82)	57 (4.7)	0.17
<i>Hy. scupense</i>	41 (3.37)	11 (0.9)	30 (2.47)	0.36
Total	1214 (100)	933 (76.85)	281 (23.14)	3.32

Tableau 11. Taux d'infestation des tiques adultes selon le sexe, l'âge et les races des bovins à Jijel, nord-est de l'Algérie.

Bovins	Prévalence %		Tiques	Intensité (tique/bovin)		Tiques	Sexe- ratio
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles		
[0-1] (3)	5.66	5.66	5.66	1.33	1.66	3	0.8
[1-2] (5)	7.54	9.43	9.43	10.8	7.6	18.4	1.42
[2-3] (7)	13.20	3.77	13.20	9	4.57	13.57	1.96
[3-4](3)	5.66	5.66	5.66	31.33	8	39.33	3.9 1
[4-5] (5)	7.54	7.54	6.43	22.8	5.6	28.4	4.0 7
[5-6] (8)	13.2	15.09	15.06	31.37	7.8 7	39.25	3.9 8
[6-7] (7)	13.2	9.43	13.20	12.42	5.8 5	18.28	2.1 2
[7-8] (10)	18.8	18.86	18.86	20.6	5.2	25.8	3.9 6
[8-9] (2)	3.77	3.77	3.77	4	2	6	2
[>10] (3)	5.66	5.66	5.66	9	6.3 3	15.33	1.4 2
Sexe							
F (46)	93.4	89.13	86.8	19.19	7.1 4	26.33	2.6 8
M (7)	85.7	14.28	13.2	5.5	4	9.5	1.3 7
Race							
Ba(19)	35.8	10.63	35.84	6	4.6 3	10.63	1.2 9
P r(4)	7.5	30.75	7.54	24.75	6	30.75	4.1 2
P n(30)	56.6	29.33	56.6	22.96	6.6 6	29.63	3.4 4
Ba ; Brune de l'atlas ; P r ; pie rouge et Pn ; pie noire							

Tableau 12. Taux d'infestation par les tiques adultes prélevées sur les bovins de Jijel, nord-est de l'Algérie (nombre total de bovins examinés = 53)

Espèces	Bovins infestés (incidence %)			Intensité (tique/bovin)		Espèces
	Femelles	Mâles	Espèces	Femelles	Mâles	
<i>Rhipicephalus</i>						
<i>Rh. (B) annulatus</i>	33 (62.26)	8 (15.09)	31 (58.49)	29	24.87	10.62
<i>Rh. bursa</i>	23 (43.39)	23(43.39)	25 (47.16)	5	2.91	2.6
<i>Rh. sanguineus</i>	1 (1.88)	1 (1.88)	1 (1.88)	4	3	1
<i>Hyalomma</i>						
<i>Hy. anatolicum</i>	1 (1.88)	2 (3.77)	7(13.20)	2	2	8.5
<i>Hy. lusitanicum</i>	7 (13.2)	9 (16.98)	9 (16.98)	5	2.71	3.44
<i>Hy. marginatum</i>	6 (11.32)	11(20.75)	16 (30.18)	4	1.66	5.18
<i>Hy. scupense</i>	6 (11.32)	14 (26.41)	15(28.3)	2	1.83	2.14
Total	53 (100)	53 (100)	53 (100)			

Cependant, les résultats montrent que l'intensité de l'infestation est statistiquement significative ($p = 0,006$) (Tableau 12). Dans cette étude, la prévalence des infestations de tiques femelles chez les bovins femelles était significativement plus élevée que chez les mâles en ce qui concerne le sexe, l'âge et la race des bovins.

2. Aspect éco-épidémiologique d'association des tiques dans deux étages bioclimatiques

L'association ou l'agrégation des espèces dans ces différentes échelles ; de l'individu jusqu'à la communauté, constitue un aspect clé dans la dynamique des populations parasites-hôtes, d'un côté ceci peut aider à gérer toute sorte de problèmes liés à l'invasion biologique de nouvelles espèces et surtout l'émergence des pathogènes véhiculés par ces espèces, d'un autre côté l'asymétrie et la forte variabilité des systèmes parasite-hôte constituent les objectifs centraux de la lutte biologique, l'écologie de la santé et biologie de la conservation (Thomas et al., 2007).

2.1. Identification des espèces

Ces tiques appartiennent à deux genres, à savoir *Rhipicephalus* spp. (Mila : n=209;79.77%;Jijel: n=814;87.52%) et *Hyalomma* spp.(Mila : n = 53;20.23%;Jijel : n=116;12.48%)et neuf espèces à Mila,sept espèces à Jijel à savoir *Rh.(Boophilus)annulatus*(n=9;3.44%;n= 742; 79.78%), *Rh. bursa* (n = 107; 40.84%; n = 71; 7.63%), *Rh. sanguineus* (n = 93; 35.5%; n = 1; 0.11%), *Hy.anatolicum* (n = 4; 1.53%; n = 15;1.61%), *Hy.lusitanicum* (n=5;1.91%;n = 28; 3.01%), *Hy. marginatum* (n = 8; 3.05%; n = 45; 4.84%) et *Hy. scupense* (n = 34; 12.98%; n = 28; 3.01%).

2.2. Association des espèces

Les procédures de Legendre (2005) ont été utilisées pour identifier les groupes d'espèces positivement corrélés. L'analyse de concordance, impliquant les sept espèces de tiques dures de la région de Jijel et les neuf espèces de la région de Mila, indique qu'une ou plusieurs de ces espèces étaient concordantes avec une ou plusieurs autres espèces (W de Kendall (Jijel) = 0,82449, P < 0,0000001; W(Mila) de Kendall = 0,88978, P < ,0000001). La méthode de Calinski et Harabasz (1974) a été utilisée pour déterminer la meilleure partition.

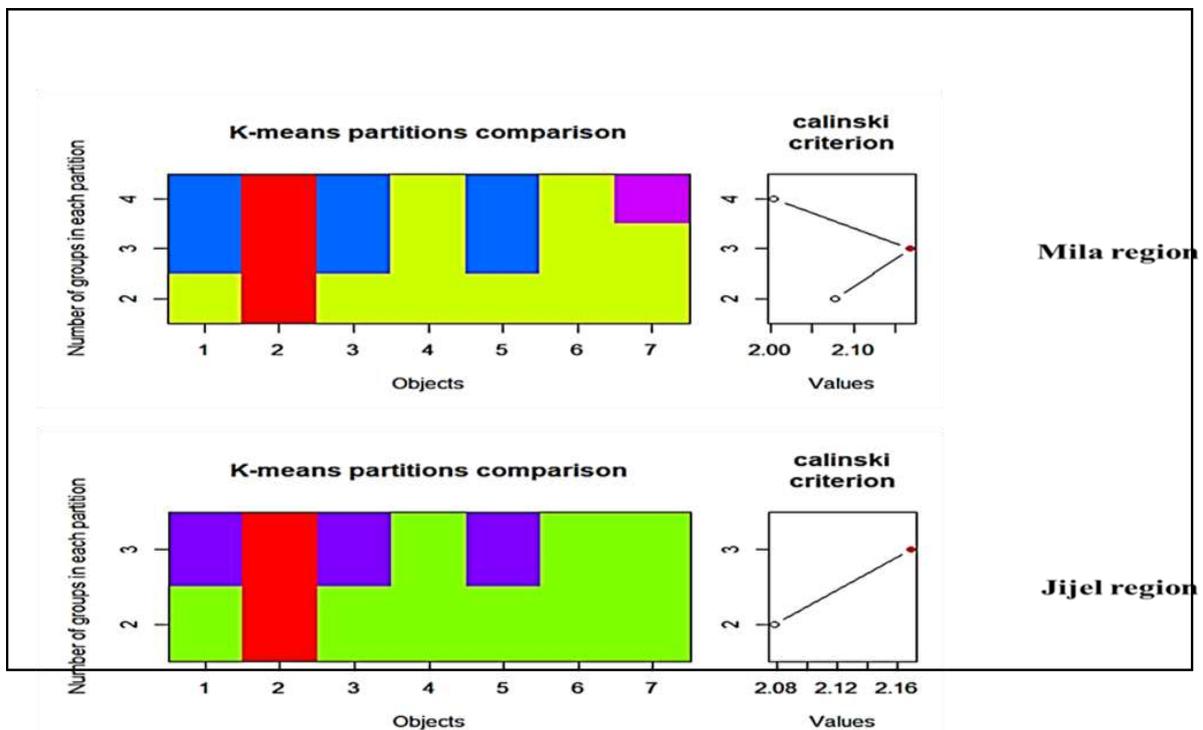


Figure18. Comparaison de la partition k-moyenne des espèces de tiques dures dans les régions de Mila et Jijel.

2.2.1. La région de Mila

Dans le genre *Rhipicephalus*, il n'y a qu'une seule corrélation positive entre *Rh. bursa* et *Rh. sanguineus*, tandis que dans le genre *Hyalomma*, une forte corrélation positive a été observée entre *Hy. scupense* et *Hy. anatolicum*, *Hy. scupense* et *Hy. lusitanicum*, et *Hy. scupense* et *Hy. marginatum*. Une corrélation parfaite a été observée entre *Hy. anatolicum*, *Hy. lusitanicum* et *Hy. marginatum* (Tableau 14). Les tests *a posteriori* des tests de concordance montrent que le nombre d'espèces associées était de trois, formés respectivement par deux, trois et quatre espèces. De plus, dans le groupe 3, *Hy. anatolicum*, *Hy. lusitanicum*, et *Hy. marginatum* sont significativement associées ($P < 0,05$) et ont enregistré la valeur W de Kendall la plus élevée (Figure 19).

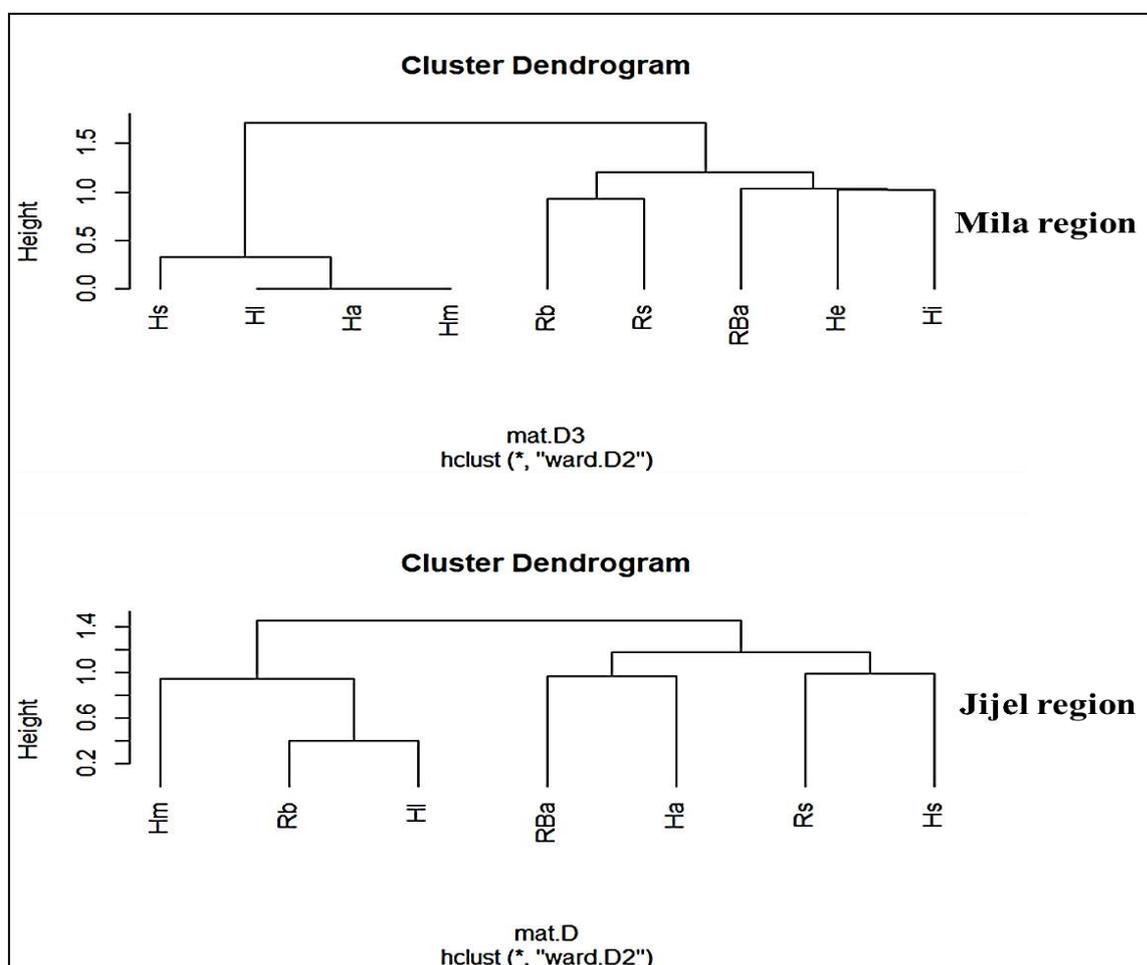


Figure 19. Dendrogrammes pour l'analyse hiérarchique en grappes d'espèces de tiques dures dans la région de Mila et Jijel

2. 2.2. La région de Jijel

Dans la région de Jijel, l'analyse de concordance montre trois groupes comme dans la région de Mila, mais elle diffère par le nombre et la composition de ces groupes. A Mila, nous avons trouvé deux groupes intra-genre et un groupe inter-genre, tandis qu'à Jijel, tous les groupes étaient inter-genres (Figures 19). L'observation intéressante est que *Hy. lusitanicum* et *Hy. marginatum* sont significativement associées à Mila et Jijel. Les tests de concordance post-hoc montrent que le nombre de groupes d'espèces associées était de trois, formés respectivement par trois, deux, deux espèces (Figure 19). De plus, dans le groupe 1, *Hy. lusitanicum*, et *Hy. marginatum* sont significativement associés ($P < 0,05$), la valeur la plus élevée de l' W de Kendall est enregistrée par les espèces du groupe 3.

3. Association des espèces des tiques dures dans deux étages bioclimatiques

Dans la région de Jijel (humide), le groupe 2 à la plus grande valeur W , malgré qu'il est formé seulement des mâles et femelles du *Rh (B) annulatus*, ces derniers qui ont les mêmes valeurs avec une probabilité significatif ($p < 0.05$), pour le groupe 1 seulement les mâles de *Rh.bursa*, *Hy.marginatum*, *Hy.scupence* et les femelles de *Hy.lusitanicum* qui sont significatif ($p < 0.05$). Dans la région de Mila (semi-aride), le groupe 2 contribue avec plus de 50% au coefficient de concordance de Kendall, Toutes les espèces du groupe 1 ont des valeurs négatives pour « moyenne de Spearman », cela signifie que ces espèces n'appartiennent clairement pas au groupe d'espèces associés, alors que les espèces du groupe 2 qui regroupe les mâles et les femelles de *Hy.scupence*, les mâles de *Hy. lusitanicum*, *Hy. marginatum* et *Hy. anatolicum* sont significativement associés ($p < 0.05$). Les trois espèces les mâles de *Hy. lusitanicum*, *Hy. marginatum* et *Hy. anatolicum* ont la même valeur ($W = 0.73$) de coefficient de concordance de Kendall et qui est le plus grand que *Hy.scupence*. La figure 56 montre que seulement les mâles et les femelles de *Rh (B) annulatus* et *Hy.scupence* qui forme le même clade, au contraire à d'autre espèces qui ont les femelles et les mâles un peu éloignés. Ici on à observer l'existence de clade formé des mâles et des femelles appartiennent à des espèces différentes et même des genres différentes (les femelles *Hy.lusitanicum* et les mâles *Rh.bursa* dans la région de Jijel, les femelles *Hy.impeltatum* et les mâles *Hy.excavatum* dans la région de Mila. Le groupe dite groupe 2, pour chaque région est constitué de deux membres dans la région de Jijel et 5 membres dans la région de Mila. La comparaison entre l'association des espèces et celle des mâles et femelles ne varie pas considérablement dans les deux régions (Figure 20).

4. Indices épidémiologiques selon le degré d'association d'espèces

Il existe une relation significative entre le nombre d'espèces chez les hôtes et l'incidence de l'infestation, uniquement dans la région de Mila ($P < 0,05$). De plus, l'incidence dans cette zone n'a augmenté que lorsqu'une espèce est présente quel que soit ses hôtes en contraste avec l'intensité. Dans la région de Jijel, l'incidence atteint son pic lorsque le degré d'association est de trois et la même observation pour l'intensité de l'infestation (Tableaux 13 et 14).

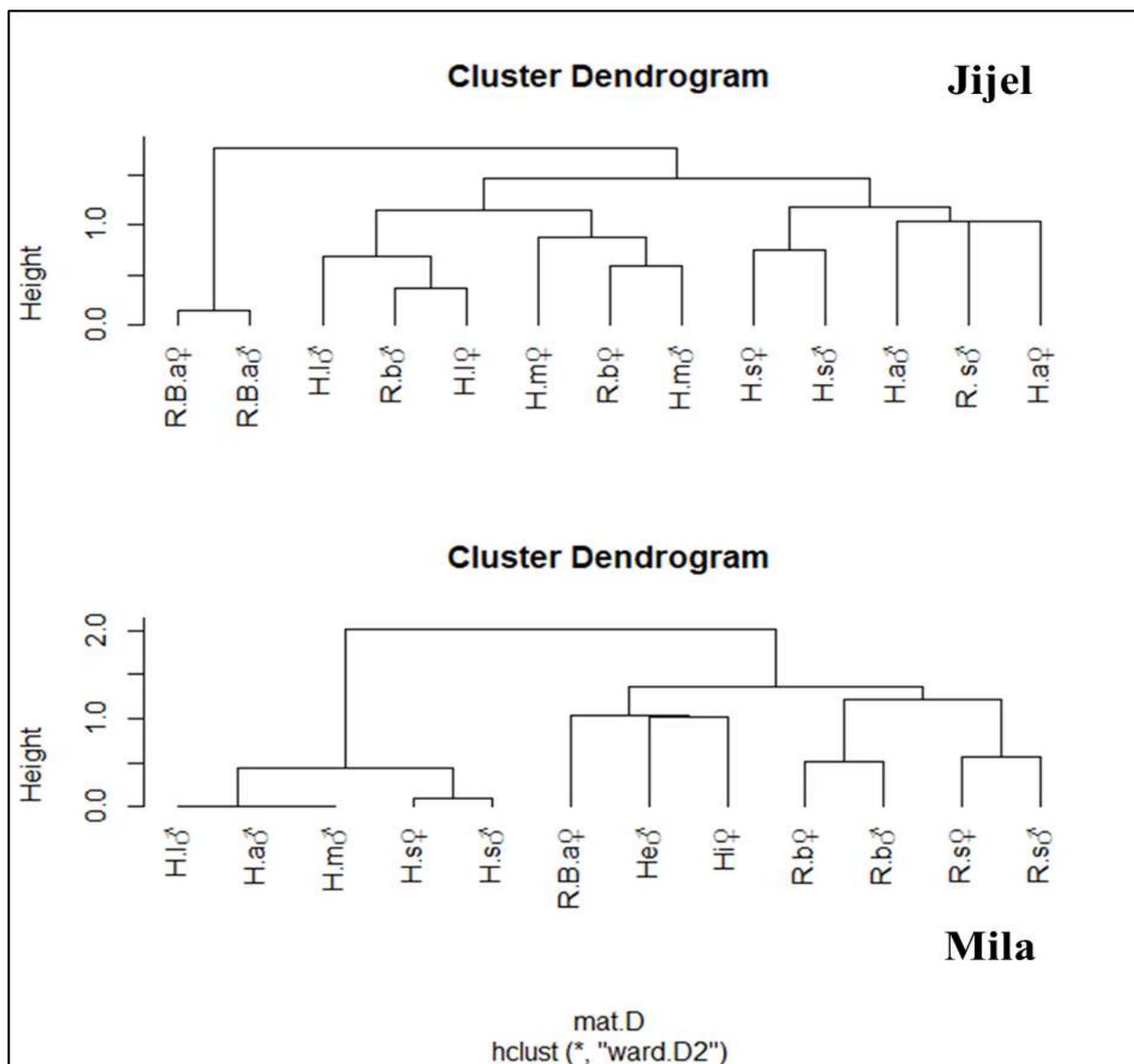


Figure20. Dendrogrammes pour l'analyse hiérarchique en grappes d'espèces de tiques dures mâles et femelles dans la région de Mila et Jijel.

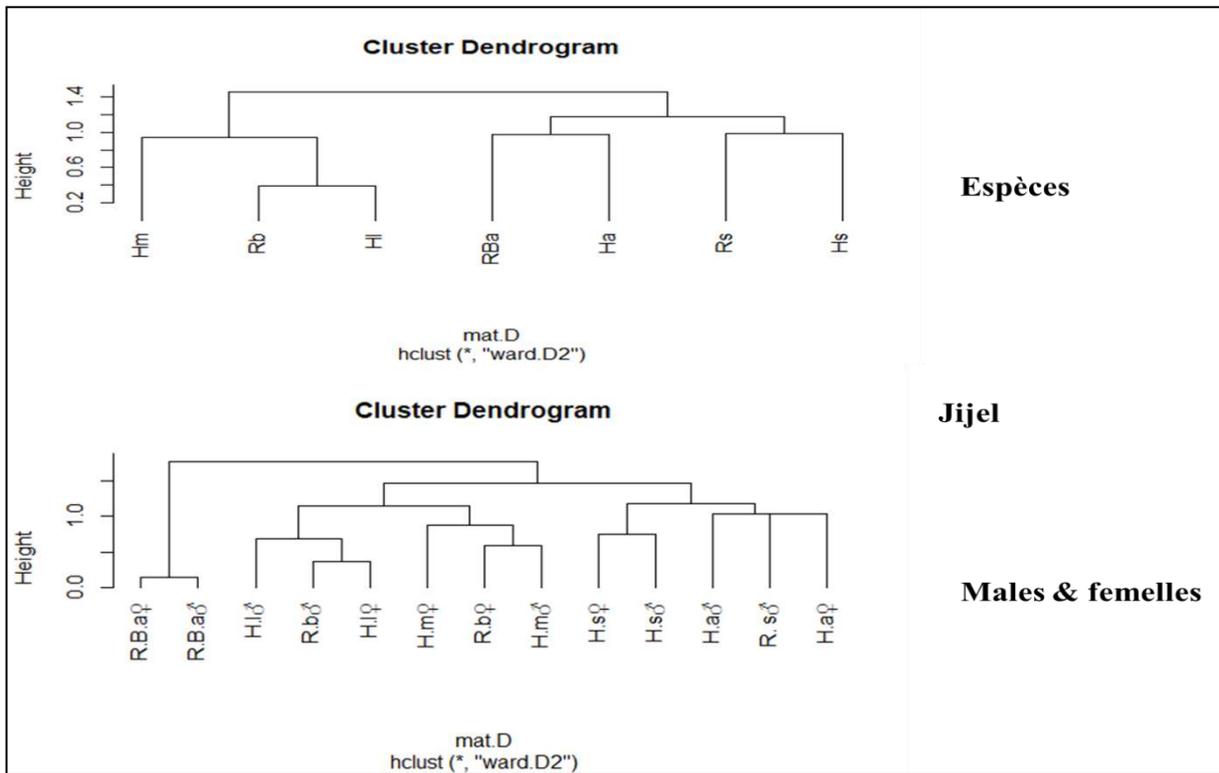


Figure 21. Dendrogrammes pour l’analyse hiérarchique en grappes d’espèces de tiques dures mâles et femelles dans la région de Jijel.

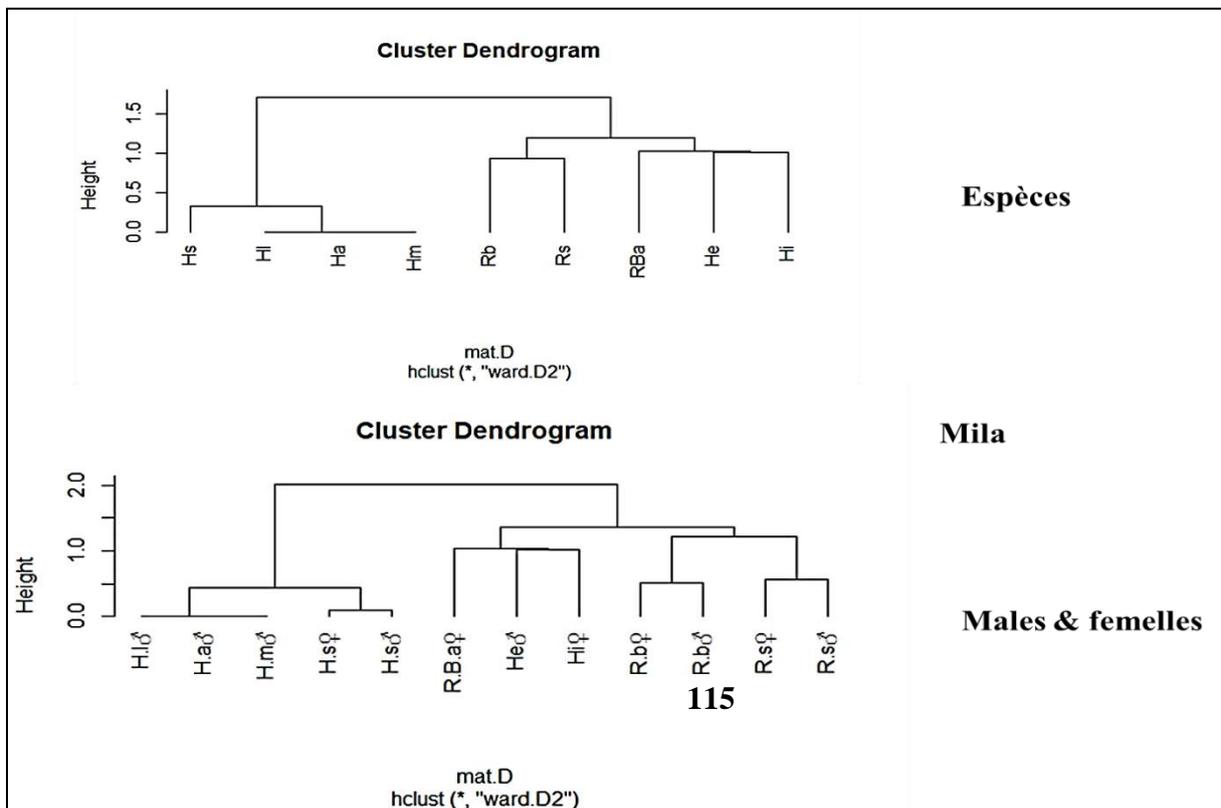


Figure 22. Dendrogrammes pour l’analyse hiérarchique en grappes d’espèces de tiques dures mâles et femelles dans la région de Mila.

Tableau 13. Indices épidémiologiques (prévalence et intensité de l'infestation) des espèces de tiques dures sur les hôtes selon le degré d'association dans la région de Mila (été 2020).

Degré d'association	1			2			3			4			
Hôtes	Caprin	Ovin	Bovin	Total									
Nombre d'hôtes	22	21	8	8	4	2	1	0	0	0	0	1	67
Nombre de tiques	72	29	26	61	22	17	7	0	0	0	0	28	262
*Prévalence (%)	70.97	84	72.73	19.35	16	18.18	3.22	0	0	0	0	9.09	
Intensité (tique/hôte)	3.273	4	3.25	7.62	5.5	8.5	7	0	0	0	0	28	

Tableau 14. Indices épidémiologiques (prévalence et intensité de l'infestation) des espèces de tiques dures sur les hôtes selon le degré d'association dans la région de Jijel (été 2019).

Degré d'association	1	2	3	4	5	6	Total
Nombre d'hôtes	6	8	11	3	3	1	32
Nombre de tiques	118	328	395	37	37	15	930
*Prévalence (%)	18.75	25	34.38	9.38	9.38	3.13	
Intensité (tique/hôte)	19.67	54.67	65.83	6.17	6.17	2.5	

genres différentes (les femelles *Hy.lusitanicum* et les mâles *Rh.bursa* dans la région de Jijel, les femelles *Hy.impeltatum* et les mâles *Hy.excavatum* dans la région de Mila. Le groupe dite groupe 2, pour chaque région est constitué de deux membres dans la région de Jijel et 5 membres dans la région de Mila. La comparaison entre l'association des espèces et celle des mâles et femelles ne varie pas considérablement dans les deux régions (Figure 22).

5. Incidence, espèces et sites d'attachement des tiques *Ixodidae* chez les bovins, les ovins et les caprins en Algérie

5.1. Infestation globale de tiques

Un nombre total de 262 tiques ont été recueillies entre le printemps (Mai) et l'été (Juin, Juillet et Août) 2020 auprès de 70 bovins mâles (15,62 %), 196 (43,75 %) caprins et 182 (40,63 %) ovins (Tableau 15). Ces tiques appartiennent à 2 genres, à savoir *Rhipicephalus* spp. (n = 209; 79,77%) et *Hyalomma* spp. (n = 53; 20,23%) et 9 espèces à savoir, *Rh. (Boophilus) annulatus* (n = 9; 3,44 %), *Rh. bursa* (n = 107; 40,84%), *Rh. sanguineus* (n = 93; 35,5%), *Hy. anatolicum* (n = 4; 1,53%), *Hy. excavatum* (n = 1; 0,38%), *Hy. impeltatum* (n = 1; 0,38%), *Hy. lusitanicum* (n = 5; 1,91%), *Hy. marginatum* (n = 8; 3,05%) et *Hy. scupense* (n = 34; 12,98 %) ($P < 0,001$) (Tableau 26). Au cours de la période d'étude, une présence continue des deux types a été observée de *Rh.bursa* et *Rh. sanguineous*. Les animaux examinés en Août présentaient un schéma d'infestation particulier, où seulement les ovins étaient infestés. En effet, *Rh. bursa* était présent chez tous les animaux. Le même schéma que *Rh. bursa* a été observé pour *Rh. sanguineus*, sauf en Juillet pour les bovins.

Sur les 448 animaux examinés dans cette étude, 67 étaient infestés (incidence = 14,96 avec une intensité de 3 tiques par animal). Une association statistiquement significative a été observée dans cette étude entre l'incidence des tiques et les mâles, les femelles des ovins et de caprins en Mai et Juin, et seulement les ovins en Juillet ($P < 0,05$).

De même, une association statistiquement significative a été observée entre l'intensité des tiques et les mâles, femelles d'ovins et de caprins uniquement en Mai et Juin ($P < 0,05$). Aucune association statistiquement significative n'a été observée entre l'incidence et l'intensité de l'infestation chez les animaux (bovins, ovins et caprins) selon le mois ($P > 0,05$).

Par rapport aux mois précédents ; le site d'attachement était statistiquement significativement plus élevé dans les oreilles qu'à d'autres endroits seulement chez les moutons. En Mai et Juin, les caprins sont plus infestés que les ovins. En Juin et Juillet, toutes les femelles ovines sont infestées, alors que seuls les ovins sont infestés à un faible taux en Août. *Rh. bursa* a été répandue et l'incidence de l'infestation de tiques culmine en Juin chez

les mâles caprin, tandis que *Rh. sanguineus* culmine chez les mâles de chèvres en Mai. *Rh (Boophilus) annulatus* était absent en Juin et Août. L'intensité moyenne était de 3 tiques par animal. Les valeurs les plus élevées ont été observées en Mai, en particulier chez les caprins (Tableau 15).

5.2. Les tiques *Hyalomma*

Quatre espèces de *Hyalomma* spp; *Hy.marginatum*, *Hy. lusitanicum*, *Hy. anatolicum* et *Hy. scupense* n'infestaient que les bovins. *Hy. excavatum* et *Hy. impletatum* n'ont été trouvés que chez les caprins en Juin. *Hy.scupense* était présent infestant le bétail en Juillet, avec une intensité de 0,5 tique par taureau. 32 *Hy. scupense* recueillies chez les bovins en Juin représentent le taux d'infestation élevé au cours de cette étude (Tableau 15).

5.3. Taux d'infestation de tiques selon le site d'attachement

Deux cent soixante-deux tiques ont été collectées dans différentes parties du corps des animaux. On a constaté que la plupart des tiques s'attachaient à toute la surface du corps, principalement sur les oreilles des caprins et des ovins, tandis que chez les bovins, les testicules (Tableau 16).

6. Inventaire été 2021 dans les régions de Jijel, Mila et Guelma

Durant l'été 2021, à partir de la fin de Mai jusqu'à juillet, nous avons collectés 627 tiques dures à partir de 210 bovins dans trois régions appartenant à trois étages bioclimatiques différentes. Dans la région de Mila, trois stations ont été visités : Mechira (Altitude = 901m), Chelghoum El Aid (Altitude = 762 m), Bouhatem (Altitude = 1079 m), à Guelma deux régions ; Ouled Ali (Altitude = 762 m) et Heliopollis (Altitude = 298m), et à Jijel, la station ; Kessir Amrane (Altitude = 1216 m). Les 636 tiques inventoriées appartiennent à deux genres ; *Rhipicephalus* avec quatre espèces nommés ; *Rh. annulatus*, *Rh. bursa*, *Rh. sanguineus* et *Rh. camicasi*, le genre *Hyalomma* avec cinq espèces qui sont : *Hy. anatolicum*, *Hy. excavatum*, *Hy. lusitanicum*, *Hy. marginatum*, *Hy. scupense*. (Tableaux 28 & 29). La comparaison entre le nombre des mâles entre les stations ; Bouhatem et Mechira n'est pas statistiquement significatif ($p = 0.41$), alors que celle entre les femelles été statistiquement significatif ($p < 0.05$) et même observation lors de la comparaison entre le nombre de tique dans la station Ouled Ali et la station Heliopollis. Le nombre des mâles entre deux stations dans deux régions différentes ; Kessir Amrane dans Jijel et Heliopollis dans Guelma été statistiquement significatif ($p < 0.05$), alors que celle des femelles été non significatif ($p =$

0.15), la comparaison de la prévalence (incidence) d'infestation entre les stations selon l'âge des bovins est statistiquement significatif ($p = 0,0002853$) (Tableaux 17 et 18).

Tableau 15. Incidence et intensité des tiques dures adultes d'animaux domestiques à Tadjenanet, Mila, nord-est de l'Algérie.

	Mai					Juin					Juillet					Août					
Animal	Bovin		Caprin		Ovin	Bovin		Caprin		Ovin	Bovin		Caprin		Ovin	Bovin		Caprin		Ovin	
Espèce sexe	M	M	F	M	F	M	M	F	M	F	M	M	F	M	F	M	M	F	M	F	Nombre (%)
<i>Rh. annulatus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9 (3.44)
<i>Rh.bursa</i>	0	14	14	6	0	5	35	4	4	2	0	4	6	11	1	0	0	0	0	1	107 (40.84)
<i>Rh.sanguineus</i>	0	40	5	9	0	9	9	3	1	9	0	0	1	5	1	0	0	0	0	1	93 (35.5)
<i>Hy. anatolicum</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (1.53)
<i>Hy.excavatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.38)
<i>Hy.impeltatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.38)
<i>Hy.lusitanicum</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5 (1.91)
<i>Hy.marginatum</i>	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8 (3.05)
<i>Hy. scupense</i>	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34 (12.98)
Nombre de tiques	0	55	20	15	0	63	45	8	5	11	8	5	7	16	2	0	0	0	0	2	262
Animaux examinés	15	37	34	18	14	20	37	29	15	6	19	29	20	55	9	16	5	5	40	25	447
Animaux infestés	0	8	3	3	0	7	9	6	3	6	4	3	2	9	2	0	0	0	0	2	67
Incidence %	0	21.62	8.82	16.67	0	35	24.32	20.69	20	100	21.05	10.34	10	16.36	22.22	0	0	0	0	8	
Incidence total	0	15.39		9.37		35	22.72		42.85		21.05	10.2		17.8		0	0		3.07		14.96%
Intensité (tiques/animal)	0	6.88	6.67	5	0	9	5	1.33	1.67	1.83	2.00	1.67	3.5	1.78	1	0	0	0	0	1	
Intensité total	0	6		5		9	3		1		2	2		1		0	0		1		3.91

Tableau 16. Nombre de tiques dures adultes par rapport au site d'attachement sur les animaux domestiques à Tadjenanet (Mai, Juin, Juillet et Août 2020).

	Caprin					
	Oreilles	Yeux	Testicules	Anus	Dos	Mamelles
Mai	5	0	0	1	0	0
Juin	6	0	4	1	0	0
Juillet	1	0	2	1	1	1
Août	0	0	0	0	0	0
Total	12	0	6	3	1	1
	Ovin					
Mai	1	0	0	0	0	0
Juin	5	0	2	1	0	0
Juillet	7	0	0	0	0	0
Août	2	0	0	0	0	0
Total	15	0	2	1	0	0
	Bovin					
Mai	0	0	0	0	0	0
Juin	0	0	2	0	0	0
Juillet	0	1	1	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0
Total	0	1	3	0	0	0

Tableau 17. Espèces de tiques dures inventoriées au niveau de Mila, Guelma et Jijel (été 2021).

Regions	Mila							Guelma				Jijel		
Stations	Mechira			Bouhatem			Chelghoum El Aid	Ouled Ali	Heliopolis			Kessir amrane		
Espèces de tiques	T	M	F	T	M	F	T	T	T	M	F	T	M	F
<i>Rhipicephalus</i>	69	38	31	133	70	63	171	37	42	14	28	45	9	36
<i>Rh. annulatus</i>	2	1	1	0	0	0	1	1	14	1	13	29	2	27
<i>Rh. bursa</i>	20	10	10	19	15	4	47	6	19	9	10	10	3	7
<i>Rh. camicasi</i>	24	15	9	22	3	19	48	10	0	0	0	0	0	0
<i>Rh. sanguineus</i>	23	12	11	92	52	40	75	20	9	4	5	6	4	2
<i>Hyalomma</i>	2	0	2	8	1	7	1	9	66	56	10	44	31	13
<i>Hy. anatolicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0
<i>Hy. excavatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
<i>Hy. lusitanicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0	1	0	1
<i>Hy. marginatum</i>	2	0	2	8	1	7	0	4	7	7	0	0	0	0
<i>Hy. scupense</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	36	26	10	43	31	12
	71	38	33	141	71	70	172	46	108	70	38	89	4049	
	384							154				89		
Total	627													

T : nombre de tique ; M : males et F ; femelles.

Tableau 18. Bovins infestés selon l'âge et le sexe du bovin au niveau de Mila, Guelma et Jijel (été 2021).

Region	Mila							Guelma	Jijel				
Station	Mechira	Bouhatem		Chelghoum El Aid				Ouled Ali	Kessire Amrane				
Bovins													
Age (ans)	N bovin infestés	Incidence	N bovin infestés	Incidence	N bovin examinés = 75	N tique	Incidence	Intensité (tique/bovin)	N bovin examinés = 40	Incidence	N bovin examinés = 3	Incidence	Intensité
[0-1]	0	0	4	44,44	1	72	11,11	72	0	0	1	33,33	28
[1-2]	3	21,43	3	33,33	1	68	33,33	22,67	0	0	0	0,00	0
[2-3]	5	35,71	0	0,00	2				0	0	0	0,00	0
[3-4]	2	14,29	1	11,11	0				0	0	0	0,00	0
[4-5]	2	14,29	0	0,00	1	0	11,11	0	1	2,5	1	33,33	20
[5-6]	1	7,14	1	11,11	2	32	22,22	16	0	0	0	0,00	0
[6-7]	0	0,00	0	0,00	2	0	22,22	0	0	0	0	0,00	0
[7-8]	1	7,14	0	0,00	0	0	0,00	0	2	5	1	33,33	41
Sexe													
F	8	57,14	5	55,56	7	65	77,78	9,29	3	7,5	2	66,67	28
M	6	42,9	4	44,44	2	107	22,22	53,50	0	0	1	33,33	30,5

7. *Rhipicephalus camicasi* Morel, Mouchet & Rodhain, 1976

Nous avons trouvés les individus de *Rhipicephalus camicasi* (n = 104) au niveau de quatre stations ; trois dans la région de Mila et une dans la région de Guelma. La fréquence élevée de cette espèce est enregistrée au niveau de la station de Chelghoum El Aid (n = 48 ; 46,15%). Le sexe ration differe entre les stations de Mechira ou il a été en faveur des mâles alors que le contraire est enregistrée au niveau de la station Bouhatem.

Tableau 19. Taux d'infestation de *Rh. camicasi* dans Mila, Guelma (été 2021)

Catégories des animaux	Station Chelghoum El Aid (Mila)				Station Ouled Ali (Guelma)			
	N bovins	N tiques	Intensité Tiques/bovin	Prévalence %	N bovins	N tiques	Intensité Tiques/bovin	Prévalence %
Race								
croisée	5	9	1,8	55,56	2	10	5	100
Pie noire	2	25	12,5	22,22	0	0	0	0
exotique	2	14	7	22,22	0	0	0	0
Sexe								
Mâles	1	22	22	11,11	0	0	0	0
Femelles	8	26	3,25	88,89	2	10	5	100
Age								
≤4 ans	4	40	10	44,44	1	1	1	50
>4 ans	5	8	1,6	55,56	1	9	9	50

Le logiciel past est utilisée pour comparer les taux d'infestation dans les deux stations selon les facteurs biotiques a l'aide du test khi2 :

Tableau 20. Comparaison entre les taux d'infestation de *Rh. camicasi* dans Mila, Guelma (été 2021).

	Intensité	Prevalence
Race	$P = 0.0003^*$	$P < 0.0001^*$
Sexe	$P = 0.000006^*$	$P = 0.0006^*$
Age	$P = 0.0004^*$	$P = 0.42$

* significatif

Chapitre IV:

Discussion et

conclusion

Chapitre IV : discussion et conclusion

Cette étude a été réalisée entre juillet et août 2019 dans trois régions appartenant à trois étages bioclimatiques différents (Jijel, Guelma et Mila dans les régions humides, sub-humides et semi-arides, respectivement), pour prendre en compte l'activité saisonnière des principales espèces de tiques dures vecteurs des agents pathogènes qui causent des maladies des bovins dans le nord-est de l'Algérie. Au total, 1 927 tiques ont été prélevées sur 122 bovins examinés. Neuf espèces de tiques dures ont été identifiées sur des bovins (sept espèces en Jijel, sept espèces en Mila et huit espèces en Guelma) nommées ; *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma excavatum*, *Hyalomma scupense*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma impeltatum*, *Hyalomma anatolicum*. Plusieurs espèces de tiques ont été collectées pour la première fois dans ces régions : *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma anatolicum* et *Hyalomma marginatum* dans la région humide (Jijel), *Hyalomma anatolicum* dans la région sub-humide (Guelma), *Rhipicephalus sanguineus* dans la région semi-aride (Mila) et *Hyalomma impeltatum* dans le nord-est de l'Algérie. Les indices écologiques indiquent que les tiques ne sont pas équidistribuées selon les espèces; *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* est dominante dans les régions humides (Jijel) et subhumides (Guelma) et *Rh. bursa* dans la région semi-aride (Mila). Des taux d'infestation plus élevés ont été observés chez les bovins exotiques (Brune de l'Atlas et Bretonne Pie Noir) et les bovins femelles. D'après les résultats obtenus, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* est présente chez tous les bovins de la région subhumide(Guelma). En Algérie, plusieurs agents pathogènes comme *Theileria annulata*, « *Candidatus Ehrlichia urmitei* », *Theileria buffeli* et *Anaplasma platys* ont été détectés dans *Rh. annulatus* (Sadeddine et al. 2020), *Rickettsia*-positive (Boucheikhchoukh et al. 2018). Cette espèce est abondante dans les régions méditerranéennes, paléarctiques et afrotropicales (Agustín Estrada-Peña et al. 2018). Dans cette étude, *Rh. Annulatus* a été couramment retrouvée sur les bovins, en particulier dans les régions de Jijel et Guelma, mais a été très rare dans la région de Mila. Ces résultats sont conformes aux observations précédentes (Boutaleb, 1982; Yousfi-Monod, 1986; Dendani, 1987; Boulkaboul, 2003; Benchikh Elfegoun et al. 2007, 2019). *Rhipicephalus bursa* à un nouveau record a été établi par la prévalence de l'infestation avec un taux élevé (92,85 %) dans la région semi-aride (Mila). Dans cette étude, *Rhipicephalus sanguineus* avait un faible taux d'infestation dans la région humide (Jijel) alors qu'il était plus élevé dans la région semi-aride (Mila). En Algérie, *R. Conorii* subsp. *P. conorii* ont été détectés chez *Rh. sanguineus* (Bitam et al. 2006), *Rickettsia*

massiliae et *Anaplasma ovis* ont été détectés aussi chez cette espèce (Sadeddine et al. 2020), de l'ADN de type *Coxiella* a été détecté dans 61 % (11/18) des *R. sanguineus* (Rahal et al. 2020b). En Algérie, cette espèce n'a été signalée que dans la province de Mila (Benchikh-Elfegoun et al. 2014). Selon la présente étude, l'aire de répartition de *Hyalomma anatolicum* s'étend en Algérie. L'ADN du *Ri. aeschlimannii* a été détecté dans 6/20 (30%) *Hyalomma anatolicum* (Leulmi et al. 2016). Cette étude présente pour la première fois *Hy. Impeltatum* dans le nord-est de l'Algérie. Ce résultat est assez surprenant, car cette espèce de tique est présente dans les régions désertiques (Bouattour et al. 1999; Boukaboul, 2003; Bouhous et al. 2011; Agustín et al. 2013). En Tunisie, Bouattour l'a décrite en 1999 dans des zones arides et désertiques. En Algérie *Hy. impeltatum* a été détectée positive pour *Rickettsia aeschlimannii* (Sadeddine et al. 2020). En raison de son rôle vectoriel, une attention particulière est accordée à *Hy. scupence* (Sergent, 1945; Boutaleb, 1982; Yousfi-Monod R., 1986; Bouattour, 2001 ; Gharbi et al. 2014; Benchikh-Elfegoun et al. 2018). Le taux d'infestation par cette espèce a augmenté ces dernières années, et les résultats actuels confirment que *Hy. scupence* est présent dans les régions humides à arides, en particulier dans les régions septentrionales (Gharbi et al. 2014). L'ADN du *Coxiella* like a été détecté dans (1/4) de la *Hyalomma scupence* (Rahal et al. 2020b), détecté *Rickettsia* positive (Boucheikhchoukh et al. 2018), l'ADN de *Ri. aeschlimannii* a été détecté dans 6/20 de *Hyalomma scupence* (Leulmi et al. 2016). Dans cette étude, *Hyalomma marginatum* et *Hyalomma lusitanicum* étaient abondantes dans la région humide (Jijel), mais peu de spécimens ont été recueillis dans les régions subhumides (Guelma) et semi-arides(Mila).L'ADNdetype*Coxiella* a été détecté dans (1/3) de *Hyalomma lusitanicum*, dans 14 % (4/28) de *Hyalomma marginatum* (Rahal et al. 2020b). *Hyalomma marginatum* hôte *Rickettsia aeschlimannii* (Abdelkadir et al. 2019). Dans cette étude, *Hyalomma excavatum* n'était présente que dans la région de Guelma; son taux d'infestation était très faible. Cependant, *Hy. excavatum* a été rapportée par d'autres auteurs dans le nord et le centre de l'Algérie (Benchikh Elfegoun et al. 2018; Boukaboul, 2003). *Hyalomma excavatum* a également été identifiée dans notre étude; L'ADN du *Coxiella*-like a été détecté dans (8/22) du *Hyalomma excavatum* (Rahal et al. 2020b), c'est une tique qui peut héberger *Rickettsia aeschlimannii*, '*Candidatus Rickettsia barbariae*' et *Coxiella burnetii* (Abdelkadir et al., 2019). Cette tique a été identifiée chez les moutons comme vecteur de *Theileria lestoquardi* en Tunisie (Rjeibi et al. 2016). Les tiques *Boophilus*, le sexe ratio qui dépend de la saison et du lieu de collecte, est en faveur des femelles, car la nature de leurs hôtes garantit la

rencontre avec les tiques mâles, qui est due probablement à leur nature à un seul hôte, à la suite elles sont capables de nombreuses inséminations (Thompson et al. 1980). *Rhipicephalus (Boophilus) spp* s'est avérée être l'espèce de tique prédominante chez les bovins, culminant en juillet avec 29 tiques / vache. Effectivement, ce parasite est abondant dans les régions méditerranéennes, paléarctique et afrotropicale (Agustín et al. 2013). Dans cette étude, *Rh. annulatus* a été couramment trouvée sur les bovins, en particulier dans la région de Jijel, culminant en juillet avec 25 tiques / vache. Ce résultat est presque similaire aux études précédentes menées dans d'autres régions d'Algérie de différentes strates climatiques; (Boutaleb, 1982) dans la région sub- humide (Constantine); (Yousfi-Monod ., 1986) dans l'ouest algérien; (Benchikh-Elfegoun et al. 2007) dans la région humide; (Rony et al. 2010) dans la région tropicale; (Hezron et al. 2012) dans la région aride; (Chhillar et al. 2014) dans la région semi-aride; (Kaur et al. 2015) et (Debbarma et al. 2018) dans les régions tropicales et subtropicales. Le pourcentage de femelles est plus élevé que celui des mâles, tandis que pour *Hyalomma spp*. le pourcentage des mâles est plus élevé que celui des femelles (Gharbi et al. 2013). Cela peut s'expliquer par le fait que les mâles *Hyalomma* sont plus mobiles que les femelles et restent plus longtemps sur le bétail. Ce résultat a également été observé chez les chiens infestés par la tique brune *R. sanguineus* (Little et al. 2007). Le test du chi carré a été effectué sur le taux d'infestation des tiques mâles et femelles pour évaluer s'il y avait une différence statistiquement significative dans l'infestation de tiques (Wasihun et Doda, 2013). L'analyse unidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été utilisée pour comparer le taux d'infestation de tiques en fonction des facteurs biotiques (âge, sexe et race des bovins) et de la signification a été enregistré à un niveau de 5% ($p < 0.05$; (Debbarma et al. 2018). Aucune différence significative dans la prévalence et l'intensité des infestations de tiques liées au sexe, à l'âge et à la race des bovins n'a été constatée, ce qui a également été signalé précédemment (Ghosh et al. 2019 ; Abera et al. 2010). L'âge des animaux joue un rôle dans l'infestation des espèces de tiques (Manan et al. 2007), cela peut s'expliquer par le fait que lorsque les vaches vieillissent, leur immunité aux tiques devient plus forte, d'autre part, en raison du mode de vie des animaux parce que les veaux sont généralement élevés dans des étables et ne restent pas longtemps dans le pâturage pendant les premiers mois, ils sont donc moins infestés que les jeunes bovins (Bouattour, 2001; Manan et al. 2007). Cependant, l'intensité de l'infestation par catégorie d'âge des bovins s'est avérée statistiquement significative chez les bovins dont la moyenne d'âge était de 3,5 et 5,5 ans. Des résultats similaires ont été rapportés par (Debbarma et al. 2018; Ghosh et al. 2019;

Kaur et *al.* 2015; Benchikh-Elfegoun et *al.* 2019; Patel et *al.* 2013).

Dans cette étude, 99 hôtes (bovins, caprins et ovins) ont été scannés dans les régions de Mila et Jijel dans le nord-est de l'Algérie au cours de deux étés 2019 et 2020 durant l'activité saisonnière de quelques espèces de tiques dures sélectionnées afin d'évaluer et de comparer leurs associations du point de vue épidémiologique et écologique. Les tiques dures posent un risque énorme pour leurs hôtes. Les conditions environnementales biotiques et abiotiques jouent un rôle clé dans la distribution des tiques dures (Okwuonu et *al.*, 2021). Dans la présente étude, les espèces de tiques les plus abondantes retirées des hôtes mammifères étaient *Rhipicepalus (Boophilus) annulatus* dans la région de Jijel et *Rhipicephalus bursa* à Mila. Ce résultat est en accord avec les études précédentes réalisées en Algérie (Boukhaboul, 2003; Ayadi et *al.* 2016; Benchikh Elfegoun et *al.* 2007; 2014; 2018; 2019). Selon des articles récents, toutes les espèces de tiques dures identifiées abritent des agents pathogènes (Boucheikhchoukh et *al.* 2018; Abdelkadir et *al.* 2019; Rahal et *al.* 2020; Sadeddine et *al.* 2020). L'augmentation du taux d'infestation à une valeur limitée du degré d'association n'a été observée qu'à Jijel, tandis qu'à Mila, c'est le contraire pour tous les types d'hôtes, ce résultat est en concordance avec l'augmentation de la densité vectorielle qui précède l'augmentation de l'incidence (Vargas et *al.* 2015).

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour comparer les communautés, leur degré de similitude qui est représenté par la distance entre les points sur le graphique (Forister, 2008). Des tests post-hoc ont permis d'identifier trois groupes distincts d'espèces correspondantes dans chaque région. Cette différence dans la composition des communautés peut s'expliquer par les conditions environnementales, telles que la température et les précipitations (Ajayi et *al.* 1982; Forister, 2008). Cependant, la compétition, la prédation et le mutualisme peuvent également altérer les espèces associées, directement et indirectement (Forister, 2008). Les facteurs biotiques et abiotiques sont dispersés pour les tiques, et l'âge du bétail à Jijel ou le mois de collecte à Mila affecte le nombre de tiques, ceci montre que les facteurs micrométéorologiques et du microhabitat sont fondamentaux pour la survie et le comportement de recherche de nourriture des tiques (Daniel and Dusbabek, 1994). La variation des groupes associés dans la région de Mila et de Jijel peut s'expliquer par la présence de l'espèce dominante *Rh. annulatus* dans la région de Jijel, ce qui entraîne un changement dans la composition des communautés, par conséquent, leur présence est plus faible dans la région de Mila, ce qui conduit à une structure communautaire différente (Forister, 2008). *Rh. Boophilus annulatus* constitue la majorité des spécimens de tiques

déterminées dans la région de Jijel. Cette espèce est une tique bovine typique à hôte unique qui niche principalement dans le bassin méditerranéen (Walker, 2003). Les tiques femelles pondent leurs œufs dans des crevasses, des fissures ou d'autres zones abritées au niveau du sol dans des écuries, des enclos ou des zones de logement de nuit communes pour le bétail (Barker et Murrell, 2004). Les larves de *B. annulatus* sont moins mobiles que de nombreuses autres larves d'espèces de tiques et ont tendance à infester les animaux qui sont généralement les plus proches de leur zone d'éclosion. Par conséquent, l'intensité de cette espèce de tique sur l'hôte peut varier d'un troupeau à l'autre et peut varier considérablement même entre les animaux d'un même troupeau. Cependant, cette variation est davantage liée à la zone dans laquelle l'animal se repose et passe du temps, surtout la nuit (la température et l'humidité relative) (Davey et al. 1991), mais aussi les pratiques d'élevage adoptées par les éleveurs qui affectent différenciellement les caractéristiques des bovins (Ziapour et al. 2016). *Hy. lusitanicum* et *Hy. marginatum* ont été trouvées associées dans les deux régions, ces deux espèces ont été largement réparties dans les bioclimatiques méditerranéen (Guglielmone et al. 2014), peut-être en raison du fait que certaines espèces de tiques sont largement distribuées ensemble dans l'espace et le temps (Tufts et al. 2021). Par conséquent, des interactions entre les espèces de tiques se sont produites lorsqu'au moins deux espèces de tiques étaient présentes au cours de la même saison avec un chevauchement de niche spatio-temporellement différent (Tsunoda, 2007). Dans la région de Mila, *Rh. sanguineus* a formé un groupe avec *Rh. bursa* et à Jijel *Hy. anatolicum* a été associée à *Rh. (Boophilus) annulatus* indiquant que certaines espèces de tiques à faible densité ont été regroupées en grappe avec d'autres espèces à forte densité (Tsunoda, 2007). La même relation pour les espèces à faible densité, à Jijel *Rh. sanguineus*, à Mila *Hy. Excavatum* et *Hy. Impeltatum* avaient tendance à se regrouper avec les espèces qui avaient les densités les plus élevées. De nombreux avantages du regroupement ont été démontrés, tels que la protection contre la déshydratation et l'augmentation des chances de survie. De plus, il peut être avantageux de se regrouper dans une localité optimale, car cela peut augmenter les chances de succès (Tsunoda, 2007). Le plus grand groupe offre un plus grand avantage aux tiques même si le groupe comprend d'autres espèces (Tsunoda, 2007), ce qui peut expliquer pourquoi l'association de plus de trois espèces est observée au cours de la période d'étude. Yousfi-Monod and Aeschlimann (1986) décrit deux types d'associations liées au mode de reproduction et à l'origine géographique du bétail. Les mêmes auteurs ont observé des associations de deux à quatre espèces, ce qui est similaire à nos résultats.

Les limites de l'étude concernent la saison active des espèces *Hyalomma* dans le bassin méditerranéen, qui est déterminée dans cette étude comme faisant la deuxième moitié du printemps et le début de l'été, et juillet et août sont une période tardive pour ces espèces de tiques, car ce n'est pas une approche correcte de faire des inférences sur l'interaction tique-hôte en examinant les caractéristiques d'infestation des tiques qui ne sont pas dans leur période active. Dans de telles études, des questions telles que le nombre d'hôtes examinés, leurs caractéristiques, l'utilisation de granges ou d'enclos et les pratiques de pâturage doivent être prises en compte. L'évaluation en vrac d'animaux provenant de différentes exploitations peut conduire à de graves interprétations erronées. En effet, chez les espèces de tiques nicheurs (*B. annulatus*, *H. scupence* et *H. anatolicum*), l'attachement de l'hôte se produit dans l'étable ou l'aire de repos, et les caractéristiques structurelles et les pratiques de gestion de ces endroits sont essentielles à la présence ou à l'absence de tiques. Par conséquent, il peut y avoir des différences significatives dans la présence de tiques et donc dans leur prévalence et leur incidence entre les hôtes, même dans les fermes voisines. De même, comme la distribution de champ de *Hy. marginatum* n'est généralement pas homogène et la densité peut varier considérablement même à quelques centaines de mètres. Il est possible de rencontrer des différences importantes dans la prévalence et l'incidence de cette espèce de tique, même parmi les animaux paissant dans différentes zones du même pâturage devillage.

Au cours de cette étude, neuf espèces de tiques ont été identifiées en examinant 448 animaux. Le nombre de tiques (262 tiques) est inférieur à celui des animaux examinés (448 animaux). La même observation a été rapportée dans l'abattoir d'Adrar dans le sud-ouest de l'Algérie (Bouhous et al. 2011). Ce résultat est principalement justifié par le fait que ces animaux, en particulier les bovins mâles, reçoivent un contrôle permanent anti-tiques. *Hyimpeltatum* et *Rh. sanguineus* ont été signalées pour la première fois dans cette région, avec l'absence de *Haemaphysalis punctata* et *Rh. turanicus* selon Benchikh-Elfegoun et al. (2014). Les résultats obtenus dans cette étude sont tout à fait conformes à ceux obtenus par Benchikh-Elfegoun et al. (2014) dans la même région et avec Boulkaboul (2003) dans la région de Tiaret (climat semi-aride). Une association statistiquement significative a été observée dans cette étude entre l'incidence des tiques et les mâles, les femelles des ovins et de caprins en mai et juin, les mêmes résultats ont été rapportés par Lihou et al. (2020). *Hy. impeltatum* étend sa répartition géographique en Algérie depuis qu'elle a été trouvée dans la

région sub-humile (Guelma) (Derradj et *al.* 2019; données non publiées), à Adrar au sud-ouest de l'Algérie (Bouhous et *al.* 2011). Au cours de cette étude, les sites de fixation préférés par les tiques sont les oreilles, ce qui peut être expliqué par le fait que les oreilles surtout des caprins (longues oreilles) touchent le sol pendant le pâturage. Les oreilles (la face intérieure) offrent aussi un bon microclimat pour les tiques, comme la ventilation, la température, l'accès facile au sang. Une étude a montré que la présence des marques auriculaires a augmenté les taux d'infestation par les larves de tiques sur les souris de 50 à 100 % (Ostfeld et *al.* 1993). La capacité de toilettage, la taille de l'hôte, la longueur des poils et peut-être d'autres facteurs peuvent conditionner les sites d'attachement des tiques. Les oreilles des chiens sont un site d'attachement essentiel pour les larves de tiques, d'après le nombre de larves attachées, même chose pour les oreilles des bovins qui sont également infestées de la même manière (Koch, 1982).

Conclusion

Cette étude visait à étudier les espèces de tiques dures infestant le bétail dans trois régions du nord-est de l'Algérie, à savoir Jijel, Guelma et Mila. Les résultats ont montré l'apparition de nouvelles espèces de tiques qui pourraient être classées comme ayant une capacité vectorielle élevée. Les conclusions de ces travaux sont en accord avec celles des études précédentes, malgré la courte durée de l'enquête. De plus, en raison du changement climatique, certaines espèces ont étendu leur aire de répartition géographique après avoir été complètement absentes pendant plusieurs années. Ainsi, d'autres études portant sur d'autres zones et sur des animaux domestiques et sauvages sont recommandées pour confirmer l'extension de l'aire de répartition géographique de certaines espèces, en particulier dans la région de Jijel, où six très grands barrages hydrauliques ont été construits au cours des cinq dernières années. Cette étude étend nos connaissances sur les tiques dures sur le bétail et ces résultats seront utiles pour le contrôle des tiques dures et des maladies transmises par les tiques dans le nord-est de l'Algérie. Nos résultats montrent que le taux d'infestation par les tiques varie en fonction des facteurs biotiques (sexe, âge et race des bovins). Cependant, d'autres études sont nécessaires dans ce domaine ainsi que dans les autres régions de l'Algérie. La collecte de données nous permet d'avoir une carte de géolocalisation des tiques en Algérie et d'établir un programme de contrôle adéquat. L'association des espèces est une stratégie efficace pour les tiques dures à faible et à haute densité. L'association des espèces varie considérablement avec l'étage bioclimatique et

tend à étendre la distribution de certaines espèces de tiques et peut les amener à héberger des agents pathogènes d'autres espèces de tiques. Cette étude (été 2020) est une contribution pour la diversité des tiques dures sur les animaux domestiques dans l'abattoir municipal de Tadjenanet dans la région de Mila, dans le nord-est de l'Algérie. Une incidence et une intensité élevées ont été enregistrées en Juin, les ovins sont également les animaux domestiques les plus infestés au cours de cette étude. L'étude a fourni de nouvelles informations sur les tiques dures et les taux d'infestation d'animaux domestiques qui déterminent leur répartition dans le nord-est de l'Algérie. Les résultats suggèrent que cette approche pourrait également être utile pour aider les programmes de contrôle anti-tiques dans cette région.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelguerfi, A., Bedrani, S.** (1997). Study on range and livestock development in North Africa (Algeria, Morocco and Tunisia).
- Abdelkadir, K., Palomar, A. M., Portillo, A., Oteo, J. A., Ait-Oudhia, K., et Khelef, D.** (2019). Presence of *Rickettsia aeschlimannii*, '*Candidatus Rickettsia barbariae*' and *Coxiella burnetii* in ticks from livestock in Northwestern Algeria. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 10(4), 924–928.
- Abera, M., Mohammed, T., Abebe, R., Aragaw, K., et Bekele, J.** (2010). Survey of ixodid ticks in domestic ruminants in Bedelle district, Southwestern Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 42(8), 1677–1683.
- Aeschlimann, A. and Hoogstraal, H.** (1982). Tick-host specificity. *Journal of Manufacturing Systems*, 1(1981), p.173--203.
- Agustín Estrada-Peña, et Mihalca, A. D., et Petney, T. N.** (2013). Ticks of Europe and North Africa A Guide to Species Identification. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Akinboade, O. A., et Akinboade, C. Y.** (1985). The effect of *Babesia bigemina* infections caused by cattle ticks on Nigerian economy. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 38(3), 250–252.
- Aktas, M., Dumanli, N., et Angin, M.** (2004). Cattle infestation by *Hyalomma* ticks and prevalence of *Theileria* in *Hyalomma* species in the east of Turkey. *Veterinary Parasitology*, 119(1), 1–8.
- Al-Fatlawi, M. A. A., Ali, M. J., et Albayati, H. H.** (2018). Morphological and phylogenetic study of *Hyalomma anatolicum* in Al-Najaf, Iraq. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 32(2), 261–266.
- Apanaskevich, D. A., et Horak, I. G.** (2008). The genus *Hyalomma* Koch, 1844: V. re-evaluation of the taxonomic rank of taxa comprising the H. (*Euhyalomma*) *marginatum* Koch complex of species (Acari: Ixodidae) with redescription of all parasitic stages and notes on biology. *International Journal of Acarology*, 34(1), 13–42.
- Apanaskevich, I. H.-.**(2005). genus *Hyalomma*. II The taxonomic status of H. (*Euhyalomma*) *anatolicum* Koch 1844 and H. (*Euhyalomma*) *excavatum* Koch 1844 with the redescription.

- Aubry, P., et Geale, D. W.** (2011). A review of Bovine anaplasmosis. *Transboundary and Emerging Diseases*, 58(1), 1–30.
- Ayadi, O., Gharbi, M., et Benchikh Elfegoun, M. C.** (2016). Milk losses due to bovine tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection) in Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(9), 801–802.
- Bakheit, M. A., Latif, A. A., Vatansever, Z., Seitzer, U., et Ahmed, J.** (2012). The Huge Risks Due to *Hyalomma* Ticks. 167–194.
- Barker, S. C., et Murrell, A.** (2004). Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. *Parasitology*, 129(SUPPL.).
- Beati, L., et Klompen, H.** (2019). Phylogeography of ticks (*Acari: Ixodida*). *Annual Review of Entomology*, 64(October 2018), 379–397.
- Bencharif, A.** (2001). Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes, Ser B*, 32, 44.
- Benchikh-Elfegoun, M. C., Benakhla, A., Bentounsi, B., Bouattour, A., et Piarroux, R.** (2007). identification et cinétique saisonnière des tiques parasites des bovins dans la région de Taher (Jijel) Algérie. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 151(4), 209–214.
- Benchikh Elfegoun, M. C., Gharbi, M., Djebir, S., et Kohil, K.** (2014). Dynamique d'activité saisonnière des tiques ixodidés parasites des bovins dans deux étages bioclimatiques du nord-est algérien. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 66(4), 117.
- Benchikh Elfegoun, Mohamed Chérif, Gharbi, M., Merzekani, Z., et Kohil, K.** (2018). Piropasmoses bovines dans les provinces de Skikda et d'Oum El Bouaghi (nord-est de l'Algérie): étude épidémiologique et estimation des pertes de production laitière. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 70(3), 105.
- Biglari, P., Bakhshi, H., Chinikar, S., Belqeisadeh, H., Ghaffari, M., Javaherizadeh, S., Faghihi, F., et Telmadarraiy, Z.** (2018). *Hyalomma anatolicum* as the main infesting tick in an important livestock rearing region, central area of Iran. *Iranian Journal of Public Health*, 47(5), 742–749.

Bitam, I., Parola, P., Matsumoto, K., Rolain, J. M., Baziz, B., Boubidi, S. C., Harrat, Z., Belkaid, M., et Raoult, D. (2006). First molecular detection of *R. conorii*, *R. aeschlimannii*, and *R. massiliae* in ticks from Algeria. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1078(33), 368–372.

Blondel, J. (1979). *Biogéographie et écologie: synthèse sur la structure, la dynamique et l'évolution des peuplements de vertébrés terrestres.*

Boualleg Z, Cheriet M, Kouarta, S.(2019). *Epidémiologie de la brucellose dans la wilaya de Guelma. Mémoire.*

Bouattour, A. (2001). *Les tiques de Tunisie: rôle de Hyalomma detritum dans la transmission de Theileria annulata.*

Bouattour, A., Darghouth, M., Parassitologia, A. D.-, et 1999, U. (1999). Distribution and ecology of ticks (*Acari: Ixodidae*) infesting livestock in Tunisia: an overview of eighth years field collections. Europepmc.Org.

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

Boufekane, A., Saibi, H., Benlaoukli, B., et Saighi, O. (2019). Scenario modeling of the groundwater in a coastal aquifer (Jijel plain area, Algeria). *Arabian Journal of Geosciences*, 12(24), 0–14.

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

Boukhaboul, A. (2003). *Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret , Algérie.* 6.

Boutaleb, K. (1982). *Les connaissances actuelles sur les tiques du bétail en Algérie.*

Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., et Shostakl, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Mergolois et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83(4), 575–583. **Capinera, J. L.** (2010). *Insects and Wildlife: Arthropods and their Relationships with Wild Vertebrate Animals.* In *Insects and Wildlife: Arthropods and their Relationships with Wild Vertebrate Animals.*

Charrier, N. P., Hermouet, A., Hervet, C., Agoulon, A., Barker, S. C., Heylen, D., Toty, C., McCoy, K. D., Plantard, O., et Rispe, C. (2019). A transcriptome-based phylogenetic study of hard ticks (*Ixodidae*). *Scientific Reports*, 9(1), 1–13.

Chhillar, S., Singh, J., et Kaur, H. (2014). Investigations on some hard ticks (*Acari: Ixodidae*) infesting domestic buffalo and cattle from Haryana, India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(4), 99–104. Clinical bovine anaplasmosis and babesiosis in Friesian cattle--an outbreak in Nigeria and its control.(n.d.). Retrieved August 25, 2021.

Cumming, G. S. (2002). Comparing climate and vegetation as limiting factors for species ranges of African ticks. *Ecology*, 83(1), 255–268.

Daniel, M., et Dusbabek, F. (1994). Micrometeorological and microhabitat factors affecting maintenance and dissemination of tick-borne diseases in the environment. *Ecological dynamics of tick-borne zoonoses*, 91, 138.

Darghouth, M. A. (2004). Piroplasmids of livestock in Tunisia. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 81(1–4), 21–25.

Davey, R. B., Cooksey, L. M., et Despins, J. L. (1991). Survival of larvae of *Boophilus annulatus*, *Boophilus microplus*, and *Boophilus* hybrids (*Acari: Ixodidae*) in different temperature and humidity regimes in the laboratory. *Veterinary Parasitology*, 40(3–4), 305–313.

De La Fuente, J. (2003). The fossil record and the origin of ticks (*Acari: Parasitiformes: Ixodida*). *Experimental and Applied Acarology*, 29(3–4), 331–344.

Debbarma, A., Pandit, S., Jas, R., Baidya, S., Mandal, S. C., et Jana, P. S. (2018). Prevalence of hard tick infestations in cattle of West Bengal, India. *Biological Rhythm Research*, 49(5), 655–662.

Dendani, N. (1987). Etude des piroplasmoses bovines (sensu lato) et leurs vecteurs dans la région d'Annaba. [Frères mentouri Constantine].

Derradj, L., Kohil, K. (2021). Identification and incidence of hard tick species during summer season 2019 in Jijel Province (northeastern Algeria). *J Parasit Dis* **45**, 211–217.

Dobson, S. J., et Barker, S. C. (1999a). Phylogeny of the Hard Ticks (*Ixodidae*) Inferred from 18S rRNA Indicates That the Genus *Aponomma* Is Paraphyletic. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 11(2), 288–295.

Dobson, S. J., et Barker, S. C. (1999b). Phylogeny of the Hard Ticks (*Ixodidae*) Inferred from 18S rRNA Indicates That the Genus *Aponomma* Is Paraphyletic. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 11(2), 288–295.

Ergönül, Ö. (2006). *Crimean-Congo haemorrhagic fever*. Elsevier.

Estrada-Peña, A., Ayllón, N., et De La Fuente, J. (2012). Impact of climate trends on tick-borne pathogen transmission.

Feliachi K 2003 Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie. Commission nationale AnGR, point focal Algérien pour les ressources génétiques, 46p.

Filippova N.A. (1997). *Ixodid ticks of subfamily Amblyomminae*. House St. Petersburg, Russia.

Forister, M. L. (2008). *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*. Second Edition. By Timothy D. Schowalter. Academic Press. Burlington (Massachusetts): Elsevier. \$79.95. xii + 572 p.; ill.; author, taxonomic, and subject indexes. 978-0-12-088772-9. 2006. In *The Quarterly Review of Biology* (Vol. 83, Issue 2, pp. 202–203).

Gharbi, M. (2020). *Aide-mémoire de parasitologie vétérinaire*. 295.

Gharbi, M, et -, M. D. (2014). A review of *Hyalomma scupense* (*Acari, Ixodidae*) in the Maghreb region: from biology to control. Ncbi.Nlm.Nih.Gov.

Gharbi, M, Hayouni, M., Sassi, L., et Dridi, W. M. D.-. (2013). *Hyalomma scupense* (*Acari, Ixodidae*) in northeast Tunisia: seasonal population dynamics of nymphs and adults on field cattle. Ncbi.Nlm.Nih.Gov.

Gharbi, M. (2006). *Vaccination contre la theilériose tropicale en Tunisie (Theileria annulata): analyse économique et essai d'immunisation par ADN* (Doctoral dissertation). (2006). N° d'ordre : 2328.

Gharbi, Mohamed, Darghouth, M. A., et Rekik, M. (2020). (Schulze , 1919) en Afrique du Nord. May, 2–4.

Ghosh, S., Patra, G., Borthakur, S. K., Behera, P., Tolengkomba, T. C., Das, M., et Lalnunpuia, C. (2019). Prevalence of hard tick infestations in cattle of Mizoram, India. *Biological Rhythm Research*, 50(4), 564–574.

Guarnizo, T. R. M., Alvarez, D. O., Díaz-Sánchez, A. A., Cabezas-Cruz, A., Gutiérrez, L. Z., Marrero, S. M., et Corona-González, B. (2020). Epidemiology and genetic diversity of *Anaplasma marginale* in Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Ticks and*

Tick-Borne Diseases, 11(3), 101380.

Guglielmone, A. A., Robbins, R. G., Apanaskevich, D. A., Petney, T. N., Estrada-Peña, A., et Horak, I. G. (2014). The Hard Ticks of the World. In *The Hard Ticks of the World*.

Guglielmone, A., Robbins, R., Dordrecht, D. A., Netherlands, T., et 2014, undefined. (n.d.). *The Hard Ticks of the World (Acari: Ixodidae)* Springer.

Hezron E, N., Adrian, M., et Robinson H, M. (2012). Tick infestations in extensively grazed cattle and efficacy trial of high-cis cypermethrin pour-on preparation for control of ticks in Mvomero district in Tanzania. *BMC Veterinary Research*, 8.

Hoogstraal H et al. (1979). Review Article : The Epidemiology of Tick-Borne Crimean-Congo Hemorrhagic Fever in Asia, Europe, and Africa. *Academic.Oup.Com*.

Hoogstraal H et al. (1981). Ticks (*Acarina*) of Saudi Arabia. *Fam. Argasidae, Ixodidae. Pro Entomologia, c/o Natural History* .

Jeyaprakash, A., et Hoy, M. A. (2009). First divergence time estimate of spiders, scorpions, mites and ticks (subphylum: *Chelicerata*) inferred from mitochondrial phylogeny. *Experimental and Applied Acarology*, 47(1), 1–18.

Kali, S., Benidir, M., Kaci, K. A., et Belkheir, B. (2011). Situation of the dairy sector in Algeria : Analytical approach from the Situation de la filière lait en Algérie : Approche analytique d ' amont en aval Situation of the dairy sector in Algeria : Analytical approach from the upstream to the downstream *Abst. August*.

Kaouche-adjlane, S. (2015). La filière laitière en Algérie . Etat des lieux et focus sur quelques contraintes de développement *Années. December*.

Kaur, D., Jaiswal, K., et Mishra, S. (2015). Studies on Prevalence of Ixodid Ticks Infesting Cattle and Their Control by Plant Extracts. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences Ver. III, 10(6), 2319–7676*.

Keirans, J. E., Clifford, C. M., Hoogstraal, H., et Easton, E. R. (1976). Discovery of *Nuttalliella namaqua* Bedford (*Acarina: Ixodoidea: Nuttalliellidae*) in Tanzania and Redescription of the Female Based on Scanning Electron Microcopy1. *Annals of the Entomological Society of America*, 69(5), 926–932.

Khaladi, O. (2019). M ministère de l ' enseignement supérieur et de la recherche scientifique Mémoire En Vue de l ' Obtention du diplôme de Master contribution à l '

étude des hyménoptères parasitoïdes des pucerons dans quelques vergers d'orangers à la région de Guelma.

Kiszewski, A. E., Matuschka, F. R., et Spielman, A. (2001). Mating strategies and spermiogenesis in ixodid ticks. *Annual Review of Entomology*, 46(May), 167–182.

Klompen, J. S. H., Black IV, W. C., Keirans, J. E., et Oliver, J. H. (1996). Evolution of ticks. *Annual Review of Entomology*, 41(1), 141–161.

Kocan, K.M., De La Fuente, J., Cabezas-Cruz, A. (2015). The genus *Anaplasma* : new challenges after reclassification Introduction and current and importance as pathogens Antigenic diversity and epidemiology. *Revue Scientifique et Technique*, 34(2), 577–586.

Kocan, K. M., De La Fuente, J., Blouin, E. F., et Garcia-Garcia, J. C. (2004). *Anaplasma marginale* (*Rickettsiales: Anaplasmataceae*): Recent advances in defining host-pathogen adaptations of a tick-borne rickettsia. *Parasitology*, 129(SUPPL.).

Koch, H. G. (1982). Seasonal incidence and attachmentsites of ticks (Acari: Ixodidae) on domestic dogs insoutheastern Oklahoma and northwestern Arkansas,USA. *Journal of Medical Entomology*, 19(3), 293-298. **Kuloglu, F., Rolain, J. M., Akata, F., Eroglu, C.,**

Celik, A. D., et Parola, P. (2012). Mediterranean spotted fever in the Trakya region of Turkey. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 3(5–6), 298–304.

L'Hostis, M. (1998). Aspects vétérinaires des maladies transmises par les tiques : exemple de la babésiose bovine à *Babesia divergens*. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 28(4), 359–362.

Legendre, P. (2005). Species associations: The Kendall coefficient of concordancerevisited. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 10(2), 226–245.

Leulmi, H., Aouadi, A., Bitam, I., Bessas, A., Benakhla, A., Raoult, D., et Parola, P. (2016a). Detection of *Bartonella tamiae*, *Coxiella burnetii* and *rickettsiae* in arthropods and tissues from wild and domestic animals in northeastern Algeria. *Parasites and Vectors*, 9(1), 1–8.

Leulmi, H., Aouadi, A., Bitam, I., Bessas, A., Benakhla, A., Raoult, D., et Parola, P.(2016b). Detection of *Bartonella tamiae*, *Coxiella burnetii* and *rickettsiae* in arthropods and tissues from wild and domestic animals in northeastern Algeria. *Parasites and Vectors*, 9(1), 1–8.

Lihou, K., Vineer, H. R., Wall, R. (2020). Distributionand prevalence of ticks and tick-

borne disease on sheep and cattle farms in Great Britain. *Parasites & Vectors*, 13(1), 1-10.

Little, S. E., Hostetler, J., et Kocan, K. M. (2007). Movement of *Rhipicephalus sanguineus* adults between co-housed dogs during active feeding. *Veterinary Parasitology*, 150(1-2), 139-145.

Manan, a, Khan, Z., Ahmad, B., et Abdullah. (2007). Prevalence and Identification of Ixodid Tick Genera in Frontier Region Peshawar. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 2(1), 21-25.

Mans, B. J., de Castro, M. H., Pienaar, R., de Klerk, D., Gaven, P., Genu, S., et Latif, A. A. (2016). Ancestral reconstruction of tick lineages. In *Ticks and Tick-borne Diseases* (Vol. 7, Issue 4, pp. 509-535). Elsevier GmbH.

Mans, B. J., de Klerk, D., Pienaar, R., et Latif, A. A. (2011). *Nuttalliella namaqua*: A living fossil and closest relative to the ancestral tick lineage: Implications for the evolution of blood-feeding in ticks. *PLoS ONE*, 6(8).

Martins, T. F., Reis, J. L., Viana, E. B., Luz, H. R., Oda, F. H., Dantas, S. P., et Labruna, M.B. (2020). Ticks (*Acari: Ixodidae*) on captive and free-ranging wild animals in Tocantins State, a Cerrado-Amazon transition region of northern Brazil. *International Journal of Acarology*, 46(4), 254-257.

Martin E, Hine R (2015) *A dictionary of biology*. Oxford University Press, USA.

Maidak, B. L., Olsen, G. J., Larsen, N., Overbeek, R., McCaughey, M. J., et Woese, C. R. (1997). The RDP (ribosomal database project). *Nucleic acids research*, 25(1), 109-110.

Miranpuri, G. S., Bindra, O. S., et Prasad, V. (1975). Tick fauna of north-western India (*Acarina: Metastigmata*). *International Journal of Acarology*, 1(1), 31-54.

Morel, P.-C. (1969). Contribution à la connaissance de la distribution des tiques (*Acariens, Ixodidae et Amblyomnidae*) en Ethiopie continentale.

Nava, S., Guglielmo, A. A., et Mangold, A. J. (2009). An overview of systematics and evolution of ticks. *Frontiers in Bioscience*, 14(8), 2857-2877.

Nedjraoui, D. (2003). Profil fourrager. Université des Sciences et de la Technologie H. Boumediène (USTHB). Alger.

Needham, G. R., et Teel, P. D. (1991). Off-Host Physiological Ecology of Ixodid Ticks. *Annual Review of Entomology*. *Annual Review of Entomology*, 36(1), 659-681.

- Obenchain, F. D., et Galun, R.** (1982). The Sensory Basis of Tick Feeding Behaviour. In Physiology of Ticks.
- Okwuonu, E. S., Andong, F. A., et Ugwuanyi, I. K.** (2021). Association of ticks with seasons, age, and cattle color of North-Western region of Nigeria. *Scientific African*, 12, e00832.
- Oliver, J. H.** (1989). Biology and systematics of ticks (*Acari: Ixodida*). *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 20, 7, 397–430.
- Ostfeld, R. S., Miller, M. C., Schnurr, J.** (1993). Ear tagging increases tick (*Ixodes dammini*) infestation rates of white-footed mice (*Peromyscus leucopus*). *Journal of Mammalogy*, 74(3), 651-655.
- Patel, G., Shanker, D., Jaiswal, A. K., Sudan, V., et Verma, S. K.** (2013). Prevalence and seasonal variation in ixodid ticks on cattle of Mathura district, Uttar Pradesh. *Journal of Parasitic Diseases*, 37(2), 173–176.
- Perry, B., McDermott, J., et Randolph, T.** (2001). Can epidemiology and economics make a meaningful contribution to national animal-disease control? *Preventive Veterinary Medicine*, 48(4), 231–260.
- Rahal, M., Medkour, H., Diarra, A. Z., Bitam, I., Parola, P., et Mediannikov, O.** (2020a). Molecular identification and evaluation of *Coxiella*-like endosymbionts genetic diversity carried by cattle ticks in Algeria. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 11(5).
- Rahal, M., Medkour, H., Diarra, A. Z., Bitam, I., Parola, P., et Mediannikov, O.** (2020b). Molecular identification and evaluation of *Coxiella*-like endosymbionts genetic diversity carried by cattle ticks in Algeria. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 11(5), 101493.
- Ribeiro, J. M. C., Labruna, M. B., Mans, B. J., Maruyama, S. R., Francischetti, I. M. B., Barizon, G. C., et de Miranda Santos, I. K. F.** (2012). The sialotranscriptome of *Antricola delacruzi* female ticks is compatible with non-hematophagous behavior and an alternative source of food. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 42(5), 332–342.
- Rjeibi, M. R., Darghouth, M. A., Rekik, M., Amor, B., Sassi, L., et Gharbi, M.** (2016). First Molecular Identification and Genetic Characterization of *Theileria lestoquardi* in Sheep of the Maghreb Region. *Transboundary and Emerging Diseases*, 63(3), 278–284.
- Rony, S. A., Mondal, M. M. H., Begum, N., Islam, M. A., et Affroze, S.** (2010). epidemiology of ectoparasitic infestations in cattle at Bhawal forest area, Gazipur. In

Bangl. J. Vet. Med (Vol. 8, Issue 1).

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

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

Samish, M., et Pipano, E. (1981). Preparation and Application of *Theileria annulata* Infected Stabilate. In *Advances in the Control of Theileriosis* (pp. 253–255). Springer Netherlands.

Sayin, F., et al. (2003). A comparison of susceptibilities to infection of four species of *Hyalomma* ticks with *Theileria annulata* Title of the research View project Molecular and seroprevalence of canine visceral leishmaniasis in West Anatolia, Turkey View project A comparison of. *Veterinary Parasitology*, 113, 115–121.

Schwartz. (1993). *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. 3eme éd.

Senoussi, A., Haïli, L., et Maïz, H. A. B. (2010). The dairy bovine breeding situation in the region of Guerrara (Northern Algerian Sahara). *Livestock Research for Rural Development*, 22(12).

Sergent, E. (1945). *Etudes sur les piroplasmoses bovines*.

Sonenshine, D. E. (1992). *Biology of Ticks (Vol.I)*. *Parasitology Today*, 8(8), 289.

Sonenshine DE. (1993). *Biology of ticks*. (Oxford Univ. Press.(Ed.); Vol 2).

Souki, H. (2009). Les stratégies industrielles et la construction de la filière lait en Algérie: portée et limites. *Revue Campus*, (15), 3-15.

State, O. (2000). Widespread and increasing resistance to most available acaracides threatens both global livestock industries and public health. This necessitates better understanding of ticks and the diseases they transmit in the development of new control strategies.

Thomas, F., Guégan, J. F., et Renaud, F. (2007). *Ecologie et Evolution des systèmes parasités*. de boeck.

- Thompson, G. D., Davey, R. B., Osburn, R. L., et Cruz, D.** (1980). Longevity and Fertilization Capacity of Males and Parthenogenesis in Females of *Boophilus annulatus* and *B. microplus*. *Journal of Economic Entomology*, 73(3), 378–380. Tick and mammal coevolution, with emphasis on *Haemaphysalis*.(n.d.). Retrieved April 18, 2021.
- Torres, D. F.** (2008). The brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806)(*Acari: Ixodidae*): from taxonomy to control. Elsevier.
- Tsai, Y. L., Shyu, C. L., Yao, C. Te, et Lin, J. A.** (2012). The ixodid ticks collected from dogs and other animals in Taiwan and Kinmen Island. *International Journal of Acarology*, 38(2), 110–115.
- Tsunoda, T.** (2007). Interspecific and intraspecific associations of two species of hard ticks, *Haemaphysalis longicornis* and *Haemaphysalis megaspinosa*, in relation to questing site. *Journal of Parasitology*, 93(3), 531–541.
- Tufts, D. M., Goodman, L. B., Benedict, M. C., Davis, A. D., VanAcker, M. C., et Diuk-Wasser, M.** (2021). Association of the invasive *Haemaphysalis longicornis* tick with vertebrate hosts, other native tick vectors, and tick-borne pathogens in New York City, USA. *International Journal for Parasitology*, 51(2–3), 149–157.
- Ufour, B. D., et Ieille, S. L. A. V.** (2000). Review article Epidemiological surveillance of infectious diseases in France. *Sciences-New York*, 31, 169–185.
- Vargas, W. P., Kawa, H., Sabroza, P. C., Soares, V. B., Honório, N. A., et De Almeida, A. S.** (2015). Association among house infestation index, dengue incidence, and sociodemographic indicators: surveillance using geographic information system. *BMC Public Health*, 15(1), 1–12.
- Walker AR, Bouattour A, Camicas JL, Estrada-Pena A, Horak IG, Latif AA, P. R. et P. P.**(2007). Ticks of Domestic Animals in Africa : A guide to identification of species. 153 et 161.
- Wasihun, P., et Doda, D.** (2013). Study on prevalence and identification of ticks in Humbo district, Southern Nations, Nationalities, and People's Region (SNNPR), Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 5(3), 73–80.
- Wilde, J. K. H.** (1978). Tick-borne diseases and their vectors. Proceedings of an International Conference held in Edinburgh from the 27th September to the 1st October 1976 organized by the Centre for Tropical Veterinary Medicine. Tick-Borne Diseases and Their Vectors. Proceedings of an International Conference Held in Edinburgh from the 27th September to the 1st October 1976 Organized by the Centre for Tropical

Veterinary Medicine.

Williams, R. E., et al. (1973). Isolation of Wanowrie, Thogoto, and Dhori Viruses from Hyalomma Ticks Infesting Camels in Egypt. *Journal of Medical Entomology*, 10(2), 143–146.

Woese CR (1987) Bacterial evolution. *Microbiol Rev* 51: 221–271.

Yakhchali, M., Bahramnejad, K., et Almasi, O. (2012). Ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae and Argasidae) abundance and associated risk factors for animals in the natural habitat of Sanandaj suburb, Iran. *International Journal of Acarology*, 38(4), 353–361.

Yekhlef H., 1989.(1989). La production extensive du lait en Algérie. In T. J.-L. (Ed.), *Le lait dans la région méditerranéenne* (Vol. 6, pp. 135–139). Paris : CIHEAM.

Yeruham, I., Hadani, A., Galker, F., et Rosen, S. (1996). The seasonal occurrence of ticks (*Acari: Ixodidae*) on sheep and in the field in the Judean area of Israel. *Experimental and Applied Acarology*, 20(1), 47–56.

Yoder, J. A., Bozic, Z. D., Butch, L. C., Rellinger, E. J., et Tank, J. L. (2006). Demonstration of an enhanced ability to tolerate high temperature in unfed larvae of the brown dog (kennel) tick, *Rhipicephalus sanguineus* (*Acari: Ixodidae*). *International Journal of Acarology*, 32(4), 417–423.

Yousfi-Monod, R., et Aeschlimann, A. (1986). Recherches sur les tiques (*Acarina, Ixodidae*), parasites de bovidés dans l'Ouest algérien: 1. Inventaire systématique et dynamique saisonnière. *Annales de parasitologie humaine et comparée*, 61(3), 341-358.

Ziapour, S. P., Kheiri, S., Asgarian, F., Fazeli-Dinan, M., Yazdi, F., Mohammadpour, R. A., Aarabi, M., et Enayati, A. (2016). First report of pyrethroid resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* larvae (Say, 1821) from Iran. *Acta Tropica*, 156, 22–29.

Zemieche, N. E. H., et Mayache, B. E. (2018). Valeur ornithologique des retenues collinaires de la wilaya de Jijel (Doctoral dissertation, Université de Jijel).

ANNEXES

37	0	0	1	0	0	0	0	0	0
38	0	0	2	0	0	0	0	0	0
39	0	0	5	0	0	0	0	0	0
40	0	0	1	0	0	0	0	0	0
41	1	0	0	0	0	0	0	0	0
42	1	0	0	0	0	0	0	0	0
43	3	0	0	0	0	0	0	0	0
44	1	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	1	0	0	0	0	0	0
46	1	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	1	0	0	0	0	0	0	0
48	3	0	0	0	0	0	0	0	0
49	5	0	1	0	0	0	0	0	0
50	1	0	0	0	0	0	0	0	0
51	1	0	0	0	0	0	0	0	0
52	1	0	0	0	0	0	0	0	0
53	3	0	1	0	0	0	0	0	0
54	0	0	1	0	0	0	0	0	0
55	1	0	0	0	0	0	0	0	0
56	1	0	0	0	0	0	0	0	0
57	1	0	0	0	0	0	0	0	0
58	2	0	0	0	0	0	0	0	0
59	1	0	0	0	0	0	0	0	0
60	1	0	3	0	0	0	0	0	0
61	0	0	1	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	1	0	0	0	0	0
63	0	4	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	1	0	0	0	0	0
65	0	2	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	1	0	0	0	0	0	0
67	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	107	9	93	34	5	4	8	1	1

R.B.a: *Rh. (Boophilus) annulatus*, R.b: *Rh. bursa*, R.s: *Rh. sanguineus*, H.a: *Hy. anatolicum*, H.e: *Hy. excavatum*, H.i: *Hy. impeltatum*, H.l: *Hy. lusitanicum*, H.m: *Hy. marginatum*, H.s: *Hy. scupense*

Annexe 2. Tableau des espèces de tiques dures adultes sur les animaux domestiques (sites) Jijel, nord-est de l'Algérie en juin à août 2019.

Espèces de tiques dures adultes							
Hôte	Rb	RBa	Rs	Hm	Hs	Hl	Ha
1	2	0	0	0	0	0	0
2	6	2	0	6	1	1	0
3	7	1	0	5	0	3	0
4	0	0	0	2	0	2	1
5	2	36	0	0	0	0	11
6	3	2	0	3	0	1	2
7	5	3	0	0	3	4	0
8	0	11	0	0	0	0	0
9	1	51	0	0	2	0	0
10	3	0	1	1	1	0	0
11	4	64	0	6	0	0	0
12	2	115	0	0	0	0	0
13	0	53	0	0	0	0	0
14	8	4	0	0	0	9	0
15	0	43	0	0	0	0	0
16	2	51	0	0	0	0	0
17	3	0	0	0	0	0	0
18	4	0	0	0	2	1	0
19	2	0	0	5	0	1	0
20	0	6	0	0	0	0	0
21	2	75	0	3	0	0	0
22	5	1	0	1	6	1	1
23	0	64	0	0	1	0	0
24	2	9	0	0	0	0	0
25	1	34	0	0	0	0	0
26	2	34	0	0	0	0	0
27	0	0	0	4	0	1	0
28	2	0	0	4	0	0	0
29	0	0	0	2	1	3	0
30	1	50	0	0	6	0	0
31	2	3	0	1	3	1	0
32	0	30	0	2	2	0	0
	71	742	1	45	28	28	15

R.B.a: *Rh. (Boophilus) annulatus*, R.b: *Rh. bursa*, R.s, *Rh. sanguineus*, H.a : *Hy. anatolicum*, H.l: *Hy.*

lusitanicum, H.m : *Hy. marginatum*, H.s : *Hy. scupense*

Annexe 3. Tableau des espèces de tiques dures adultes sur des animaux domestiques à Tadjenanet, Mila, nord- est de l'Algérie de mai à août 2020

Animal	Sexe	Mois	Rb	RBa	Rs	Hs	HI	Ha	Hm	He	Hi
G	F	Mai	0	0	2	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	1	1	5	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	2	0	4	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	3	0	1	0	0	0	0	0	0
G	F	Mai	0	0	3	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	8	0	0	0	0	0	0	0	0
G	F	Mai	0	1	2	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	2	0	7	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	1	0	9	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	8	0	5	0	0	0	0	0	0
G	M	Mai	3	0	7	0	0	0	0	0	0
S	M	Mai	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Mai	4	0	5	0	0	0	0	0	0
S	M	Mai	1	0	4	0	0	0	0	0	0
C	M	Mai	0	0	0	11	5	4	8	0	0
C	M	Juin	0	0	0	7	0	0	0	0	0
C	M	Juin	0	0	0	5	0	0	0	0	0
C	M	Juin	0	0	0	2	0	0	0	0	0
C	M	Juin	5	0	8	0	0	0	0	0	0
C	M	Juin	0	0	1	3	0	0	0	0	0
C	M	Juin	0	0	0	4	0	0	0	0	0
G	M	Juin	0	0	5	0	0	0	0	0	0
G	F	Juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G	F	Juin	0	0	0	0	0	0	0	1	0
G	M	Juin	2	0	0	0	0	0	0	0	0
G	M	Juin	11	0	0	0	0	0	0	0	0
G	M	Juin	2	0	0	0	0	0	0	0	0
G	M	Juin	3	0	0	0	0	0	0	0	0
G	M	Juin	15	0	0	0	0	0	0	0	0
G	M	Juin	0	0	4	0	0	0	0	0	0
G	M	Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G	F	Juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G	F	Juin	2	0	0	0	0	0	0	0	0
G	F	Juin	2	0	0	0	0	0	0	0	0
G	F	Juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G	M	Juin	2	0	0	0	0	0	0	0	0
S	F	Juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S	F	Juin	0	0	2	0	0	0	0	0	0
S	F	Juin	0	0	5	0	0	0	0	0	0

S	F	Juin	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juin	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juin	3	0	0	0	0	0	0	0	0
S	F	Juin	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G	F	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
G	M	Juillet	0	1	0	0	0	0	0	0	0
G	M	Juillet	3	0	0	0	0	0	0	0	0
G	F	Juillet	5	0	1	0	0	0	0	0	0
G	M	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	3	0	1	0	0	0	0	0	0
S	F	Juillet	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	F	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	2	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	1	0	3	0	0	0	0	0	0
S	M	Juillet	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C	M	Juillet	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C	M	Juillet	0	4	0	0	0	0	0	0	0
C	M	Juillet	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C	M	Juillet	0	2	0	0	0	0	0	0	0
S	F	Aout	0	0	1	0	0	0	0	0	0
S	F	Aout	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	F	Juin	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Hôtes: G ; goat = caprin, S : sheep = ovin, C: cattle = bovin

R.B.a: *Rh. (Boophilus) annulatus*, R.b: *Rh. bursa*, R.s: *Rh. sanguineus*, H.a :*Hy. anatolicum*, H.l :*Hy.*

lusitanicum,H.m : *Hy. marginatum*, H.s : *Hy. Scupense*

Annexe 4. Tableau des espèces de tiques dures adultes sur les bovins à Jijel, dans le nord-est de l'Algérie, de juin à août 2020

Bovin	Age(ans)	Sexe	Race	Rb	RBa	Rs	Hm	Hs	HI	Ha
1	1	F	BB	2	0	0	0	0	0	0
2	2	F	BB	6	2	0	6	1	1	0
3	2	F	BB	7	1	0	5	0	3	0
4	2	F	BB	0	0	0	2	0	2	1
5	2	F	BB	2	36	0	0	0	0	11
6	2	F	BB	3	2	0	3	0	1	2
7	3	F	BB	5	3	0	0	3	4	0
9	4	F	RL	1	51	0	0	2	0	0
10	4	M	BB	3	0	1	1	1	0	0
11	4	F	BB	4	64	0	6	0	0	0
12	5	F	BB	2	115	0	0	0	0	0
13	5	F	BB	0	53	0	0	0	0	0
14	5	F	BB	8	4	0	0	0	9	0
15	5	F	BB	0	43	0	0	0	0	0
16	5	F	BB	2	51	0	0	0	0	0
17	6	F	BB	3	0	0	0	0	0	0
18	6	F	BB	4	0	0	0	2	1	0
19	6	F	BB	2	0	0	5	0	1	0
20	6	F	BB	0	6	0	0	0	0	0
21	6	F	BB	2	75	0	3	0	0	0
22	7	F	BB	5	1	0	1	6	1	1
23	7	F	BB	0	64	0	0	1	0	0
24	7	F	BB	2	9	0	0	0	0	0
25	7	F	BB	1	34	0	0	0	0	0
26	7	F	BB	2	34	0	0	0	0	0
27	7	F	RL	0	0	0	4	0	1	0
28	7	F	BB	2	0	0	4	0	0	0
29	7	F	BB	0	0	0	2	1	3	0
30	7	F	RL	1	50	0	0	6	0	0
31	10	F	BB	2	3	0	1	3	1	0
32	10	F	BA	0	30	0	2	2	0	0
8	3	F	BB	0	11	0	0	0	0	0

R.B.a: *Rh. (Boophilus) annulatus*, R.b: *Rh. bursa*, R.s: *Rh. sanguineus*, H.a : *Hy. anatolicum*, H.l:*Hy.*

lusitanicum, H.m : *Hy. marginatum*, H.s : *Hy. scupense*

BA:Brown Atlas = brune de l'Atlas, BB: Breton Blackfoot = Pie Noire, RL: LowlandRedfoot = Pie

Rouge

S	M	Juillet	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
S	F	Juillet	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S	M	Juillet	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S	F	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S	M	Juillet	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S	M	Juillet	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S	M	Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S	M	Juillet	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
S	M	Juillet	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C	M	Juillet	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
C	M	Juillet	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C	M	Juillet	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
C	M	Juillet	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S	F	Aout	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
S	F	Aout	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G	F	Juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
			36	71	9	44	49	12	22	5	4	8	1	1	262

Hôtes: G ; goat = caprin, S : sheep = ovin, C : cattle = bovin, R.B.a: *Rh. (Boophilus) annulatus*, R.b: *Rh. bursa*, R.s: *Rh. sanguineus*, H.a : *Hy. anatolicum*,

H.l :*Hy. lusitanicum*,H.m : *Hy. marginatum*, H.s : *Hy. scupense*

Annexe 6. Tableau des espèces de tiques dures adultes mâles et femelles chez les bovins à Jijel, dans le nord-est de l'Algérie, de juin à août 2020

Bovin	Age (ans)	Sexe	R.b♀	R.b♂	R.B.a♀	R.B.a♂	R. s♂	H.m♀	H.m♂	H.s♀	H.s♂	H.l♀	H.l♂	H.a♀	H.a♂	Total
1	1	F	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	2	F	4	2	2	0	0	1	5	0	1	1	0	0	0	16
3	2	F	3	4	1	0	0	0	5	0	0	3	0	0	0	16
4	2	F	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	5
5	2	F	1	1	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	49
6	2	F	1	2	2	0	0	0	3	0	0	1	0	0	2	11
7	3	F	3	2	3	0	0	0	0	1	2	0	4	0	0	15
8	3	F	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
9	4	F	0	1	45	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	54
10	4	M	0	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	6
11	4	F	2	2	58	6	0	1	5	0	0	0	0	0	0	74
12	5	F	1	1	102	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
13	5	F	0	0	46	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
14	5	F	2	6	4	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	21
15	5	F	0	0	41	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
16	5	F	0	2	42	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
17	6	F	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
18	6	F	0	4	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	7
19	6	F	0	2	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	8
20	6	F	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21	6	F	0	2	67	8	0	1	2	0	0	0	0	0	0	80

22	7	F	2	3	1	0	0	0	1	4	2	1	0	0	1	15
23	7	F	0	0	61	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	65
24	7	F	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
25	7	F	1	0	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
26	7	F	1	1	33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
27	7	F	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	5
28	7	F	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6
29	7	F	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	2	0	0	6
30	7	F	0	1	47	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0	57
31	10	F	0	2	3	0	0	0	1	0	3	0	1	0	0	10
32	10	F	0	0	22	8	0	0	2	1	1	0	0	0	0	34
Total			27	44	668	74	1	7	38	7	21	12	16	1	14	930

R.B.a: *Rh. (Boophilus) annulatus*, R.b: *Rh. bursa*, R.s: *Rh. sanguineus*, H.a : *Hy. anatolicum*, H.l:*Hy. lusitanicum*,H.m : *Hy. marginatum*, H.s : *Hy. scupense*

BA:Brown Atlas = Brune de l'Atlas, BB: Breton Blackfoot = Pie Noire, RL: LowlandRedfoot = Pie Rouge

Travaux scientifiques



Identification and incidence of hard tick species during summer season 2019 in Jijel Province (northeastern Algeria)

Derradj Lotfi¹ · Kohil Karima^{1,2}

Received: 26 July 2020 / Accepted: 15 October 2020 / Published online: 28 October 2020
© Indian Society for Parasitology 2020

Abstract Ticks are haematophagous arthropods and tick-borne diseases causes billions of dollars in losses in the cattle industry because of the ability of ticks to be vector for many pathogens. This paper identifies and compares the infestation rate (prevalence and intensity) of females of hard tick species compared to males with respect to sex, age and breed of cattle in the region of Jijel, northeastern Algeria. A total of infested 53 cattle were screened and 1214 ticks were collected manually during summer 2019 (June, July and August) and identified based on their morphology. Seven tick species were identified as infesting the cattle: viz. *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma scupense*, and *Hyalomma anatolicum*. The predominant tick species recorded is *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. The maximum intensity of tick infestation as a function of age is between 3 and 4 years and 5 and 6 years (39 ticks/cow). The study shows that the comparison between the prevalence of infestation in females and males is significant as a function of sex and breed of cattle. In addition, only the intensity of infestation as a function of the age of the cattle, when comparing the sexes of the ticks, is significant ($p < 0.05$). This study also provides data for

the development of an active control plan based on tick mating strategies for the management of ticks in cattle in Jijel, Algeria.

Keywords *Ixodes* · Breton blackfoot · Plain redfoot · Brown atlas · Extensive system · Biotic factors

Introduction

In recent years, interest in ticks has increased. They feed on blood and serve as vectors for many diseases in vertebrates, especially mammals (Wall and Shearer 2008). Worldwide, over 700 species of hard ticks belong to 14 genera. Medical and veterinary importance genera are *Ixodes*, *Dermacentor*, *Amblyomma*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus* and *Hyalomma* (Koc et al. 2015). Thus, losses due to tick infestation are enormous, for example in India, where it causes an annual loss of US\$ 498.7 million (Minjauw and McLeod 2003); In Australia, Jonsson et al. (1998) reported that each engorging female *Boophilus microplus* tick was responsible for loss of 8.9 ml of daily milk production and 1.0 g body weight over a trial period of 15 weeks. Mediterranean theileriosis is widely distributed throughout southern Spain, where it causes economic losses of considerable importance (Viseras and Garcia-Fernandez 1999); in Algeria, losses in milk yield due to tick-borne diseases have been estimated at 319 L per cattle (Benchikh-Elfe-goun et al. 2018).

For several years, a great effort has been devoted to studying the prevalence and intensity of tick infestations as a function of sex, age and breed of cattle; from Tunisia, United States, Saudi Arabia and Romania, respectively (M'ghirbi and Bouattour 2009; Williams-Newkirk et al. 2015; Alanazi et al. 2018, 2019; Domşa et al. 2016). These

✉ Derradj Lotfi
lotfi.derradje@umc.edu.dz
Kohil Karima
kohil-8@hotmail.com

¹ Arthropods Biosystematics and Ecology Laboratory, Department of Animal Biology, Frères Mentouri - Constantine 1 University, Constantine, Algeria

² Institute of Veterinary Science, Frères Mentouri - Constantine 1 University, Constantine, Algeria

epidemiological indicators (prevalence, intensity) are fundamental for tick control programs because tick distribution has been controlled by biotic and abiotic factors (Stachurski et al. 1993; Boulkaboul 2003; Gharbi et al. 2013; Gharbi and Darghouth 2014).

In Algeria, Yousfi-Monod and Aeschlimann (1986) identified 12 species belonging to 6 genera in the western region and Boulkaboul (Boulkaboul 2003) identified 13 species and 6 genera in the province of Tiaret (South–West) without distinction of race, age or sex. In north-eastern Algeria (Jijel), Benchikh-Elfegoun et al. (2007) identified five species belonging to two genera (*Rhipicephalus* and *Hyalomma*), where cattle breeds have been grouped into two: Brown Atlas and Crossbreed, these cattle breeds are adapted to climatic conditions and there is an effect of age and breed of cattle on the infestation rate. Furthermore, Benchikh-Elfegoun et al. (2013) considered the first detailed study on biotic factors effect on ticks infestation, Benchikh-Elfegoun et al. (2018) provided a view about tick borne-diseases and milk yield losses; Benchikh-Elfegoun et al. (2019), in Constantine region, identified seven species belonging to four genera with a significant influence of cattle age on tick's intensity. However, most of the previous studies do not take into account the prevalence of tick species, in particular the intensity, the infestation rate of female ticks relative to males in cattle, and the influence of biotic factors (cattle age, sex and breed).

This paper presents a new type of analysis of female tick infestation compared to male ticks. It is very important to study it to understand the relationship between biotic factors and tick mating, which can lead to its disruption during the high seasonal activity of some tick species. Thus, this work aims to determine, examine and compare the infestation rate of hard tick species infesting cattle and the correlation between female and male ticks regarding age, sex and breed of cattle in Jijel, Algeria, collected during summer 2019.

Materials and methods

Study area

This study was conducted in June, July and August 2019 in the province of Jijel in north-eastern Algeria (Fig. 1). Jijel is located between 36°48'N and 5°46'E, covers 2,577 km². The region is dominated by a warm temperate climate with a typical hot and relatively dry season between June and August and a wet season from November to April. The annual precipitation varies between 800 and 900 mm/year, and the monthly temperature ranges between 11.3 and

26 °C. In Jijel, August and July are the hottest and driest months respectively (Source: climate-data.org).

Sampling

The number of cattle herds in Jijel is estimated at 87,942 head (Hamiroune et al. 2019). There are 53 cattle including 7 males (13.20%) and 46 females (86.80%) chosen randomly from different farms, belonging to three breeds: Brown Atlas (35.85%), Breton Blackfoot (56.60%) and Plain Redfoot (7.55%). The different age groups selected for this study are less than one-year-old (5.66%), two years old (9.43%), three years old (13.21%), four years old (5.66%), five years old (9.43%), six years (15.09%), seven years (13.21%), eight years (18.77%), nine years (3.77%) and less than eleven years (5.66%).

Cattle in the study area are bred according to an extensive system; they are kept on pasture 24 h a day and farmers only take cows to the barns for calving. Anti-tick control acaricides are applied randomly and inconsistently by farmers. For this study, ticks were manually removed from the surface of the skin of infested cattle. The ticks were visible in various parts of the cattle. They were collected without turning the tick, as the mouthparts would detach and remain in the skin. After removing the tick, we carefully clean the bite area and our hands with rubbing alcohol, iodine scrub or soap and water; 1214 ticks were collected and every ticks collected from each cattle were stored in vials containing 70% ethanol. Data on the age, breed and sex of the cattle were meticulously recorded, and the ticks were then identified under a stereomicroscope according to the key of Walker (2003) in the Laboratory of Biosystematics and Ecology of Arthropods.

Statistical analysis

All data were exported to an Excel® spreadsheet for Windows® to measure species frequency, infestation prevalence and intensity means for females, males in cattle, epidemiological indicators and sex ratio (Bush et al. 1997) as follows:

Infestation incidence (%) = $100 \times (\text{number of infested cattle} / \text{number of examined cattle})$

Tick infestation intensity = the number of ticks/the number of infected cattle

Sex ratio = the number of females to the number of males (Martin and Hine 2015)

The Chi-square test (χ^2) was carried out on the infestation rate of male and female ticks to assess whether there was a statistically significant difference in tick infestation (Wasihun and Doda 2013). The one-way analysis of variance (ANOVA) was used to compare the rate of tick

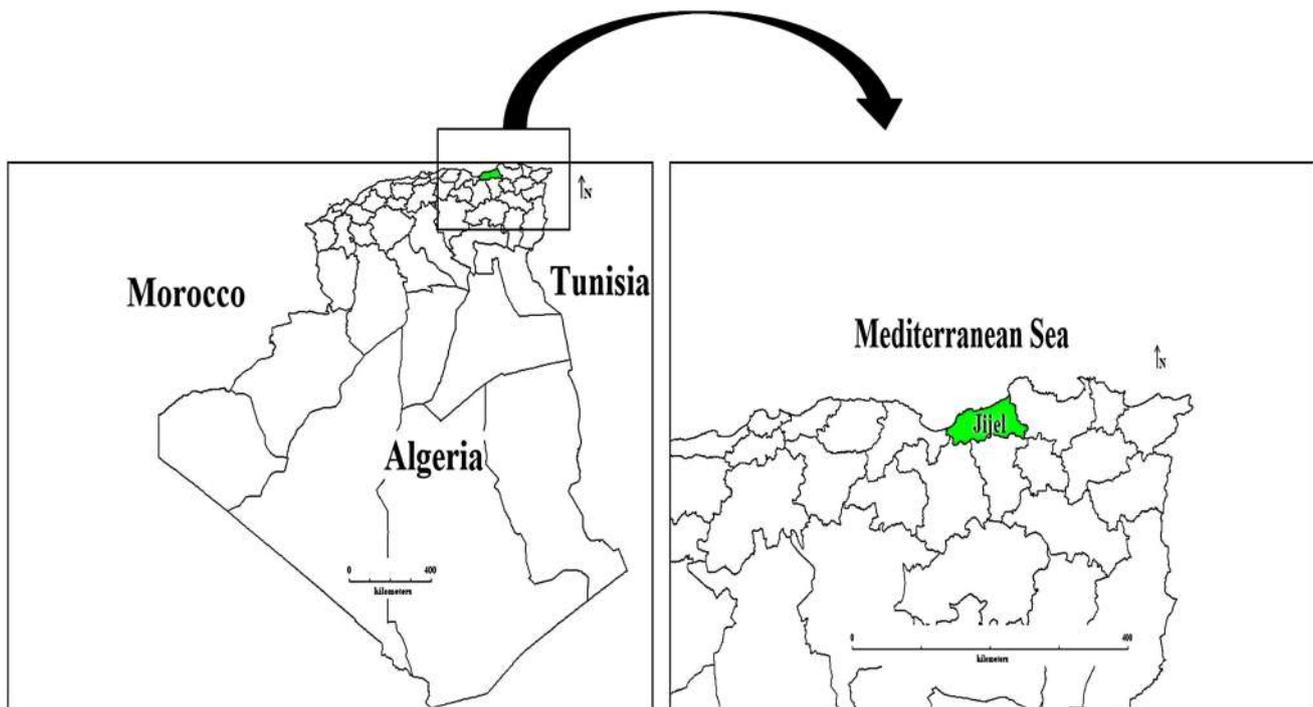


Fig. 1 The geographical location of Jijel Province, northeast Algeria

infestation as a function of biotic factors (age, sex and breed of cattle) and significance (p value) was recorded at a level of 5% ($p < 0.05$; Debbarma et al. 2018).

Results

A total number of 1214 ticks were collected between June and August 2019 from cattle in the province of Jijel, northeastern Algeria. These ticks were identified on the basis of their morphology; they belong to 2 genera, namely *Rhipicephalus* spp. (85.42%) and *Hyalomma* spp. (14.58%) and 7 species, *vis.* *Rh. (Boophilus) annulatus* (74.62%), *Rh. bursa* (10.46%), *Rh. sanguineus* (0.32%), *Hy. anatolicum* (1.56%), *Hy. lusitanicum* (4.11%), *Hy. marginatum* (5.51%) and *Hy. scupense* (3.37%) (Table 1). Overall, the results show that females outnumber males by a factor of three (Table 1). The number of females and males differs widely between each genus; in the genus *Rhipicephalus* females outnumber males but the opposite is true for *Hyalomma* spp. In each species of *Rhipicephalus* the number of females prevails and the number of males is higher in *Hyalomma* species (Table 1).

Ticks cattle infestations based on sex, breed and age

The results show that the prevalence of female tick infestation in cattle breeds (99.49%) is statistically higher than

that of male ticks (70.71%; $p < 0.001$). In addition, the prevalence of female tick infestation is significantly higher by sex of cattle (86.8%; 13.2%) compared to male ticks ($p < 0.001$). No statistically significant difference was found between the prevalence of infestation ($p = 0.76$) of female and male ticks and its intensity ($p = 0.85$) according to the age of the cattle (Table 2).

Furthermore, the results indicate that there is no statistically significant difference between the prevalence ($p = 0.38$) and intensity ($p = 0.57$) of tick infestation by cattle breed (Table 2). Similarly, the prevalence and intensity of tick infestation did not differ by cattle sex ($p = 0.92$; $p = 0.96$), respectively (Table 2). Moreover, there is no statistically significant difference in the prevalence of tick infestation ($p = 0.09$) by cattle age (Table 2). However, the results show that the infestation intensity is statistically significant ($p = 0.006$) (Table 3).

Discussion

Overall tick infestations in cattle

Ticks are known to be of major medical and veterinary importance (Koc et al. 2015). Worldwide, the distribution of ticks is controlled by biotic factors such as age and sex of the host and by abiotic factors such as temperature and humidity (Gharbi 2020). The distribution of ticks differs

Table 1 Adult ticks collected from cattle in Jijel, northeast Algeria

Species	Ticks number (%)			
	Overall	Females	Males	Sex ratio
<i>Rhipicephalus</i>	1037 (85.42)	891	146	6.1
<i>Rh. (Boophilus) annulatus</i>	906 (74.62)	821 (67.63)	85 (7)	9.65
<i>Rh. bursa</i>	127 (10.46)	67 (5.52)	60 (4.94)	1.11
<i>Rh. sanguineus</i>	4 (0.32)	3 (0.25)	1 (0.08)	3
<i>Hyalomma</i>	177 (14.58)	42	135	0.31
<i>Hy. anatolicum</i>	19 (1.56)	2 (0.16)	17 (1.4)	0.11
<i>Hy. lusitanicum</i>	50 (4.11)	19 (1.57)	31 (2.55)	0.61
<i>Hy. marginatum</i>	67 (5.51)	10 (0.82)	57 (4.7)	0.17
<i>Hy. scupense</i>	41 (3.37)	11 (0.9)	30 (2.47)	0.36
Total	1214 (100)	933 (76.85)	281 (23.14)	3.32

Table 2 Adult ticks infestation rate according to cattle sex, age and breed in Jijel, northeast Algeria

Cattle Age (years)	Number	Prevalence %			Intensity (ticks/cow)			Sex ratio
		Females	Males	Tick	Females	Males	Tick	
(0–1)	3	5.66	5.66	5.66	1.33	1.66	3	0.8
(1–2)	5	7.54	9.43	9.43	10.8	7.6	18.4	1.42
(2–3)	7	13.20	3.77	13.20	9	4.57	13.57	1.96
(3–4)	3	5.66	5.66	5.66	31.33	8	39.33	3.91
(4–5)	5	7.54	7.54	6.43	22.8	5.6	28.4	4.07
(5–6)	8	13.20	15.09	15.06	31.37	7.87	39.25	3.98
(6–7)	7	13.20	9.43	13.20	12.42	5.85	18.28	2.12
(7–8)	10	18.86	18.86	18.86	20.6	5.2	25.8	3.96
(8–9)	2	3.77	3.77	3.77	4	2	6	2
(10–11)	3	5.66	5.66	5.66	9	6.33	15.33	1.42
<i>Sex</i>								
Female	46	93.47	89.13	86.8	19.19	7.14	24.7	3.49
Male	7	85.72	14.28	13.2	5.5	4	11.4	1.78
<i>Breed</i>								
Brown Atlas	19	35.84	10.63	35.84	6	4.63	10.63	1.29
Red Pied Lowland	4	7.5	30.75	7.54	24.75	6	30.75	4.12
Breton Black Pied	30	56.6	29.33	56.6	22.96	6.66	29.63	3.44

from one habitat to another (Ogden and Lindsay 2016). For example, *Rh. (Boophilus) annulatus* is known to be dominant in humid and sub-humid climates, *Hyalomma anatolicum* in Africa extends from Ethiopia to North Africa where it occurs in Algeria, Libya and Egypt. It extends to north central Sudan, but does not appear to be well established south of the Sahara (Walker 2003). The current study describes tick infestation on cattle in Jijel region, Algeria. Out of 53 cattle, 1214 ticks were collected and identified during summer 2019 (June to August). Seven species of ticks were identified on the animals:

Rhipicephalus (Boophilus) annulatus, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma scupense*, *Hyalomma anatolicum*.

Rhipicephalus (Boophilus) sp. was found to be the predominant tick species in cattle, peaking in July with 29 ticks/cow. Effectively, this parasite is abundant in the Mediterranean, Palearctic and Afrotropical regions (Estrada-Peña et al. 2018) and *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* is a vector of *Babesia bigemina*, *B. bovis* and *Anaplasma marginal* (Walker 2003). In this study, *Rh.*

Table 3 Adult ticks infestation rate collected from cattle in Jijel, northeast Algeria (total number of cattle examined = 53)

Species	Cattle infested (prevalence %)		Species	Intensity (ticks/cow)		
	Females	Males		Species	Females	Males
<i>Rhipicephalus</i>						
<i>Rh. (Boophilus) annulatus</i>	33 (62.26)	8 (15.09)	31 (58.49)	29	24.87	10.62
<i>Rh. bursa</i>	23 (43.39)	23(43.39)	25 (47.16)	5	2.91	2.6
<i>Rh. sanguineus</i>	1 (1.88)	1 (1.88)	1 (1.88)	4	3	1
<i>Hyalomma</i>						
<i>Hy. anatolicum</i>	1 (1.88)	2 (3.77)	7(13.20)	2	2	8.5
<i>Hy. lusitanicum</i>	7 (13.2)	9 (16.98)	9 (16.98)	5	2.71	3.44
<i>Hy. marginatum</i>	6 (11.32)	11(20.75)	16 (30.18)	4	1.66	5.18
<i>Hy. scupense</i>	6 (11.32)	14 (26.41)	15(28.3)	2	1.83	2.14
Total	53 (100)	53 (100)	53 (100)			

annulatus were commonly found on cattle, particularly in the province of Jijel, peaking in July with 29 ticks/cow. This result is almost similar to previous studies carried out in other regions of Algeria of different climatic strata; Boutaleb (1982) in the sub-humid region (Constantine); Yousfi-Monod and Aeschliman (1986) in the Mediterranean region; Benchikh-Elfegoun et al. (2007) in the humid region; Rony et al. (2010) in the tropical region; Adrian (2012) in the arid region; Chhillar et al. (2014) in the semi-arid region; Kaur et al. (2015) and Debbarma et al. (2018) in the tropical and subtropical regions.. The results also indicate that the sex ratio is not significant; only in *Rhipicephalus* spp. the percentage of females is higher than that of males, while for *Hyalomma* spp. the percentage of males is higher than that of females (Gharbi et al. 2013). This can be explained by the fact that *Hyalomma* males are more mobile than females and stay longer on livestock. This result was also observed in dogs infested with the brown dog tick *R. sanguineus* (Little et al. 2007).

Biotic factors effect on prevalence and intensity of tick infestations on cattle

In this study, the prevalence of tick infestations in females was significantly higher than in males with respect to sex, age and breed of cattle. No significant differences in the prevalence and intensity of tick infestations related to sex, age and breed of cattle were found, which has also been reported previously (Ghosh et al. 2018; Abera et al. 2010). Age of animals plays a role in tick species infestation (Manan and Zabita Khan 2007), this may be explained by the fact that when cows get old, their immunity to ticks is getting stronger, in the other hand, due to the life style of animals because calves are generally raised in barns and do not pasture during the first months, so they are less infested

than young cattle (Bouattour 2001; Manan and Zabita Khan 2007). However, the intensity of infestation by age category of cattle was found to be statistically significant in cattle with age mean of 3.5 and 5.5 years. Similar results were reported by Patel et al. (2013), Kaur et al. (2015), Debbarma et al. (2018), Ghosh et al. (2018) and Benchikh-Elfegoun et al. (2019).

Conclusion

Our results show that the rate of tick infestation varies according to biotic factors (sex, age and breed of cattle). The same applies to male and female ticks. However, further studies are needed in this area as well as in the other regions of Algeria. The data collection allows us to have a map of geolocation of ticks in Algeria and to establish an adequate control program.

Acknowledgements Authors are highly thankful to the herdsmen for their permission to collect ticks from their cattle. We gratefully thank Dr Subhamoy Ghosh (Central Agricultural University, Selesih, Aizawl, India) for editing the English.

Author contributions All authors participated in the study design. DL collected ticks and conceived the manuscript, KK planned the research and identified tick species.

Funding The current research received a grant from Arthropods Biosystematics and Ecology laboratory, Frères Mentouri – Constantine 1 University, Constantine, Algeria.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Alanazi A, Al-Mohamed H, Alysousif M, Puschendorf R, Abdel-Shafy S (2018) Ticks (Acari: Ixodidae) infesting domestic and wild mammals on the Riyadh Province, Saudi Arabia. *J Entomol* 15(2):75–82. <https://doi.org/10.3923/je.2018>
- Alanazi AD, Al-Mohammed HI, Alyousif MS, Said AE, Salim B, Abdel-Shafy S, Shaapan RM (2019) Species diversity and seasonal distribution of hard ticks (Acari: Ixodidae) infesting mammalian hosts in various districts of Riyadh Province, Saudi Arabia. *J Méd Entomol* 56:1027–1032. <https://doi.org/10.1093/jme/tjz036>
- Abera M, Mohammed T, Abebe R, Aragaw K, Bekele J (2010) Survey of ixodid ticks in domestic ruminants in Bedelle district, Southwestern Ethiopia. *Anim Health Produc* 42:1677–1683. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9620-4>
- Adrian M (2012) Tick infestations in extensively grazed cattle and efficacy trial of high-cis cypermethrin pour-on preparation for control of ticks in Mvomero district in Tanzania. *BMC Vet Res* 8:1–8. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-224>
- Benchikh-Elfegoun M, Benakhla A, Bentounsi B, Bouattour A, Piarroux R (2007) Identification et cinétique saisonnière des tiques parasites des bovins dans la région de Taher (Jijel) Algérie. *Ann Med Vét* 151:209–214
- Benchikh-Elfegoun M, Gharbi M, Djebir S, Kohil K (2013) Dynamique d'activité saisonnière des tiques ixodidés parasites des bovins dans deux étages bioclimatiques du nord-est algérien. *Rev Élev Méd Vét* 66:117–122. <https://doi.org/10.19182/remvt.10150>
- Benchikh-Elfegoun M, Gharbi M, Merzekani Z, Kohil K (2018) Piropasmoses bovines dans les provinces de Skikda et d'Oum El Bouaghi (nord-est de l'Algérie): étude épidémiologique et estimation des pertes de production laitière. *Rev Élev Méd Vét* 70:105–110. <https://doi.org/10.19182/remvt.31519>
- Benchikh-Elfegoun B, Kohil K, Gharbi M, Afoutni L, Benachour ML (2019) Cinétique d'infestation par les tiques des bovins de la région subhumide de Constantine en Algérie. *Rev Élev Méd Vét* 72:41–45. <https://doi.org/10.19182/remvt.31726>
- Bouattour A (2001) 'Les tiques de Tunisie: Rôle de Hyalomma detritum dans la transmission de Theileria annulata'. PhD thesis Faculty of Sciences, Tunis, p 247
- Boulkaboul A (2003) Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 56:157–162. <https://doi.org/10.19182/remvt.9858>
- Boutaleb K (1982) Les connaissances actuelles sur les tiques du bétail en Algérie. Dissertation, University of Constantine
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 83(4):575–583
- Chhilar S, Chhilar JS, Kaur H (2014) Investigations on some hard ticks (Acari: Ixodidae) infesting domestic buffalo and cattle from Haryana. *India J Entomol Zool Stud* 2:99–104
- Debbarma A, Pandit S, Jas R, Baidya S, Mandal SC, Jana PS (2018) Prevalence of hard tick infestations in cattle of West Bengal, India. *Biol Rhythm Res* 49:655–662. <https://doi.org/10.1080/09291016.2017.1395527>
- Domşa C, Sándor AD, Mihalca AD (2016) Climate change and species distribution: possible scenarios for thermophilic ticks in Romania. *Geospat Health* 11:151–156
- Estrada-Peña A, Mihalca AD, Petney TN (2018) Ticks of Europe and North Africa: a guide to species identification. Springer, Switzerland
- Gharbi M (2020) Tiques traversant la mare nostrum, quels risques? *Bull Acad Vét Fr.* <https://doi.org/10.4267/2042/70868>
- Gharbi M, Darghouth MA (2014) A review of *Hyalomma scupense* (Acari: Ixodidae) in the Maghreb region: from biology to control. *Parasite* 21:2. <https://doi.org/10.1051/parasite/2014002>
- Gharbi M, Hayouni ME, Sassi L, Dridi W, Darghouth MA (2013) *Hyalomma scupense* (Acari, Ixodidae) in northeast Tunisia: seasonal population dynamics of nymphs and adults on field cattle. *Parasite* 20:12. <https://doi.org/10.1051/parasite/2013012>
- Ghosh S, Patra G, Borthakur SK, Behera P, Tolengkomba T, Das M, Lalnunpuia C (2018) Prevalence of hard tick infestations in cattle of Mizoram, India. *Rhythm Res* 50(4):564–574. <https://doi.org/10.1080/09291016.2018.1474988>
- Hamiroune M, Dahmane M, Cheniguel H, Charef A, Foughalia A (2019) Contribution to the epidemiological study on the main pathologies of ruminants declared in the central slaughterhouse of Jijel (Algeria). *Bull Univ Agric Sci Vet Med Vet Med* 76:183–190. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:2019.0021>
- Jonsson N, Mayer D, Matschoss A, Green P, Ansell J (1998) Production effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation of high yielding dairy cows. *Vet Parasitol* 78:65–77. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(98\)00118-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(98)00118-6)
- Kaur D, Jaiswal K, Mishra S (2015) Studies on prevalence of ixodid ticks infesting cattle and their control by plant extracts. *IOSR J Phar Biol* 10:01–11. <https://doi.org/10.9790/3008-10630111>
- Koc S, Aydın L, Cetin H (2015) Tick species (Acari: Ixodida) in Antalya City, Turkey: species diversity and seasonal activity. *Parasitol Res* 114:2581–2586. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4462-7>
- Little SE, Hostetler J, Kocan KM (2007) Movement of *Rhipicephalus sanguineus* adults between co-housed dogs during active feeding. *Vet Parasitol* 150:139–145. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.08.029>
- M'ghirbi Y, Bouattour A (2009) Séroprévalences de *Babesia bovis* et de *Babesia bigemina* chez les bovins en Tunisie. *Rev Méd Vét* 160:209–214
- Manan A, Zabita Khan BA (2007) Prevalence and identification of ixodid tick genera in frontier region Peshawar. *J Agri Biol Sci* 2(1):21–25
- Martin E, Hine R (2015) A dictionary of biology. Oxford University Press, USA. Les données climatiques pour les villes du monde entier—Climate-Data.org. <https://fr.climate-data.org>. Accessed 07 Sep 2020
- Minjauw B, 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. DFID Animal Health Programme, Centre for Tropical Veterinary Medicine, Edinburgh
- Ogden NH, Lindsay LR (2016) Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: ticks are different. *Trends Parasitol* 32:646–656. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.015>
- Patel G, Shanker D, Jaiswal AK, Sudan V, Verma SK (2013) Prevalence and seasonal variation in ixodid ticks on cattle of Mathura district, Uttar Pradesh. *J Parasit Dis* 37:173–176. <https://doi.org/10.1007/s12639-012-0154-8>
- Rony S, Mondal M, Begum N, Islam M, Affroze S (2010) Epidemiology of ectoparasitic infestations in cattle at Bhawal forest area, Gazipur Bangladesh. *J Vet Med* 8:27–33. <https://doi.org/10.3329/bjvm.v8i1.7399>
- Stachurski F, Musonge E, Achu-Kwi M, Saliki JT (1993) Impact of natural infestation of *Amblyomma variegatum* on the liveweight gain of male Gudali cattle in Adamawa (Cameroon). *Vet Parasitol* 49:299–311. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(93\)90128-A](https://doi.org/10.1016/0304-4017(93)90128-A)
- Viseras J, Garcia-Fernandez P (1999) Studies on theileriosis in Southern Spain. *Parasitol* 41:111–115

- Walker AR (2003) Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. Bioscience Reports, Edinburgh (Scotland)
- Wall RL, Shearer D (2008) Veterinary ectoparasites: biology, pathology and control. Wiley, USA
- Wasihun P, Doda D (2013) Study on prevalence and identification of ticks in Humbo district, Southern Nations, Nationalities, and Peoples Region (SNNPR), Ethiopia. J Vet Med Health 5:73–80. <https://doi.org/10.5897/JVMAH12.040>
- Williams-Newkirk AJ, Burroughs M, Changayil SS, Dasch GA (2015) The mitochondrial genome of the lone star tick (*Amblyomma americanum*). Ticks Tick-borne Dis 6:793–801. <https://doi.org/10.1007/s10493-019-00440-x>
- Yousfi-Monod R, Aeschlimann A (1986) Recherches sur les tiques (Acarina: Ixodidae), parasites de bovidés dans l'ouest Algérien. Ann Parasitol Hum Comp 61:341–435

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Boudiaf de M'sila
Faculté des Sciences



Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Laboratoire de la biodiversité et techniques biotechnologiques de la valorisation
des ressources végétales (BTB-VRV)

**International Seminar on Biodiversity, Valorization and
Conservation of Urban and Forest Ecosystems:
(In support of sustainable development)**

28.29-.04.2021

ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le comité scientifique du Séminaire atteste que :

Melle/Mme/Mr : **DERRADJ Lotfi**

A présenté une **Communication affichée**

Intitulée : **Astheno-association: hard tick species new association type identified during the summer season 2019 on cattle in Jijel area, Algeria**

Co-auteurs : KOHIL Karima

Le Président du Séminaire
Dr. Rabah BOUNAR

Univ. M. B. M'Sila
Faculté des Sciences / SNV
28.29-.04.2021

Le Doyen de la Faculté des Sciences
Pr. Ettayib BENSACI



Attestation de Participation



Séminaire National en Ecophysiologie et Environnement SNEE 10 -11 Novembre 2021, Souk Ahras

Je soussignée, Présidente du SNEE 2021, certifie que **Derradj Lotfi**

a présenté une communication orale intitulée :

" Identification And Incidence Of Hard Tick Species During Summer Season 2019 In Jijel Province (Northeastern Algeria)"

Co-Auteurs : Kohil K.

Présidente du Séminaire

Président du Premier
Séminaire National
Ecophysiologie & Environnement
Dr. Amina MERGHAD

Le Doyen





Certificate of contribution

This is to certify that

Derradj Lotfi

Has participated with an e-poster communication at the 1st International Conference of Environmental Biotechnology and Biodiversity (ICEBB 2021), held online on 14–16 December 2021

Paper : **Identification and incidence of hard tick species during summer season 2019 in jijel province (northeastern Algeria)**

Author(s): **Derradj Lotfi, Kohil Karima**



Prof. Dr. BAHA Mounia
General Chair ICEBB



Prof. Dr. Lebaili Nemcha
Scientific Committee Chair





République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
International Journal of Human Settlements
<https://www.aneau.org/ijhs/>
ISSN : 2588-1779



ATTESTATION

Cette attestation est délivrée à :

DERRADJ Lotfi, PhD student, Arthropods Biosystematics and Ecology Laboratory, ¹Department of Animal Biology, Freres Mentouri Constantine 1 University, Constantine, Algeria

Dr KOHIL Karima, MCA, Arthropods Biosystematics and Ecology Laboratory, Department of Animal Biology, Freres Mentouri Constantine 1 University, Constantine, Algeria, Institute of Veterinary Science, Freres Mentouri Constantine 1 University, Constantine, Algeria

Pour leur participation au **SÉMINAIRE INTERNATIONAL SUR LES SCIENCES NATURELLES ET DE LA VIE** en ligne (webinaire), organisé par **International Journal of Human Settlements** le 19 et 20 Février 2021, avec un **poster** intitulé:

Identification and incidence of hard tick species during summer season 2019 in Jijel Province (northeastern Algeria)

Oran, Algerie
20/02/2021



L'éditeur

Dr. HAMMA Walid

Intitulé :**Inventaire des espèces de tiques (*Arthropoda; Ixodinae*) parasites des bovins et recherche de pathogène chez les tiques du genre *Hyalomma* au niveau de deux étages bioclimatiques****Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat****RESUME**

Les bovins sont confrontés à des maladies vectorielles qui diminuent leur croissance, la qualité de la viande et la production laitière. Les tiques dures sont des vecteurs d'agents pathogènes qui causent des maladies bactériennes, virales et parasitaires. En Algérie, les parasitoses comme les piroplasmoses dont les vecteurs sont les tiques ou nous pouvons assister à des atteintes graves et parfois à des mortalités même avec le traitement notamment lors de theilériose bovine. Nous avons choisi de cerner le problème de l'infestation des bovins par les tiques ainsi, notre travail a consisté à réaliser un inventaire des tiques présentes dans trois régions à étages bioclimatiques différents (Jijel ; humide, Guelma ; sub-humide et Mila ; semi-aride), 2816 tiques ; 947 à Mila, 1464 à Jijel et 405 à Guelma ont été collectées sur 402 bovins, 196 caprin et 182 ovins. Nous avons pu identifier dix espèces de tiques dures, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus camicasi*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma excavatum*, *Hyalomma scupense*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma impeltatum*, *Hyalomma anatolicum*.

Nous avons également démontré que les tiques ne sont pas équidistribuées selon les espèces par l'étude des indices écologiques ainsi *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* a été surtout retrouvée à Jijel et Guelma, *R. bursa* et *Rhipicephalus sanguineus* sont très élevés à Mila, *Hyalomma excavatum* uniquement présente à Guelma et Mila. On note aussi la présence du *Rhipicephalus camicasi* pour la première fois en Algérie. En ce qui concerne le sexe des tiques, le pourcentage des femelles du genre *Rhipicephalus* est plus élevé que celui des mâles, par contre pour *Hyalomma* les mâles sont plus présents. L'étude des facteurs biotiques à savoir le sexe, l'âge et à la race des bovins a montré une différence significative dans la prévalence et l'intensité des infestations de tiques, nous remarquons que l'intensité de l'infestation par catégorie d'âge des bovins s'est avérée statistiquement significative chez les bovins dont la moyenne d'âge était de 3,5 et 5,5 ans. Nous avons aussi noté dans notre étude le regroupement d'espèces différentes de tiques ainsi, *Rhipicephalus sanguineus* a formé un groupe avec *Rhipicephalus bursa* à Mila et qu'à Jijel *Hyalomma anatolicum* s'est associé à *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. L'association des espèces est une stratégie efficace pour les tiques dures qui peut engendrer au cours du temps un échange d'agents pathogènes. Ce regroupement d'espèce avait été aussi en relation avec la densité des tiques ainsi les espèces à faible densité, à Jijel *Rhipicephalus sanguineus*, à Mila *Hyalomma excavatum* et *Hyalomma impeltatum* avait tendance à se regrouper avec les espèces qui avaient les densités les plus élevées. Par ce travail nous contribuons à la systématique des tiques et nous apportons une nouvelle approche concernant l'étude des facteurs biotiques.

Mots clés : tiques dures, inventaire, bovins, Guelma, Mila, Jijel, facteurs biotiques

Laboratoire de recherche : Biosystématique et Ecologie des Arthropodes