

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix — Travail — Patrie

UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRE

ÉCOLE DES SCIENCES ET DE
MÉDECINE VÉTÉRINAIRE



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace — Work — Fatherland

THE UNIVERSITY OF NGAOUNDERE

SCHOOL OF VETERINARY
MEDICINE AND SCIENCES

**INVENTAIRE DES ESPÈCES DE TIQUES ET PRÉVALENCE
DES HÉMOPARASITES TRANSMIS PAR CES DERNIÈRES EN
ZONE PÉRIURBAINE DE NGAOUNDÉRE**

**MÉMOIRE PRÉSENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN
MÉDECINE VÉTÉRINAIRE**

Par : NGUETOUM NGOUANE Cyrille

Matricule : 07A030MV

Deuxième Promotion

Encadreur :

Dr MAMOUDOU Abdoulmoumini

Chargé de cours

Superviseur :

Pr ZOLI PAGNAH André

Professeur

ANNÉE 2016

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix — Travail — Patrie

UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRE

ÉCOLE DES SCIENCES ET DE
MÉDECINE VÉTÉRINAIRE



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace — Work — Fatherland

THE UNIVERSITY OF NGAOUNDERE

SCHOOL OF VETERINARY
MEDICINE AND SCIENCES

INVENTAIRE DES ESPÈCES DE TIQUES ET PRÉVALENCE DES HÉMOPARASITES TRANSMIS PAR CES DERNIÈRES EN ZONE PÉRIURBAINE DE NGAOUNDÉRE

Mémoire présenté le 15 juillet 2016 à l'Ecole des Sciences et de Médecine Vétérinaire

Par : **NGUETOUM NGOUANE Cyrille**

Matricule : 07A030MV

Deuxième Promotion

Encadreur :

Dr MAMOUDOU Abdoulmoumini

Chargé de cours

Superviseur :

Pr ZOLI PAGNAH André

Professeur

FICHE DE CERTIFICATION D'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussigné, NGUETOUM NGOUANE Cyrille, atteste que le présent mémoire est le fruit de mes propres travaux effectués dans la zone péri-urbaine de Ngaoundéré et le laboratoire de parasitologie de l'IRAD-Wakwa sous la supervision du Pr ZOLI PAGNAH André et sous l'encadrement du Dr MAMOUDOU Abdoulmoumini.

Ce mémoire est authentique et n'a pas été antérieurement présenté pour l'acquisition de quelque grade universitaire que ce soit.

Auteur : NGUETOUM NGOUANE Cyrille

Visa :

Encadreur :

Visa :

Dr. Mamoudou Abdoulmoumini
Vétérinaire, PhD
Chargé de Cours

Date :

Superviseur :

Visa :

Pr. Zoli Pagnah André
Agrége de Médecine Vétérinaire
Date : 21 APR 2016

Chef de Département :



Dr. Mamoudou Abdoulmoumini
Vétérinaire, PhD
Chargé de Cours

FICHE DE CERTIFICATION DES CORRECTIONS APRES SOUTENANCE

Le présent mémoire a été revu et corrigé conformément aux observations du jury

Visa du superviseur

Date

Visa du président du jury

Date

Visa du chef de département

Date

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à PAPA et à MAMAN.

Vous m’avez donné la vie. Vous m’avez appris la vie.

Vous m’avez félicité lors de mes succès.

Vous m’avez encouragé lors de mes échecs.

L’homme que je suis devenu est le fruit de votre travail laborieux.

Sans vous,

Ce travail n’aurait jamais vu le jour.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements :

- Au Seigneur Dieu Tout Puissant sans qui rien n'aurait été possible ;
- à mon superviseur Pr. ZOLI PAGNAH André, mon encadreur Dr. MAMOUDOU Abdoulmoumini et à M. EBENE (chercheur à l'IRAD de Wakwa) pour leur disponibilité et leurs conseils ;
- au corps enseignant de l'école pour tous les enseignements reçus ;
- aux bergers LAMINO, YOUSSEUPHA et BOUBA pour leur aide ;
- à mes tuteurs FOUEDONG Justin et FOUEDONG Rose : vous m'avez tenu la main comme votre enfant
- à la famille FOUEDONG pour leur hospitalité ;
- à mes frères et sœurs NGUETOUM TSAPI Gladys, NGUETOUM DOUANGUIM Sorelle, NGUETOUM MEWOUEPA Armel, NGUETOUM KENNE Christian Joël, NGUETOUM AMANFOUO Emmanuella Grace pour leur indéfectible soutien ;
- à mes amis MAMPOM BARING Joseph, BAGNINBOM Jean-Marc, TANKOU Willy, METOU OYANA Michelle Nadine, DEYA YANG Marie-Paulette, SALHINE Robert, ESSAMA NANGA Joseph, KUATE WAFO Borrel, AMBA ABONA Oliva ;
- A mon amie EDOA Cécile Sandrine ; Tu as toujours été là dans mes moments de doute.
- à mes camarades de promotion ; nous avons cheminé ensemble durant ce long parcours et nous nous sommes mutuellement soutenus.
- aux bat bitches ; l'accouchement fut difficile, mais il a finalement connu un dénouement heureux.

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, merci.

TABLE DES MATIERES

FICHE DE CERTIFICATION D'ORIGINALITE DU TRAVAIL.....	I
FICHE DE CERTIFICATION DES CORRECTIONS APRES SOUTENANCE	II
DEDICACE.....	III
REMERCIEMENTS	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
LISTE DES FIGURES.....	VIII
RESUME.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.1. POSITION SYSTEMATIQUE DES TIQUES	3
I.2. ANATOMIE DES TIQUES DURES.....	5
I.2.1. Anatomie externe.....	5
I.2.1.1. Le Gnatosoma	5
I.2.1.2. L'Idiosoma	6
I.2.1.3. Les pattes	8
I.2.2. Anatomie interne.....	9
I.2.2.1. La musculature.....	9
I.2.2.2. L'appareil digestif.....	9
I.2.2.3. L'appareil génital	10
I.3. BIOLOGIE DES TIQUES DURES.....	11
I.3.1. Description d'un cycle évolutif primitif de tique	11
I.3.2. Facteurs de variations intrinsèques (spécifiques, génétiques) du cycle évolutif des tiques.....	11
I.3.2.1. En fonction du nombre d'hôtes parasités au cours d'un cycle.....	12
I.3.2.2. En fonction du mode de vie libre (hors de l'hôte)	14
I.3.2.3. En fonction de leur spécificité pour leurs hôtes.....	14
I.3.3. Facteurs extrinsèques du cycle évolutif.....	15
I.3.3.1. Facteurs physiques	15
I.3.3.2. Facteurs climatiques.....	15
I.3.3.3. Facteurs agronomiques	16
I.4. ROLE PATHOGENE DES TIQUES.....	16
I.4.1. Rôle pathogène direct.....	16
I.4.2. Rôle pathogène indirect.....	18

I.5. METHODES DE LUTTE CONTRE LES TIQUES	18
I.5.1. <i>Lutte chimique</i>	18
I.5.1.1. Sur l'hôte.....	18
I.5.1.2. Sur le biotope	19
I.5.2. <i>Lutte biologique</i>	19
I.5.3. <i>Lutte immunitaire</i>	19
I.5.4. <i>Lutte physique</i>	20
I.5.5. <i>Lutte agronomique</i>	20
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	22
II.1. MATERIEL	22
II.1.1. <i>Milieu d'étude</i>	22
II.1.2. <i>Moment et durée de l'étude</i>	23
II.2. METHODES.....	23
II.2.1. <i>Échantillonnage des fermes</i>	23
II.2.2. <i>Collecte des données</i>	24
II.2.2.1. Enquête	24
II.2.2.2. Collecte des tiques	24
II.2.2.3. Prélèvement du sang et identification d'hétoparasites	24
II.2.3. <i>Analyse des données</i>	25
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	26
III.1. RESULTATS.....	26
III.1.1. <i>Connaissances des éleveurs sur les tiques</i>	26
III.1.2. <i>Prévalence des tiques des bovins</i>	27
III.1.3. <i>Prévalence des hétoparasites transmis par les tiques</i>	29
III.1.3.1. Lien entre les Babesia et leurs vecteurs	30
III.1.3.2. Lien entre les Anaplasma et leurs vecteurs	30
III.1.3.3. Facteurs de variation de l'infestation aux hétoparasites.....	32
III.1.3.4. Prévalence du Polyparasitisme	32
III.1.4. <i>Evaluation de l'anémie</i>	33
III.1.5. <i>Effet des tiques et des hétoparasites transmises par celles-ci sur l'hématocrite</i>	35
III.2. DISCUSSION	39
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	45
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Hémoparasites tropicaux, avec leurs vecteurs.....	17
Tableau 2: Liste des fermes choisies pour l'étude	23
Tableau 3: Résultats du dépouillement des fiches d'enquête.....	26
Tableau 4: Répartition des tiques identifiées et prévalence des infestations	27
Tableau 5: Charges parasitaires moyennes en tiques en fonction des fermes.....	28
Tableau 6: Charges parasitaires moyennes en tiques en fonction de la méthode de lutte.....	29
Tableau 7: Charges parasitaires moyennes des tiques en fonction de l'âge.....	29
Tableau 8: Charges parasitaires moyennes des tiques	29
Tableau 9: Prévalences de quelques hémoparasites transmis par les tiques	30
Tableau 10: Prévalences des hémoparasites et de leurs vecteurs à l'échelle des fermes	31
Tableau 11: Effectifs issus du croisement de la catégorie et du sexe avec la présence ou non des Babesia	32
Tableau 12: Effectifs issus du croisement de la catégorie et du sexe avec la présence ou non des Anaplasma.....	32
Tableau 13: Fréquences du polyparasitisme à l'échelle des fermes, du mode d'élevage et des classes d'âge.....	33
Tableau 14: Prévalences de l'anémie par ferme, mode d'élevage, catégorie d'âge et par sexe	34
Tableau 15: Prévalence des hémoparasites en fonction de la présence ou non d'anémie	34
Tableau 16: Résultats de l'analyse de variance des hématocrites par rapport à la catégorie d'âge, les fermes, le sexe, et l'utilisation ou non de produits acaricides	35
Tableau 17: Résultats de l'analyse de Variance des hématocrites moyens par rapport aux hémoparasites et par rapport à la présence ou non de tiques	38

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Position systématique générale des tiques d’après Morel et al. (2000).....	4
Figure 2: Morphologie externe des tiques adaptée de Morel et al. (2000). FD-FV : Femelle face dorsale et ventrale ; MD-MV : mâle face dorsale et ventrale	7
Figure 3: Schéma (a) et photo (b) au microscope électronique à balayage (grossissement x100) d’une patte de tique d’après Sonenshine (1968)	8
Figure 4: Anatomie interne de la tique d’après Sonenshine et Roe (2013). En a un mâle et en b une femelle	9
Figure 5: Cycles évolutifs de tiques en fonction du nombre d’hôtes. Adapté d’une image de Vredevoe (2016).....	13
Figure 6: Rythme de détachement des trois stades de la tique <i>Amblyomma variegatum</i> en fonction de l’heure de la journée d’après Barré(1988)	21
Figure 7: Localisation des fermes choisies pour l’étude	22
Figure 8: Écart entre les moyennes d’hématocrite des groupes d’élevage traditionnel et moderne	36
Figure 9: Écart entre les moyennes d’hématocrite des catégories d’âges	36
Figure 10: Illustration graphique du test de Tukey pour la comparaison des hématocrites moyens interferme.....	37

RESUME

Cette étude a été réalisée d'août à octobre 2015 dans le but d'évaluer la prévalence des tiques et celle des hémoparasites transmises par ces dernières dans la zone péri-urbaine de Ngaoundéré. Huit fermes d'élevage de bovins (*Bos indicus*) ont été choisies pour un total de 387 animaux. Chaque animal a fait l'objet d'une prise de sang pour la recherche des hémoparasites et d'une collecte des tiques pour identification et comptage. L'âge et le sexe de chaque animal ont été notés afin d'évaluer leurs effets sur la parasitémie et sur l'infestation par les tiques, tandis que l'hématocrite a servi de baromètre de la santé de l'animal. Une enquête auprès des bergers a permis recenser les méthodes de lutte contre les tiques appliquées dans chaque ferme et d'évaluer leur niveau de connaissance des tiques. La collecte des tiques a permis l'identification d'*Amblyomma variegatum*, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *geigy*, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *annulatus*, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *decoloratus*, *Hyalomma marginatum rufipes*, *Hyalomma truncatum*, *Rhipicephalus sanguineus* et *Haemophysalis laeichi* avec pour prévalences respectives : 24,4 % ; 1,97 % ; 0,91 % ; 3,26 % ; 0,18 %, 0,74 % ; 0,88 % et 0,04 %. Quatre hémoparasites ont été identifiés dans le sang : *Babesia bovis* (24,1 %), *Babesia bigemina* (4,84 %), *Anaplasma marginale* (62,0 %) et *Anaplasma centrale* (53,5 %). L'usage d'un acaricide réduit de façon significative l'infestation par les tiques, mais n'a aucun effet sur la prévalence des hémoparasites. Les jeunes bovins sont plus susceptibles aux tiques, à l'anémie et au polyparasitisme que les adultes. L'hématocrite moyen des troupeaux à gestion traditionnelle est plus faible que celle des troupeaux dont la gestion est moderne. L'hématocrite ne dépend pas de l'infestation par les hémoparasites recherchés. L'application de produits acaricides est recommandée afin de réduire l'infestation par les tiques, permettant ainsi d'améliorer la santé des animaux. De même, une stratégie de contrôle des hémoparasites devra être mise sur pied afin de réduire leur prévalence.

Mots-clés : tiques, hémoparasites, hématocrite, acaricide.

ABSTRACT

This study was carried out from august to october 2015 in the peri-urban areas of Ngaoundere with the aim of evaluating the prevalence of ticks and tick-borne diseases. Three hundred and eighty seven animals were sampled from a total of eight livestock farms. Blood samples were collected from each animal for the verification of hemoparasites followed by the collection of ticks, which were later identified and counted. The age and sex of each animal was noted to evaluate their effect on parasitemia and tick infestation while the hematocrite served as an indicator of animal health. Interviews made with the herds men permitted the appreciation of counter-measures against ticks used in each firm and the evaluation of their knowledge on ticks. The following ticks were identified through observation *Amblyomma variegatum*, *Rhipicephalus (Boophilus) geigy*, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus*, *Hyalomma marginatum rufipes*, *Hyalomma truncatum*, *Rhipicephalus sanguineus* and *Haemophysalys laechei* with a prevalence of 24.4 %, 1.97 %, 0.91 %, 3.26 %, 0.18 %, 0.74 %, 0.88 % and 0.04 % respectively. Four hemoparasites were identified in blood: *Babesia bovis* (24.1 %), *Babesia bigemina* (4.84 %), *Anaplasma marginale* (62.0 %) and *Anaplasma centrale* (53.5 %). It was noted that the use of acaricides seem to reduce tick infestation significantly but has no effect on the prevalence of hemoparasites. Calves were noted to be more susceptible to ticks, anemia and polyparasitisme than adults. The lower hematocrit level in traditional livestock management cannot be explained by the presence of hemoparasites found during the study. The application of acaricidal products is recommended to reduce tick infestation and thus permitting the amelioration of animal health. Moreover, the high prevalence of hemoparasites is an indication of the necessity of putting in place a control strategy against hemoparasites.

Keywords: Tick, hemoparasites, hematocrit, acaricide.

INTRODUCTION

Les tiques sont à l'origine de pertes substantielles de la production animale dues aux mortalités causées par leur action directe, à la baisse de fertilité et aux maladies qu'elles transmettent (Laamri *et al.*, 2012). Par ailleurs Mbah (1982) estime que près de 63% des mortalités bovines sont dues aux tiques et aux maladies qu'elles transmettent. Les tiques en se nourrissant prélèvent des quantités relativement importantes de sang et transmettent une grande variété d'agents pathogènes responsables des maladies telles que la babésiose, la théileriose, l'anaplasmose et la cowdriose (PAHO, 2003).

Des méthodes de contrôle inappropriées restent la règle dans la plupart des exploitations locales. D'après Achukwi *et al.* (2001), le détiqage étant essentiellement manuel, seule une petite proportion d'éleveurs utilisent occasionnellement des acaricides pour pulvériser leurs animaux. Certains ranches possédant des bains détiqeurs ne les font fonctionner que pendant la saison des pluies. De plus, une stratégie de lutte adéquate peut s'avérer insuffisante, à cause d'une part des résistances aux produits acaricides (Jongejan et Uilenberg, 1994; Morel *et al.*, 2000; Lorusso *et al.*, 2013), et d'autre part à cause de la multiplicité des hôtes (sauvages surtout) qui contribuent à maintenir les populations de tiques (Jongejan et Uilenberg, 1994). Les modifications de l'environnement afin de le rendre défavorable à la prolifération des tiques ont fait l'objet de peu d'études (PAHO, 2003). De ce fait les tiques et les maladies dont elles sont vectrices sont encore une menace pour le développement de l'élevage au Cameroun.

L'objectif de cette étude est de répertorier les différentes espèces de tiques présentes en zone périurbaine de Ngaoundéré et de déterminer la prévalence des infestations par les tiques ainsi que celles des hémoparasites transmis par ces dernières chez les bovins.

Il s'agit de façon spécifique:

- d'estimer le niveau de connaissance des éleveurs sur les tiques, les hémoparasites qu'elles transmettent et les moyens de lutte;
- de récolter, identifier et compter les tiques affectant les bovins ;
- de déterminer la prévalence de quelques Rickettsiales (*Anaplasma marginale* et *Anaplasma centrale*) et Babésiides (*Babesia bovis* et *Babesia bigemina*), transmises par les tiques;
- d'évaluer l'effet de l'infestation des tiques et des hémoparasites sur la santé animale (hématocrite, survenue de l'anémie).

L'atteinte de ces objectifs contribuera à l'établissement de l'état des lieux de l'infestation par les tiques et les hémoparasites qu'elles transmettent dans la zone d'étude.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Position systématique des tiques

Les Arthropodes constituent un groupe très large d'invertébrés, aux caractéristiques diverses et représentant près de 80 % des espèces connues du règne animal. De cette grande diversité, seules quelques espèces ont développées la capacité de vivre exclusivement aux dépens d'autres animaux (Wall et Shearer, 2001). C'est le cas des tiques, des puces, de certains insectes et crustacés.

L'ensemble des tiques se subdivise en trois superfamilles. Celles des :

- Ixodoïdes (Schulze, 1937) ou tiques dures.
- Argasoïdes (Schulze, 1937) encore appelés tiques molles.
- Nuttallielloïdes (Schulze, 1935) avec *Nuttalliella namaqua*, seule représentante de cette superfamille; elle a un intérêt purement zoologique et possède à la fois les caractéristiques morphologiques des Ixodoïdes et ceux des Argasoïdes (Morel *et al.*, 2000).

Morel et Mouchet (1958) ont recensé les tiques présentes au Cameroun et n'ont identifié de façon certaine que des tiques de la superfamille des Ixodoïdes. Notre travail se limitera à l'étude de ces dernières. La superfamille des Ixodoïdes se scinde en deux familles : les Ixodidés ou Prostriata et les Amblyommidés ou Metastriata (Warburton, 1907). Cette distinction ancienne se basait sur la position du sillon anal (antérieur à l'anus chez les Prostriata et postérieur à l'anus chez les Metastriata). De nos jours, les bases de cette distinction ont évolué. Les tiques de la famille des Ixodidae se caractérisent par l'existence de deux paires de soies hypostomales à toutes les stases et par des mâles possédant un nombre impair de plaques ventrales qui adhèrent au tégument par toute leur surface, donnant à celui-ci un aspect cuirassé (Camicas et Morel, 1977). Les représentants des Amblyommidés, eux, ne possèdent qu'une paire de soies hypostomales et leurs mâles sont soit dépourvus de plaques ventrales, soit munis d'un nombre pair de plaques qui n'adhèrent qu'en partie au tégument (Camicas et Morel, 1977).

La figure 1 montre la classification systématique des tiques.

I.2. Anatomie des tiques dures

I.2.1. Anatomie externe

Les arthropodes ont en commun des appendices joints et un exosquelette. Toutefois les tiques se distinguent des autres taxons par un corps subdivisé en deux parties : le gnatosoma, qui contient les pièces buccales portées par une fausse tête (basis capituli) et l'idiosoma, qui constitue le reste du corps et sur lequel prennent attache les paires de pattes (Zajac et Conboy, 2012). On observe, d'après Sonenshine et Roe (2013) une plaque sclérifiée sur la face dorsale des tiques dures (Ixodidés) ; ladite plaque est absente chez les tiques molles (Argasidés).

Comme les autres arthropodes, les tiques possèdent un exosquelette qui joue à la fois le rôle de peau et de squelette : la cuticule. Cette dernière n'est pas uniforme dans l'ensemble du corps de la tique mais varie de plaques rigides sclérifiées à des membranes extensibles. Pour favoriser les mouvements, les plaques sont interconnectées par des membranes flexibles qui agissent comme des articulations (Obenchain et Galun, 1982).

I.2.1.1. Le Gnatosoma

Partie antérieure du corps, le gnathosoma comprend : la base du rostre émaillé (basis capituli ou capitulum, pouvant prendre une forme triangulaire, rectangulaire, trapézoïdale, hexagonale ou pentagonale selon l'espèce) et le rostre, lui-même composé de différents éléments. La base du rostre des adultes est développée et fixée sur des pièces émaillées formant le capitulum dont la pièce basale s'articule dans une échancrure du corps. Les caractères morphologiques du rostre sont des éléments essentiels à la détermination des espèces de tiques dures et à la compréhension de leur rôle pathogène. On distingue les tiques longirostres (rostre nettement plus long que large) des tiques brévirostrires (rostre s'inscrivant grossièrement dans un carré). Voici une brève description des parties constitutives du rostre par Sonenshine et Roe (2013).

L'**hypostome** est une pièce impaire médio-ventrale, résultant de la fusion de 2 pièces paires, portant des denticules dirigés vers l'arrière. Leur disposition est utilisée pour la systématique. Lorsque la tique mâle n'est pas hématophage, on constate une réduction et une irrégularité de ces denticules.

Les deux chélicères sont des organes pairs, dorsaux, en lames mobiles, portés sur deux baguettes, intervenant dans la lésion et la fixation par dilacération des tissus au moment de la pénétration. Ils se terminent par des crochets dirigés latéralement portant trois denticules ou lames. L'ensemble forme une sorte de doigt articulé mû par des muscles qui permettent la rétraction des chélicères dans une gaine.

Les deux pédipalpes sont des organes pairs latéraux à 4 articles (parfois plus ou moins soudés, généralement inégaux). Le dernier article atrophié n'est visible que ventralement, où il apparaît comme inséré dans une dépression du troisième article. Une concavité permet aux pédipalpes de former une sorte d'étui enveloppant les autres pièces au repos.

Chez les femelles on note également la présence de deux aires poreuses sur la face dorsale du capitulum qui sont les abouchements de glandes (organe de Gén ) dont le rôle sécrétoire est d'imperméabiliser les œufs (Morel *et al.*, 2000).

I.2.1.2. L'Idiosoma

L'idiosoma consiste en un podosoma antérieur et un opisthosoma postérieur.

Le Podosoma : porte les pattes et l'orifice génital (chez les adultes). Chez les Ixodidae, le scutum est la principale caractéristique les distinguant des Argasidae. Il est localisé sur la face antérieure dorsale des femelles et des immatures, mais couvre l'ensemble du corps du mâle. Il porte les sillons cervicaux près de la ligne médiane et les plaques latérales (*lateral carinae*) le long de leurs marges latérales. Il est parfois divisé sur sa surface par des sillons (cervical, scapulaire, m diadorsal, latéral, caudal) et son bord postérieur est parfois découpé en festons, au nombre de 11, plus ou moins fusionnés (parfois absents). Sur la face ventrale, l'anus ou uropore, est en position postéro-ventrale alors que l'orifice génital ou gonopore se trouve en position antéro-ventrale. L'uropore est contourné par un sillon anal semi-circulaire en avant chez les Ixodidae (tiques *prostriata*) ou en arrière en forme de coupe chez les *Amblyommidés* (tiques *metastriata*) (Sonenshine et Roe, 2013).

L'Opisthosoma : en arrière du scutum se trouve l'alloscutum caractérisé par d'innombrables stries fines qui représentent les plis de la surface cuticulaire. Dans la suite immédiate du scutum se trouvent les pores fov aux servant à la sécrétion de la phéromone sexuelle (2-6 — dichlorophenol). Chez les ixodid s, les stigmates sont larges, subovales et le spiracle constitue l'ouverture du système respiratoire. Les plaques spiraculaires sont localisées sur les marges latérales du corps, postérieurement aux coxae des pattes IV. Ventralement, on trouve un gonopore et un uropore de structures similaires à ceux décrits dans le Podosoma (Sonenshine et Roe, 2013).

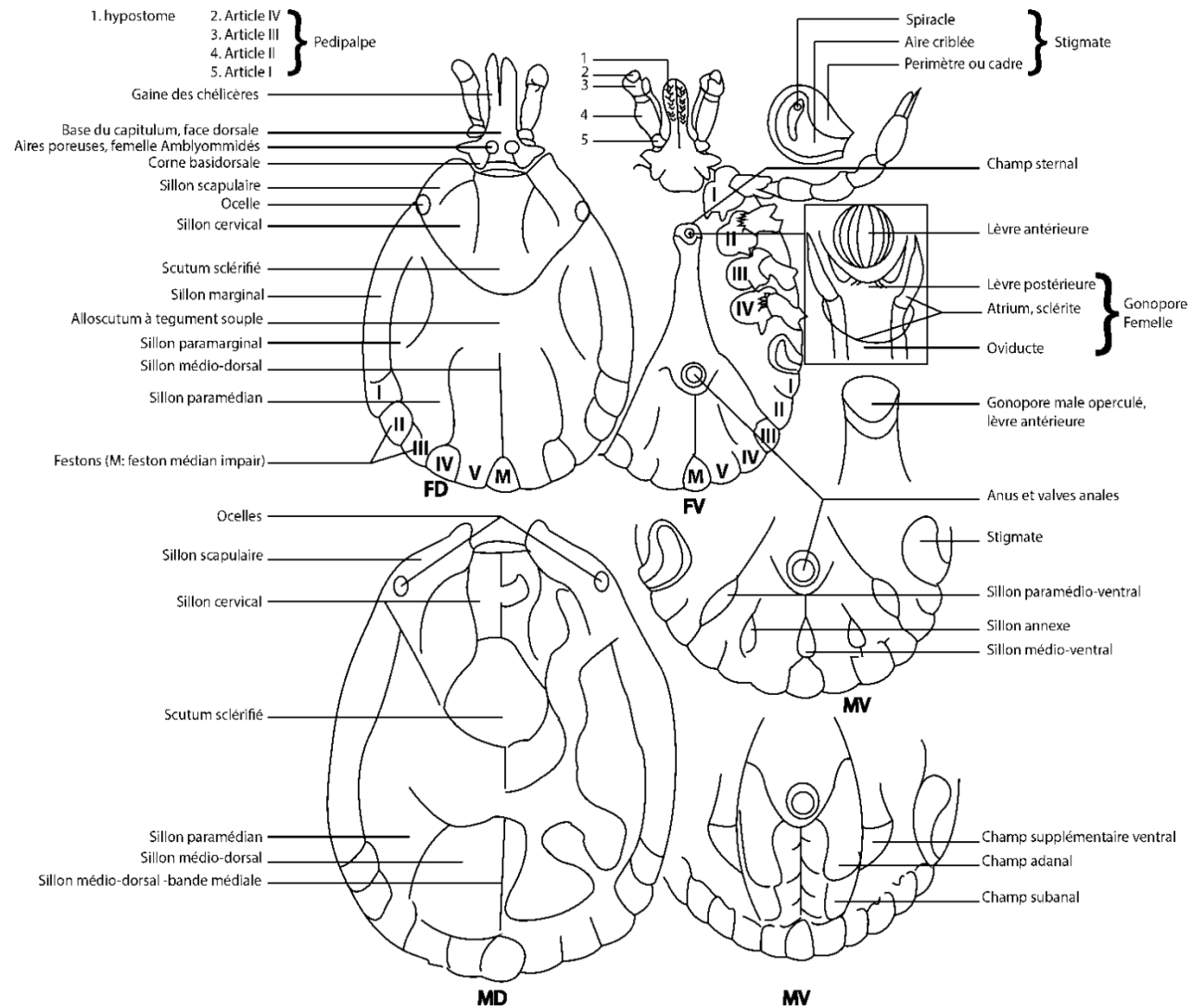


Figure 2: Morphologie externe des tiques adaptée de Morel *et al.* (2000). FD-FV : Femelle face dorsale et ventrale ; MD-MV : mâle face dorsale et ventrale

I.2.1.3. Les pattes

Les tiques possèdent 4 paires de pattes (les larves en ont 3) qui sont subdivisées en 6 podomères : le coxa, le trochanter, le fémur, la patella, le tibia et le tarse. La figure numéro 3 représente la structure de la patte d'une tique molle (*Carios kelleyi*). Le fémur est subdivisé en portions basale et distale. De façon similaire, le tarse est subdivisé en métatarse, tarse et prétarse (Sonenshine, 1968).

Les coxae sont insérés sur la face ventrale du corps. Ils peuvent effectuer une légère rotation dans les plans antéro-postérieur et dorso-ventral. Ceci permet aux tiques de se relever chaque fois qu'elles tombent sur la surface dorsale de leur corps. Les autres segments de la patte sont très flexibles mais peuvent seulement se mouvoir sur un plan (extension, flexion). Ces segments sont connectés les uns aux autres par une cuticule extensible. Le tarse de chaque patte comporte un apotele constitué de griffes et du pulvillus (Pv sur la figure 3 b), qui facilite le déplacement et l'ascension de surfaces lisses. Un appareil sensoriel complexe est présent sur la face dorsale du tarse : l'organe de Haller (l'ouverture de cet organe est représentée par l'indication Ap dans la figure 3b ci-dessous). Cet organe est très important pour la tique dans la mesure où c'est lui qui localise les hôtes potentiels, son odeur, et reconnaît les phéromones libérées par ses pairs (Sonenshine et Roe, 2013).

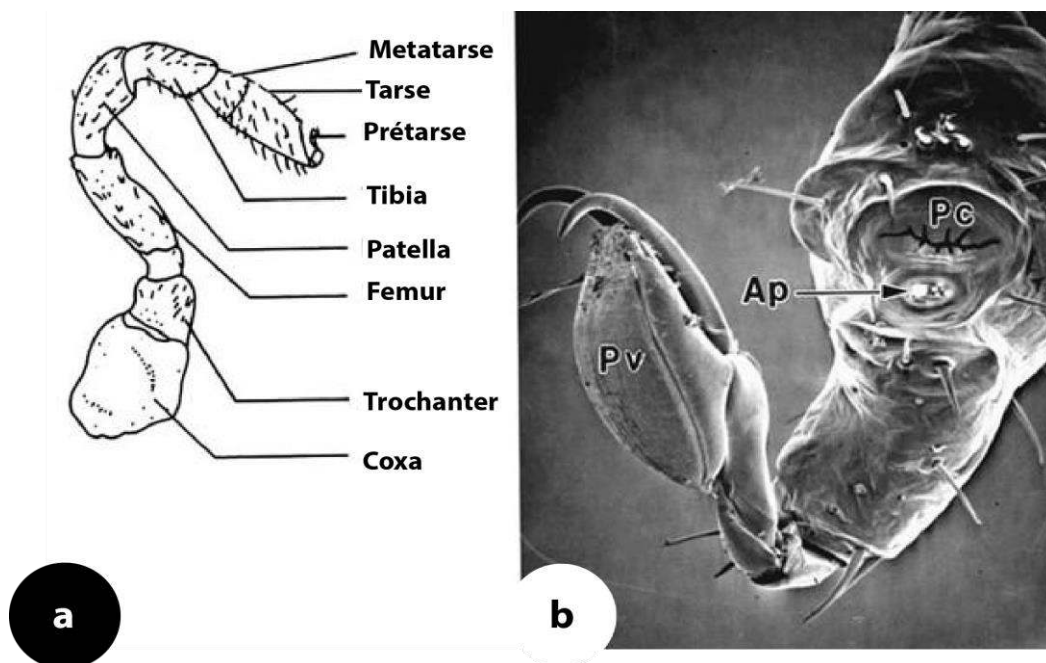


Figure 3: Schéma (a) et photo (b) au microscope électronique à balayage (grossissement x100) d'une patte de tique d'après Sonenshine (1968)

Légende : **Pv** : pulvillus ; **Ap** : fosse antérieure de l'organe de Haller ; **Pc** : capsule postérieure de l'organe de Haller.

I.2.2. Anatomie interne

Seuls sont mentionnés ici les éléments anatomiques qui présentent une importance majeure dans le rôle pathogène des tiques. Ces éléments de morphologie peuvent être mis à profit pour une identification des principaux genres.

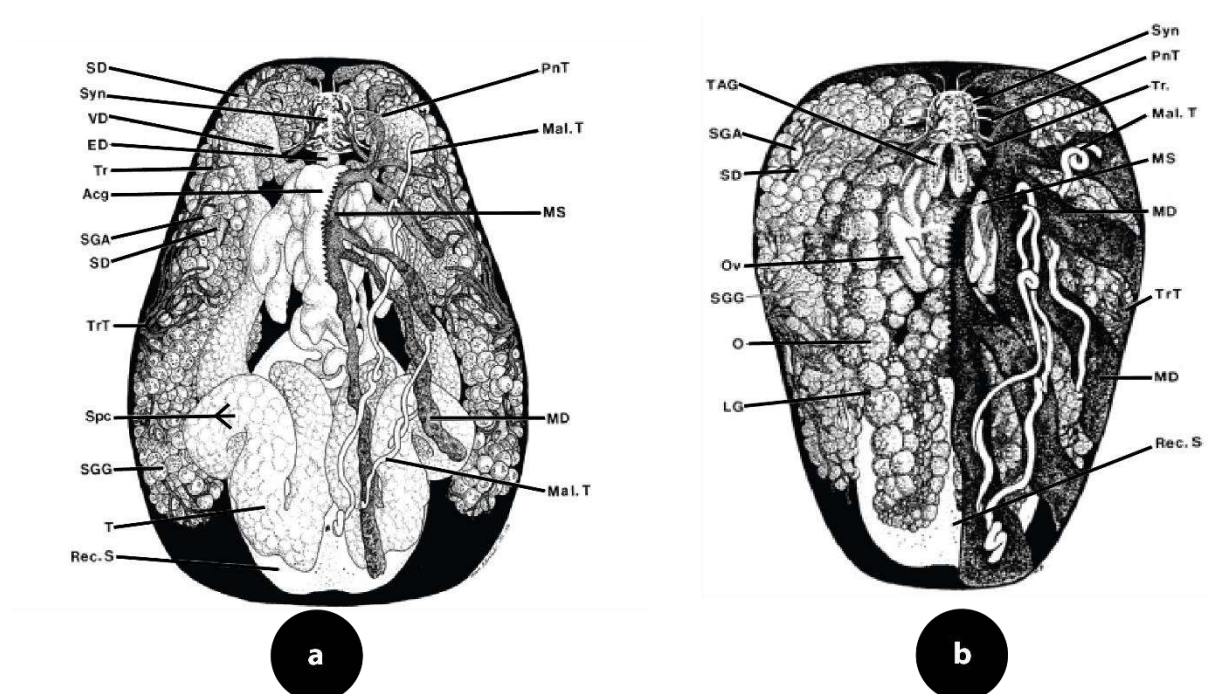


Figure 4: Anatomie interne de la tique d'après Sonenshine et Roe (2013). En a un mâle et en b une femelle

Légende : **Acg** : glande accessoire, **ED** : canal éjaculateur, **MD** : Diverticulum mesogastrique, **MS** : Mesogastre-estomac, **Mal. T.** : Tube Malpighien, **PnT** : tronc nerveux pedal, **Rec. S** : sac rectal, **SGA** : glande salivaire (type I), **SGG** : Glande salivaire (type II et III), **SD** : canal salivaire, **SPC** : Spermatocyste, **Syn** : Synganglion, **T** : testicule, **TrT** : Tronc trachéal, **Tr** : trachée, **VD** : vas deferens, **O** : Ovaire, **Ov** : Oviducte. **TaG** : glande tubulaire accessoire, **LG** : sillon longitudinal (de l'ovaire).

I.2.2.1. La musculature

La musculature des tiques est puissante, avec en particulier des muscles médians, dorso-ventraux. Elle leur permet de se fixer solidement aux supports pendant l'affût, ou au tégument de l'hôte pendant le repas sanguin, mais aussi de se déplacer très activement (François, 2008).

I.2.2.2. L'appareil digestif

Le tube digestif débute par un orifice buccal qui s'ouvre au-dessus de l'hypostome et est limité dorsalement par les chélicères. Un pharynx musculueux et un œsophage étroit lui font

suite. Un estomac central par rapport à l'ensemble du corps est la partie la plus développée. Celui-ci est composé et pourvu de nombreux coeca dorsaux et ventraux, qui sont des diverticules se gonflant lors des repas sanguins, occupant alors les espaces libres de la cavité hémocélienne. L'estomac est lié par un court intestin à l'ampoule excrétrice qui s'ouvre par l'anus. Il existe par ailleurs des glandes cuticulaires qui permettent l'excrétion d'eau et de sels minéraux au cours des repas. L'appareil digestif très diverticulé, se trouve en contact étroit avec les autres organes de la cavité générale, facilitant ainsi le passage de germes pathogènes vers ceux-ci (François, 2008).

Les tiques, qu'elles soient dures ou molles, possèdent une paire de glandes salivaires contenant des acini disposés en grappes. Elles sont situées dans la partie antérolatérale du corps. La salive synthétisée est déversée dans le salivarium ou un canal préoral, réservoir situé au-dessus du pharynx. De ce réservoir part un canal salivaire se jetant dans le canal aspirateur. Presque tous les agents pathogènes transmis par les tiques transitent par cette voie. La salive a des propriétés anti-hémostatiques afin de fluidifier le sang au point de fixation de la tique sur l'hôte et faciliter ainsi le repas sanguin. De plus, elle a des propriétés anti-inflammatoires et dans certains cas des propriétés immunosuppressives afin de limiter la réaction de l'hôte à l'intrusion de la tique (Sonenshine et Roe, 2013). La salive permet le passage de germes pathogènes de la tique vers l'hôte et a une action toxique en plus de son action histolytique. Son action toxique est due à des cellules « venimeuses », plus ou moins disséminées sur le trajet des canaux excréteurs salivaires. Lorsque ces propriétés sont particulièrement marquées, et en fonction des sites de fixation, cette activité venimeuse peut être responsable de « toxicose à tiques » et notamment de phénomènes paralysants (François, 2008).

1.2.2.3. L'appareil génital

L'appareil génital femelle est particulièrement développé. Il est formé d'un ovaire en forme de « fer à cheval ». De chaque extrémité part un oviducte long, sinueux. Les deux oviductes se rejoignent dans un utérus auquel est annexée une spermathèque. L'appareil génital se termine par un vagin, plus ou moins protractile, s'ouvrant sur un gonopore. Chez une femelle de 10 millimètres de long, l'appareil génital déplié atteint 135 millimètres. Le contact étroit, entre les caeca gastriques et l'appareil génital, permet le passage éventuel de certains microorganismes.

Chez le mâle, l'appareil génital présente moins de particularités. Les spermatozoïdes sont contenus dans des capsules, les spermatophores, transmis à la femelle au cours de l'accouplement.

I.3. Biologie des tiques dures

I.3.1. Description d'un cycle évolutif primitif de tique

Le cycle évolutif d'une tique passe obligatoirement par 4 stades : l'œuf, la larve (6 pattes), la nymphe (8 pattes) et l'adulte (8 pattes). Chacun de ces stades nécessite un repas sanguin sur un hôte afin de passer au stade suivant (excepté l'œuf). Les stades sont intercalés par des phases de vie libre. Le temps passé par la tique sur l'hôte représente environ 10 % de sa vie. La plupart des tiques sont immobiles, pratiquant une stratégie d'affût vers la cime de la strate herbacée. Seuls quelques rares genres comme *Hyalomma* approchent activement leurs hôtes. La tique oriente sa première paire de pattes en direction du stimulus olfactif ou visuel. L'organe de Haller localisé sur les pattes détecte les molécules chimiques émises par l'hôte. De même, les vibrations du sol, les ombres peuvent lui indiquer le passage imminent d'un hôte. Une fois le contact établi, la tique se déplace sur son hôte vers son site de fixation préféré. Ce site de fixation peut être très spécifique en fonction de l'espèce de tique (Wall et Shearer, 2001).

La recherche de l'hôte est une activité très risquée pour la tique, car elle devra composer avec les facteurs climatiques, les facteurs physiques et les prédateurs. D'ailleurs, certaines d'entre elles meurent sans trouver un hôte (Wall et Shearer, 2001).

La larve commence la recherche d'un hôte dans les jours qui suivent son éclosion. La durée qui sépare l'éclosion du début de la recherche dépend exclusivement de la température et de l'humidité du microclimat auquel elle est soumise. Dès qu'elle se fixe sur un hôte, elle prend son repas sanguin qui dure entre 4 et 6 jours ; Le repas terminé, la larve tombe au sol. La mue en nymphe ne commence que 2 à 3 semaines plus tard. Après un temps variable qui peut aller de quelques jours à quelques mois, la nymphe se met en quête d'un second hôte, pas nécessairement de la même espèce que le premier. La nymphe trouve un hôte, se nourrit, tombe au sol puis mue en adulte. La femelle adulte, dès qu'elle trouve l'hôte final s'agrippe à lui. Après s'être fixée elle recherche un mâle en parcourant le pelage de l'hôte ; elle s'accouple, puis se gorge de sang et tombe. Elle pond ensuite des milliers d'œufs dans un abri et meurt : elle n'aura vécu qu'un cycle. Le mâle adulte quant à lui, reste attaché à l'hôte et s'accouple avec autant de femelles que possible (Wall et Shearer, 2001).

I.3.2. Facteurs de variations intrinsèques (spécifiques, génétiques) du cycle évolutif des tiques

Les facteurs de variation du cycle évolutif des tiques ainsi que la terminologie y relative ont été largement discutés par Farge (2012) et Morel *et al.* (2000). En voici la substance.

1.3.2.1. En fonction du nombre d'hôtes parasités au cours d'un cycle

Si la tique parasite trois hôtes différents au cours du cycle, elle est dite **triphase** : l'évolution de la tique nécessite la rencontre de trois individus distincts. Il y a trois phases parasitaires séparées entre elles par deux phases à terre, où se passent les pupaisons. C'est le cas des tiques du genre *Amblyomma*.

Si seulement deux hôtes sont parasités, la tique est dite **diphase**. Certaines tiques d'herbivores ont évolué dans le sens de la réduction des phases, par suppression de la nécessité de chute au sol pour effectuer la pupaison larvaire. Dans le cycle diphase ou dixène ainsi défini, les trois stases évolueront sur deux hôtes différents (de la même espèce ou non). Dans la première phase, la larve gorgée mue sur place ; la nymphe qui en provient se refixe à proximité ; en fin de repas nymphal, elle se détache et quitte l'hôte. La pupaison nymphale a lieu au sol. Le gorgement des adultes se fait au cours de la seconde phase parasitaire. On constate que les quelques tiques de ces groupes sont des *Hyalomma* et *Rhipicephalus* de steppes ou de savanes.

Peu de tiques sont **monophases**, elles n'ont alors qu'un hôte unique. C'est une adaptation plus étroite qui supprime la nécessité de chute à terre lors des pupaisons : toutes les stases se succèdent sur un unique vertébré, abordé par la larve. Les pupaisons larvaire et nymphale ont lieu sur l'hôte, au point d'implantation de la larve et de la nymphe ; après l'éclosion de la pupe, la nymphe ou l'adulte se refixe souvent à proximité immédiate du précédent point de fixation (sauf les mâles). On rencontre fréquemment l'exuvie larvaire sur la nymphe qui en provient : l'hôte est abandonné par la tique à la stase d'adulte gorgé. Seuls la ponte, l'incubation et les déplacements des larves en quête d'un hôte se passent au sol. Les hasards des pupaisons et de la recherche des hôtes suivants ont été éliminés. Il s'agit d'un cycle très adapté. Les espèces de ce type, dites monoxènes, sont très peu nombreuses, mais importantes du point de vue vétérinaire ; elles comptent en effet les genres *Boophilus* (*Rhipicephalus*), *Margaropus*, *Anocentor* et *Hyalomma detritum scupense*.

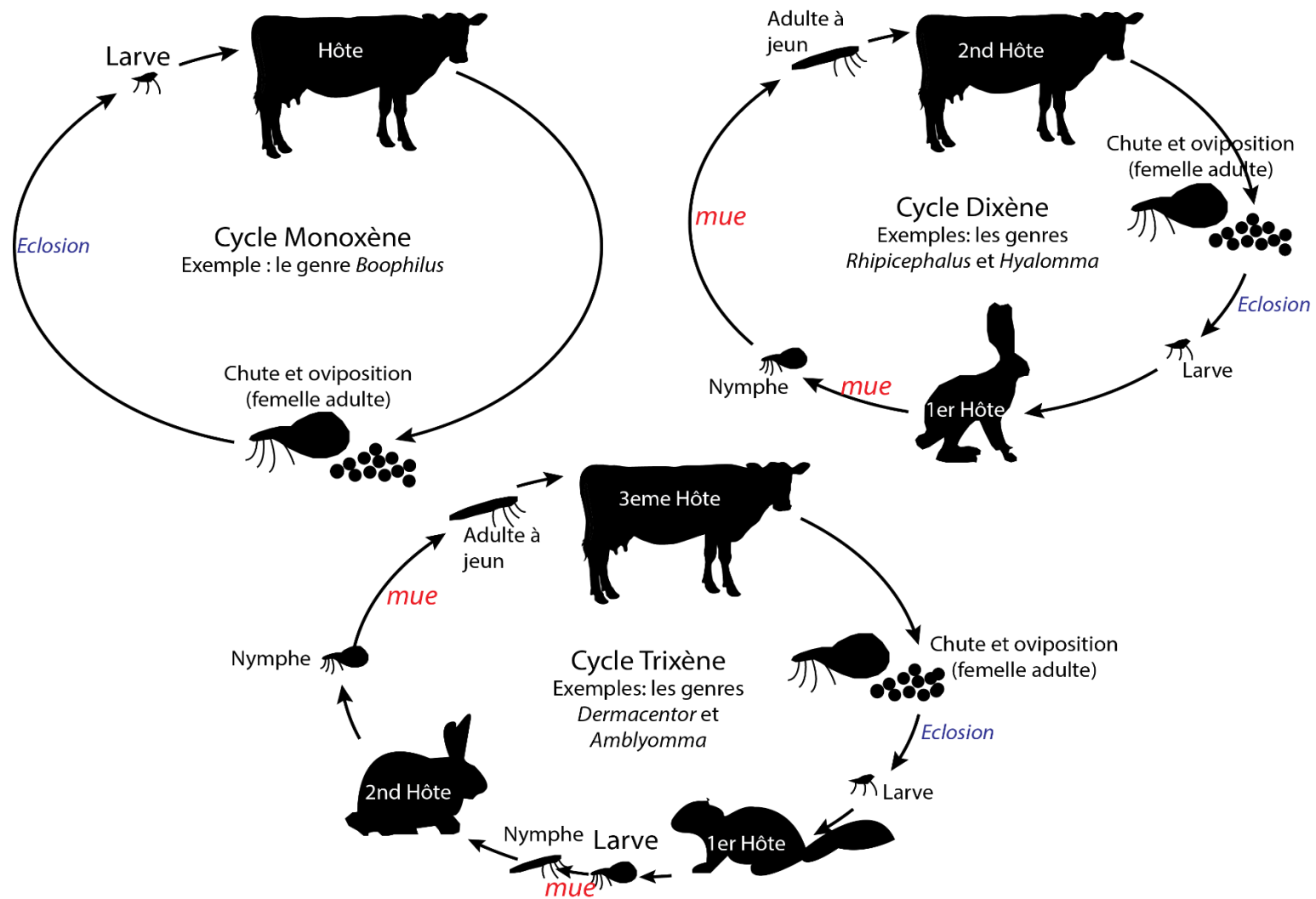


Figure 5: Cycles évolutifs de tiques en fonction du nombre d'hôtes. Adapté d'une image de Vredevoe (2016)

I.3.2.2. En fonction du mode de vie libre (hors de l'hôte)

Les tiques **exophiles** se déplacent à découvert et chassent à l'affût sur l'herbe. C'est le cas des tiques des genres *Amblyomma* et *Dermacentor*. Ces tiques se voient dans les forêts, les bois, en lisière de champs, sur le sol.

Les tiques **endophiles** ont un habitat très spécialisé comme les terriers ou les bâtiments, chenils, toujours à proximité de leurs hôtes préférentiels. C'est le cas de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus*.

Enfin les tiques **mixtes** présentent une variation de caractères : elles sont endophiles ou exophiles selon leurs stases. Par exemple chez la tique *Ixodes ricinus*, les larves et les nymphes sont plutôt endophiles tandis que les adultes sont exophiles.

I.3.2.3. En fonction de leur spécificité pour leurs hôtes

Une tique peut parasiter une ou plusieurs espèces pendant ses différents repas, elle peut être alors :

- **Monotrope** : les préimagos manifestent envers leurs hôtes la même orientation de choix que les adultes (*Rhipicephalus bursa*, *Rh. Evertsi*, *Hyalomma a. anatolicum*, *H.d. detritum*). *Boophilus* est l'aboutissement de ce type évolutif.
- **Ditrope** : Les préimagos se portent vers les petits mammifères, les oiseaux, les reptiles, alors que les adultes ne se retrouvent que sur les grands mammifères. Pour une espèce ditrope, les exceptions à cette constante sont rarissimes dans les conditions naturelles. Ainsi, la plupart des espèces de *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, *Hyalomma* doivent être recherchées aux stases préimaginales sur les rongeurs sauvages (ou dans leurs terriers).
- **Télotrope** : Les préimagos se gorgent sur les vertébrés terrestres disponibles ; les adultes se gorgent sur les grands mammifères seulement. Ce type ne peut, en aucune façon, être assimilé aux deux précédents quoique suivant les espèces il se rapproche de l'un ou de l'autre. *Amblyomma variegatum* et *Rhipicephalus appendiculatus* tendent à être monotropes. Dans le cas d'*Amblyomma variegatum*, 80 à 95 % des individus se gorgent en général sur les grands mammifères : le reste se retrouve sur les oiseaux, les reptiles, les rongeurs et les insectivores.

Nous ajoutons aux facteurs précédemment cités celui du site de fixation sur l'hôte qui est tout aussi important. Ce facteur est lié aux possibilités de pénétration de l'hypostome. Généralement, chez les ongulés les espèces à hypostome court (*Rhipicephalus*, *Dermacentor*,

Haemaphysalis) se fixent sur la tête (intérieur du cornet auriculaire, chignon), l'encolure, les marges de l'anus et le toupillon. Les espèces à hypostome long se fixent sur les parties déclives où la peau est plus épaisse : fanon, ars, ventre, aine, mamelles, testicules, périnée. Dans le cas d'une espèce abondante, le site de fixation majoritaire peut se déplacer à la surface de l'hôte au cours de la saison d'activité de la tique. Si le site est saturé, l'espèce colonise d'autres régions du corps (Awa *et al.*, 2015).

I.3.3. Facteurs extrinsèques du cycle évolutif

L'adaptation d'une espèce de tique à un microhabitat particulier est fonction de son histoire évolutive et de celle de ses hôtes. Elle est en relation avec les facteurs génétiques qui conditionnent les exigences microclimatiques. La présence effective dans les biotopes favorables dépend des fluctuations climatiques locales et de la disponibilité des hôtes passés ou actuels.

I.3.3.1. Facteurs physiques

La survie de la tique est conditionnée par la température (facteur dynamique) et l'hygrométrie (facteur statique) de l'environnement à l'échelle du microclimat dans lequel elle se trouve. D'après Obenchain et Galun (1982), les tiques sont confrontées au problème majeur de l'homéostasie de l'eau. C'est la raison pour laquelle elles doivent contrer par divers mécanismes physiologiques, l'hyperhydratation lors de repas sanguins, ou la déshydratation lors de jeûnes ou de hausses de températures. Les tiques dures résolvent le problème d'hyperhydratation par réinjection du surplus d'eau par la voie salivaire, tandis que les tiques molles le font par rejet à travers l'appareil excréteur. Lors de la raréfaction ou de la perte massive d'eau, les tiques assurent leur survie par un ingénieux mécanisme de recapture actif de vapeur d'eau dans l'atmosphère. Le taux d'humidité relative optimum pour le développement des tiques se trouve entre 75 à 94 %. Lorsque la température et l'humidité relative ne cadrent pas avec les normes homéostatiques de la tique, il s'installe alors une pause hivernale à toutes les stases ; il s'agit d'un arrêt de développement pour les œufs, les pupes ou de la production des œufs chez les femelles gorgées, d'un repos d'hibernation pour les stases préimaginales ou les adultes à jeun (Morel *et al.*, 2000).

I.3.3.2. Facteurs climatiques

Les constantes des conditions particulières de température et d'humidité qui règnent dans un pays sont exprimées par la climatologie. Divers facteurs conditionnent la présence ou l'absence d'une espèce de tique. Car selon les exigences micro — ou méso-climatiques de celle-ci, sa distribution s'inscrira dans certaines zones bioclimatiques homogènes et sera absente dans

d'autres. Plusieurs facteurs interviennent simultanément et combinent leurs effets : ensoleillement, thermométrie, pluviométrie, régime des vents, latitude et altitude (Morel *et al.*, 2000). À l'échelle d'une région, l'examen de ces données est nécessaire pour modéliser de façon précise la répartition géographique d'une espèce de tique ainsi que des pathologies qu'elle transmet (Olwoch *et al.*, 2007). De nombreux programmes (CLIMEX, BIOCLIM) permettent de modéliser la répartition géographique des tiques ainsi que de prévoir de façon précise leur progression due aux changements climatiques mondiaux. De même Gray *et al.* (2008) attribuent la recrudescence des cas de Borréliose et de la maladie de Lyme en Europe, au réchauffement climatique. Ce phénomène serait responsable de la surprolifération des tiques des genres *Ixodes* et *Dermacentor*, par le biais du raccourcissement des hivers.

Dans les climats tropicaux, l'élément prédominant de la variation climatique est la pluviométrie. Le début et la fin de la saison des pluies vont retentir sur les phases du cycle évolutif des tiques. Dans les conditions ordinaires, le parasitisme par les tiques est réduit durant les mois secs : la distribution des tiques se rapproche de celle des isohyètes (Morel *et al.*, 2000).

1.3.3.3. Facteurs agronomiques

Le biotope spécifique à une espèce de tique correspond à un type de végétation, et influencera la gamme des tiques parasitant un bovin à un endroit donné. Il semble que la présence d'agents pathogènes pour les bovins chez les tiques ainsi que le mode de transmission de ceux-ci (transtadial ou transovarier) est associé au type de biotope. Hornok *et al.* (2014) démontrent que *Amblyomma variegatum* est plus abondant dans les plaines montagneuses peu humides, tandis que *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* est complètement absent des savanes à basse altitude où prédomine *Coxiella burnetii*.

I.4. Rôle pathogène des tiques

I.4.1. Rôle pathogène direct

Le site de fixation de la tique sur son hôte est sujet à une hémorragie et une nécrose, suivie d'une inflammation incluant toujours les éosinophiles (Wall et Shearer, 2001). De plus, la plaie de succion peut être colonisée soit par les bactéries ubiquistes du genre *Staphylococcus* entraînant ainsi un abcès, ou par les larves de mouches pour donner naissance à une myiase. Parfois, l'entrée de la bactérie n'occasionne pas seulement un abcès, mais une bactériémie ou une septicémie. Une forte infestation d'un bovin par les tiques résulte en une perte significative de sang, une productivité réduite et même une perte de poids due à l'anxiété et l'agitation permanente de l'hôte (Kaufmann, 1996). La présence d'une neurotoxine dans la salive de la

femelle causerait une paralysie due aux tiques. Environ 40 espèces de tiques sont connues à ce jour pour posséder cette faculté. La toxine injectée à l'hôte par la salive bloquerait les récepteurs de l'Acétylcholine au sein des synapses de nerfs moteurs, empêchant ainsi la neurotransmission (Wall et Shearer, 2001).

Tableau 1: Hémoparasites tropicaux et leurs vecteurs

Agents pathogènes	Vecteurs	Distribution géographique	Références
<i>Babesia bovis</i>	<i>Haemaphysalis punctata</i> , <i>Rhipicephalus bursa</i> , <i>Rhipicephalus (Boophilus) annulatus</i> , <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	zones tropicales et subtropicales	Morel <i>et al.</i> (2000) Kaufmann (1996)
<i>Babesia bigemina</i>	<i>Rhipicephalus (Boophilus) geigyi</i> , <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> , <i>Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus</i> , <i>Rhipicephalus (Boophilus) annulatus</i>	zones tropicales et subtropicales	Kaufmann (1996) Morel <i>et al.</i> (2000)
<i>Anaplasma marginale</i> , <i>Anaplasma centrale</i>	<i>Rhipicephalus (Boophilus) spp.</i>	Partout dans le monde	Morel <i>et al.</i> (2000)
<i>Ehrlichia ruminantium</i> , <i>Ehrlichia bovis</i>	<i>Amblyomma variegatum</i> , <i>A. lepidum</i> , <i>A. gemma</i> , <i>A. pomposum</i> , <i>A. hebraeum</i>	Partout dans le monde	Morel <i>et al.</i> (2000)
<i>Theileria annulata</i>	<i>Hyalomma d. detritum</i> , <i>H. a. anatolicum</i>	Sud de l'Europe, Afrique du Nord, Asie	Kaufmann (1996)
<i>Theileria parva</i>	<i>Rhipicephalus appendiculatus</i> , <i>Rh. Zambeziensis</i> , <i>Rh. Duttoni</i> , <i>Hyalomma truncatum</i>	Afrique centrale, orientale et australe	Kaufmann (1996)

I.4.2. Rôle pathogène indirect

Les protistes transmis par les tiques sont extrêmement nombreux et variés. Le tableau ci-dessus recense ceux qui sont endémique en zone tropicale et régulièrement pathogènes pour les bovins.

Le rôle pathogène indirect des tiques se fait par le biais de la salive qui, lors du repas sanguin, véhicule des agents pathogènes (SAT : *Saliva-assisted transmission* selon les auteurs anglo-saxons). Le site de fixation de la tique sur l'hôte est modifié par les molécules pharmacologiquement actives de la salive, contribuant ainsi à créer une niche écologique favorable aux agents pathogènes. En effet elle contient des molécules antihémostatiques, anti-inflammatoires et immunomodulatrices (Nuttall et Labuda, 2009). Les facteurs de la transmission d'agents pathogènes semblent différer selon l'agent pathogène en cause, l'espèce de tique et l'hôte sur lequel la tique se nourrit. La quête de l'identification des molécules médiatrices de la SAT (Saliva-assisted transmission) est un nouveau challenge pour l'immunologie, susceptible d'ouvrir la voie à une meilleure compréhension des mécanismes régissant l'interaction hôte-tique et de nouvelles voies de contrôles des tiques et des pathologies transmises par les tiques (Nuttall et Labuda, 2009).

I.5. Méthodes de lutte contre les tiques

L'éradication des tiques est impossible, à l'exception des îles où des campagnes d'éradication ont été menées avec succès (Jongejan et Uilenberg, 1994). L'éradication des tiques du genre *Boophilus* aux États-Unis reste une exception notable. Elle a été possible grâce à une application stricte des mesures législatives et surtout parce que les tiques de ce genre ont un seul hôte et une affinité particulière pour le bétail (Jongejan et Uilenberg, 1994). La mise en relation des données épidémiologiques sur les maladies transmises par les tiques avec l'écologie de ces organismes est la base de la construction d'un programme de contrôle.

I.5.1. Lutte chimique

I.5.1.1. Sur l'hôte

La méthode conventionnelle de contrôle des populations de tiques est l'immersion ou la pulvérisation des animaux avec des produits acaricides. L'immersion se fait dans des bains formulations « pour-on » et des acaricides systémiques (Jongejan et Uilenberg, 1994). Par contre, l'utilisation d'acaricides présente de nombreux inconvénients : leur coût élevé, le risque de toxicité sur les veaux et la sélection d'une population de tiques résistantes (Morel *et al.*, 2000). Le choix du rythme des traitements est capital pour la réussite de la lutte, de même que

le soin apporté à leur application. Il n'y a pas d'acaricide miraculeux dont l'emploi dispenserait de toutes autres préoccupations ; il n'y a que des acaricides employés judicieusement et méthodiquement.

1.5.1.2. Sur le biotope

Des acaricides ont pu être répandus dans la végétation afin de combattre des tiques vectrices d'agents pathogènes pour l'Homme. Du point de vue vétérinaire, il semble que l'épandage de grandes quantités d'acaricides ne soit pas compatible avec l'exploitation de la strate herbacée par les herbivores domestiques. Toutefois des traitements acaricides périodiques par aspersion du sol peuvent constituer une solution pour du bétail maintenu en stabulation permanente (Morel *et al.*, 2000).

1.5.2. Lutte biologique

Même si l'emploi des insecticides demeure le moyen de base pour lutter contre la plupart des ectoparasites, diverses méthodes se développent pour agir en complément ou en synergie de ces produits. L'accroissement de l'efficacité et la réduction des effets indésirables des produits acaricides vont de pair avec la sauvegarde de l'environnement. Cuisance *et al.* (1994) ont classé ces méthodes de lutte atypiques en lutte écologique ou agronomique (modification du milieu de vie du parasite), lutte biologique (prédation, parasitisme, pathogène, etc.), lutte génétique (lâchers de mâles stériles, hybridation, manipulations génétiques), et lutte mécanique (piégeage).

Les scientifiques du Centre international de physiologie des insectes et d'écologie au Kenya (ICIPE) auraient découvert qu'en zones humides, les lézards, les fourmis, les rongeurs, les araignées et les oiseaux sont capables de manger jusqu'à 40 % des tiques gorgées de sang. De leur côté, des champignons sélectionnés pour leur effet nocif sur les acariens peuvent détruire jusqu'à 70 % d'une population de tiques, dans des pièges préalablement enduits de phéromones (CTA, 1991). Le poulet est l'un des oiseaux prédateurs de tiques le plus important. L'association bovins - poulets est fréquente dans les élevages traditionnels ; le rôle des volailles comme agent bon marché de lutte biologique dans les programmes de lutte intégrée contre les tiques en Afrique doit être reconsidéré (Cuisance *et al.*, 1994).

1.5.3. Lutte immunitaire

Le développement de vaccins à ADN contre les tiques d'importance vétérinaire en est encore à ses débuts. L'antigène BM86 issu de l'intestin de tiques entre dans la composition de vaccins commerciaux anti-*Boophilus* (*Boophilus microplus* surtout). Ce gène présente

l'avantage de ne pas interagir avec le système immunitaire des bovins. L'efficacité de ce vaccin dépend de la magnitude et de la persistance de l'anticorps ; des rappels peuvent être nécessaires (Ghosh *et al.*, 2007). Le vaccin contre *B. microplus* a été évalué dans ses effets contre d'autres genres de tiques, mais l'amplitude de l'immunisation croisée n'est jamais aussi marquée que contre l'antigène spécifique (Morel *et al.*, 2000).

I.5.4. Lutte physique

Il s'agit de l'arrachage manuel des tiques. Ce procédé est le fait d'élevages pastoraux et traditionnels. Il touche particulièrement les femelles gorgées ou standard ; si les tiques récoltées sont soigneusement tuées (et non pas jetées au sol) par le berger, elles sont éliminées du renouvellement naturel de la population de tiques (Morel *et al.*, 2000).

I.5.5. Lutte agronomique

La rencontre hôte-parasite est l'aboutissement de la période d'attente des tiques sur la prairie. Dans ce cas, la phase d'attente sera d'autant plus brève que les chances de contact avec les hôtes seront plus nombreuses. D'après Cuisance *et al.* (1994), le taux de tiques trouvant un hôte est une caractéristique de l'espèce parasite qui dépend de l'aptitude de la tique à être stimulée par l'hôte, à le détecter, à repérer sa position, à le rejoindre, à s'accrocher à lui et s'y fixer. D'après ces derniers auteurs les interventions limitant les chances de rencontre hôte-parasite sont de plusieurs ordres :

- Le retrait saisonnier des animaux du pâturage aux époques de prolifération ou d'activité maximale d'une espèce de tique particulière ;
- Le retrait périodique à certaines heures de la journée. Le but de cette mesure est d'éviter que les tiques ne se détachent sur la prairie et que les animaux ne pâturent aux heures où les tiques sont les plus actives. BARRÉ (1988) a illustré dans la figure 6 le rythme de détachement des tiques en fonction de l'heure de la journée. Il a ainsi préconisé une mise à l'herbe durant la période de la journée située entre 18 heures du soir et 6 heures du matin. C'est à ce moment que très peu de tiques se détachent des hôtes et infestent les prairies et où très peu de tiques à jeun sont actives et se fixent sur les hôtes.

BARRÉ (1988) a ajouté que la longévité des nymphes et surtout des adultes d'*Amblyomma variegatum* est telle que la diminution de l'infestation par la pratique de la rotation des animaux sur les pâturages est inapplicable.

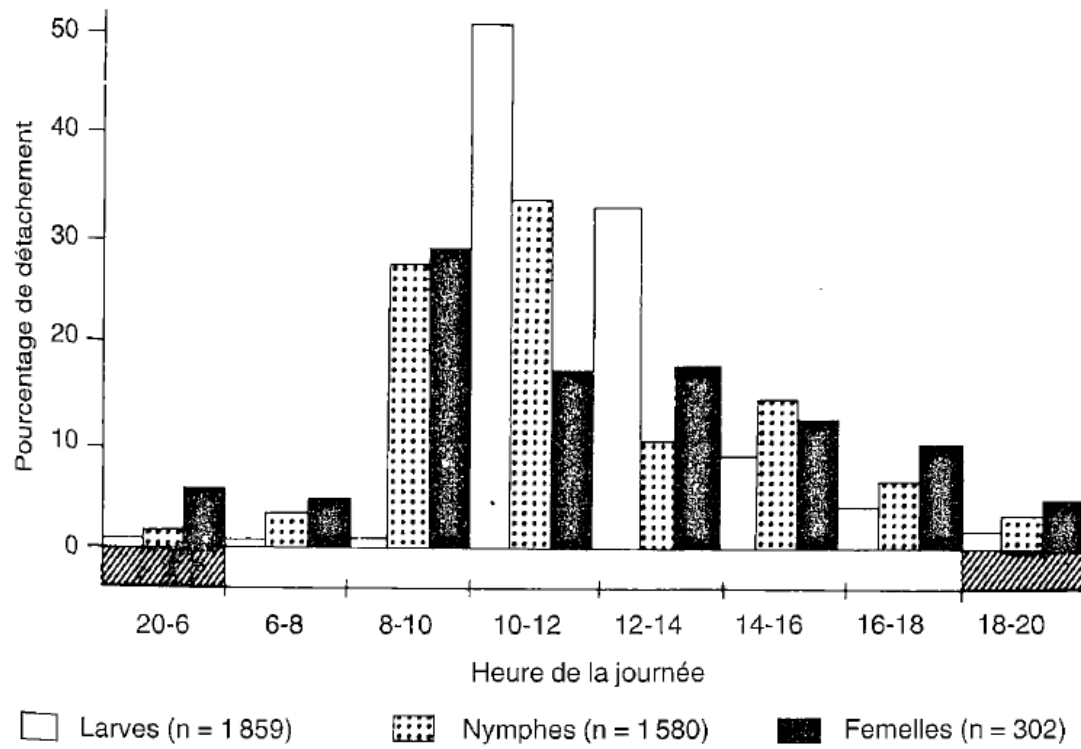


Figure 6: Rythme de détachement des trois stades de la tique *Amblyomma variegatum* en fonction de l'heure de la journée d'après Barré(1988)

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel

II.1.1. Milieu d'étude

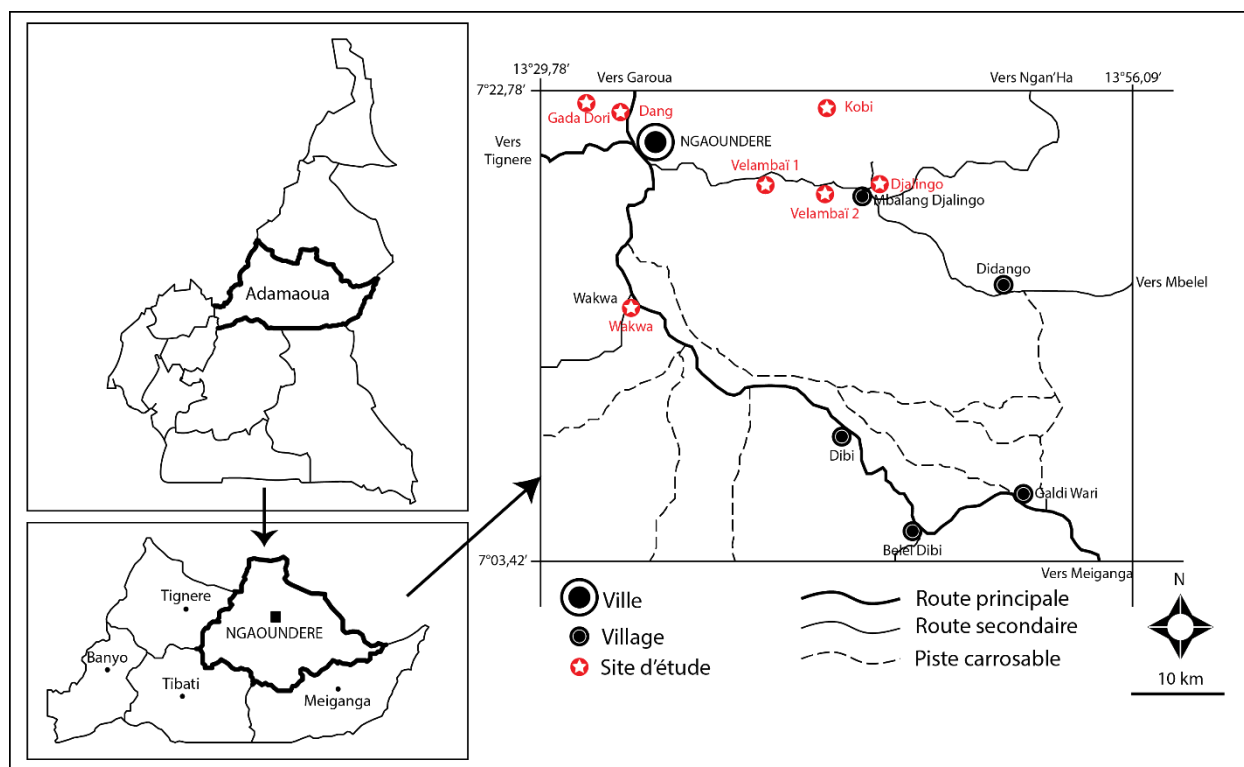


Figure 7: Localisation des fermes choisies pour l'étude

Les travaux se sont déroulés d'août à octobre 2015 dans la zone périurbaine de Ngaoundéré, chef-lieu du département de la Vina et de la région de l'Adamaoua (Cameroun). L'Adamaoua est une région de transition entre le sud Cameroun forestier et les savanes soudaniennes du Nord Cameroun. Elle se situe entre $6^{\circ}20'$ et $7^{\circ}40'$ de latitude Nord et 11° et 15° de longitude Est (Mbahe, 1998). Elle couvre une superficie de $63\,701\text{ km}^2$ (INC, 2011). Avec une population à majorité rurale et estimée à plus de 1 000 000 d'habitants, soit près de 17 habitants au km^2 , elle représentait en 2010, 5,2 % de la population du Cameroun. Plusieurs groupes ethniques sont présents dans la région : les Foulbés, les Bororo et les Haoussas, les Gbaya, les Kaka, les Tikar, les Konja, les Vouté, les Mboum et les Dourou. L'islam est la religion dominante de la région. Le climat est de type soudano-guinéen avec une longue saison de pluie allant d'avril à octobre et une saison sèche qui va de novembre à Mars. L'altitude élevée de la région donne un climat relativement frais avec des températures moyennes de 25°C

pour la saison froide et 31°C pour la saison chaude. Les précipitations mensuelles atteignent 1 500 mm en saison de pluie.

Le plateau de l'Adamaoua est une terre d'élevage privilégiée en zone soudanienne car la saison sèche y est moins sévère que plus au Nord du pays (Boutrais, 1974). On y trouve essentiellement deux types d'élevages dominants, à savoir, le type « Ranching » appartenant à des hommes d'affaires ou à des particuliers épargnants et l'élevage traditionnel extensif semi-transhumant. Le prestige et la sécurité financière sont les buts des promoteurs des fermes (Mingoas *et al.*, 2014).

II.1.2. Moment et durée de l'étude

La saison pluvieuse et le début de la saison sèche correspondent à la période d'activité des adultes et des nymphes de nombreuses espèces de tiques précédemment répertoriées par Morel et Mouchet au Cameroun (*Amblyomma* spp., *Aponomma* spp., *Dermacentor* spp., *Boophilus* spp., *Hyalomma* spp., *Rhipicephalus* spp.). Ces espèces jouent au Cameroun, un rôle essentiel dans la transmission de nombreux hémoparasites (Morel et Mouchet, 1958). D'où le choix de la période s'étendant d'août à octobre 2015 pour mener cette étude.

II.2. Méthodes

II.2.1. Échantillonnage des fermes

Chaque ferme sélectionnée était géoréférencée par un GPS. Cinq localités de la zone d'étude ont été choisies: Vela Mbaï, Dang, Darang, Wakwa et Borongo. Les animaux étudiés, au nombre de 387, ont été tirés de 8 fermes choisies parmi les 5 localités choisies dans la zone d'étude (tableau 2).

Tableau 2: Liste des fermes choisies pour l'étude

Zones	Fermes
Vela Mbaï	Vela Mbaï 1, Vela Mbaï 2
Djalingo	Djalingo
Wakwa	Station zootechnique de Wakwa (plus précisément les troupeaux F8, F13, F14, F19 et F21)
Gada dori	Gada dori 1 et Gada dori 2
Dang	Ferme d'application de l'École des Sciences et de Médecine Vétérinaire
Borongo	Ferme de Kobi

II.2.2. Collecte des données

II.2.2.1. Enquête

Les informations sur le terrain ont été consignées dans deux fiches. La première regroupe les observations effectuées sur les animaux étudiés. Il s'agit du numéro de l'animal, de son sexe, de son âge, du numéro d'ordre de l'échantillon et de la date. La seconde est une fiche d'enquête évaluant le niveau des connaissances des éleveurs sur les tiques, les hémoparasites transmis par ces dernières et les méthodes de lutte.

II.2.2.2. Collecte des tiques

La collecte des tiques s'est faite sur des sites anatomiques définis au préalable : la tête, les oreilles, le fanon, le dos, l'abdomen, la région interdigitée, queue et zone vulvo-anale, selon le procédé défini par Kaiser (1987). Les tiques ont été prélevées sur une moitié du corps puis la charge parasitaire par animal a été obtenue en doublant le nombre de tiques dénombrées.

Toutes les tiques visibles (quel que soit le stade de développement) étaient prélevées manuellement, en saisissant la base du rostre (capitulum) et en effectuant une rotation tout en tirant doucement, afin de ne pas perdre les pinces de la tique dans la peau de l'animal. Ensuite elles ont été transférées dans un tube contenant de l'éthanol à 70 %, immédiatement étiqueté.

L'identification des tiques a été réalisée au microscope stéréoscopique avec l'aide du personnel du centre de recherche de l'IRAD de Wakwa, grâce aux clés phénotypiques de Hoogstraal (1956), de Mathysse et Colobo (1987), et de Morel (1980). Les tiques identifiées ont été comptées et enregistrées par espèce, par sexe et stade de développement.

II.2.2.3. Prélèvement du sang et identification d'hémoparasites

Environ 3 à 5 millilitres de sang ont été prélevés, sur chaque animal au niveau de la veine jugulaire dans des tubes vacuitener contenant de l'EDTA (acide éthylène diamine tétra acétique). L'EDTA est utilisé comme anticoagulant, notamment dans les tubes de sang, puisqu'il capte les ions Ca^{2+} , nécessaires au bon déroulement de la coagulation. Le sang ainsi collecté était conservé dans une glacière contenant des containers étanches d'azote liquide. Une fois au laboratoire de l'IRAD (Institut de Recherche Agricole pour le Développement) de Wakwa, dans les heures qui suivent le prélèvement, le sang était transféré des tubes aux microtubes à hématocrite héparinés, puis centrifugé à une vitesse de 3500 tours/minute. L'hématocrite de chaque animal était lu sur un lecteur à hématocrite. Chaque échantillon de sang était préparé sur lame grâce aux techniques de frottis sanguin et coloration de MAY-GRÜNWALD-GIEMSA. Les lames ainsi préparées ont été observées au microscope optique, au

grossissement x100, afin d'y déceler la présence d'hétoparasites des genres *Babesia* et *Anaplasma*.

II.2.3. Analyse des données

Un triage des données a été effectué au préalable sur la base de l'âge, du sexe, des zones d'élevage et enfin des troupeaux, dans le logiciel Excel 2013[®] (Microsoft corporation Inc.). Les groupes d'âge étaient constitués en veaux (0-6 mois), juvéniles (6-24 mois) et adultes (plus de 24 mois) comme le décrivent Lorusso *et al.* (2013). Les données ont été analysées grâce au logiciel R version 3.2.0[®] (<http://www.r-project.org>), afin de rechercher l'influence de facteurs de risque (âge, sexe, stratégie de lutte contre les tiques) sur l'infestation des tiques, puis les effets de cette infestation (hématocrite, anémie). Le calcul de la prévalence de chaque espèce de tiques a été effectué à l'intervalle de confiance de 95 %, grâce au package « Survey » du logiciel **R**[®]. Les charges parasitaires moyennes de tiques avec leurs erreurs standard ($\pm$ SE) ont été calculés pour chaque ferme, chaque espèce de tique et chaque groupe d'âge. Les décomptes cumulatifs des tiques ont été comparés par groupes constitués sur la base du mode d'élevage (traditionnel ou moderne) grâce au test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Chaque ferme a vu sa prévalence aux hétoparasites évaluée, afin de rendre compte des fluctuations intergroupes de l'infestation. Le lien entre la prévalence de la tique du genre *Boophilus* (*Rhipicephalus*) et celles de *Babesia bovis* et *Babesia bigemina*, a été recherchée grâce au test d'indépendance du Khi-carré de COCHRAN–MANTEL–HAENSZEL.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. RESULTATS

III.1.1. Connaissances des éleveurs sur les tiques

Le tableau ci-dessous représente les données extraites du traitement des fiches d'enquêtes.

Tableau 3: Résultats du dépouillement des fiches d'enquête

	Choix	Effectif	Pourcentages (%)
Connaissance de l'existence des tiques	Oui	8	100
	Non	0	0
Connaissance de l'identification des tiques (genre)	<i>Amblyomma</i>	0	0
	<i>Boophilus</i>	0	
	<i>Rhipicephalus</i>	0	
	Autres	0	
Connaissance des effets directs des tiques	Spoliation sanguine	8	100
	Lésions cutanées	0	0
	Actions toxiques	0	0
Connaissance des effets indirects des tiques	Babésiose	0	0
	Anaplasmosse	0	0
	Cowdriose	0	0
	Autres	0	0
Méthode utilisée pour combattre les tiques	Détiquage manuel	4	50
	Bain détiqueur	1	12,5
	Pulvérisation	3	37,5
	Pour on	0	0
	Pédluve	0	0
Période de mise en place de la prophylaxie anti-tiques	Saison de pluie uniquement	0	0
	Saison sèche et saison de pluie	4	50
Personne chargée du traitement de maladies	Promoteur	3	37,5
	Berger	1	12,5
	Vétérinaire	1	12,5
	Auxiliaire vétérinaire	3	37,5

Les bergers connaissent les tiques et la spoliation sanguine qu'elles occasionnent chez leurs animaux. Cependant, ils ne différencient pas les tiques en espèces. De même, ils ignorent les effets pathogènes indirects des tiques.

La moitié des fermes détiquent leurs animaux par arrachage manuel. Une ferme sur 8 utilise un bain détiqueur (12.5 %) et près du tiers des fermes (37.5 %) se servent d'un pulvérisateur à dos pour asperger leurs animaux d'un produit acaricide. De même, la moitié des fermes déparasite leurs animaux en saison sèche et en saison de pluie.

Une ferme sur 8 requiert les services d'un vétérinaire pour la gestion sanitaire du troupeau. Dans 37.5 % des cas, c'est le promoteur de la ferme lui-même qui assure le suivi sanitaire de ses animaux et 37.5 % des fermes sont suivies par un auxiliaire vétérinaire. Les 12.5% de fermes restantes sont traitées par les bergers.

III.1.2. Prévalence des tiques des bovins

L'examen au microscope de tiques prélevées a permis d'identifier huit espèces de tiques: *Amblyomma variegatum*, *Rhipicephalus (Boophilus) geygei*, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma truncatum*, *Hyalomma marginatum rufipes* et *Haemophysalis laechei*. Le tableau 4 donne le bilan du décompte et l'identification de ces tiques. Un total de 680 tiques a été prélevé. Les prévalences de l'infestation par les espèces recensées ont été calculées. Les proportions ont été évaluées avec un intervalle de confiance de 95 %.

Tableau 4: Répartition des tiques identifiées et prévalence des infestations

Espèce de tique	Mâles	Femelles	Total	Fréquence de l'espèce (%)	Prévalence en % (Intervalle de confiance à 95 %)
<i>Amblyomma variegatum</i>	598	488	1086	79,85	24,4 (19,0-30,0)
<i>Boophilus geygei</i>	2	34	36	2,65	1,97 (0,35-4,00)
<i>Boophilus annulatus</i>	2	12	14	1,03	0,91 (-0,23-, 0,20)
<i>Boophilus decoloratus</i>	0	100	100	7,35	3,26 (1,30-5,00)
<i>Hyalomma truncatum</i>	2	4	6	0,44	0,18 (0,04-0,00)
<i>Hyalomma marginatum rufipes</i>	30	22	52	3,82	0,74 (0,46-1,00)
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	28	36	64	4,70	0,88 (0,58-1,00)
<i>Haemophysalis laechei</i>	2	0	2	0,14	0,04 (0,01-0,00)
Totaux	664	696	1360	100	

Le tableau 5 recense les charges parasitaires moyennes par animal et par ferme. On peut remarquer que la ferme ESMV a la charge parasitaire moyenne la plus élevée (20,35 tiques par animal), tandis que la ferme Velambaï1 affiche la charge parasitaire la plus basse (0,40 tique par animal). Le tableau 5 présente également l'effectif de sous-populations sélectionnées dans chaque ferme dans le cadre de l'étude. Les estimations des charges parasitaires moyennes pour chaque ferme ont tenu compte du mode d'échantillonnage afin de calculer l'intervalle de confiance à 95 %. On a observé une différence significative entre les charges parasitaires moyennes par ferme ($p < 0,01$). Il y a donc un facteur de variation de la charge parasitaire moyenne par ferme.

Tableau 5: Charges parasitaires moyennes en tiques en fonction des fermes

Nom de code de la Ferme	Effectif échantillonné	Effectif total de la ferme	Nombre de tiques collectées	Nombre moyen de tiques/animal	Valeur de P
Velambaï1	50	100	20	0,40±0,13	< 0,001
Velambaï2	51	100	214	4,19±0,58	
Djalingo	50	100	54	1,08±0,34	
Wakwa	140	2000	166	1,18±0,26	
Ferme ESMV	17	18	346	20,35±1,95	
Gada Dori 1	23	50	166	7,22±0,61	
Gada Dori 2	35	50	272	7,77±0,63	
Kobi	21	25	122	5,81±0,63	
Totaux	387	2442	1360	2,02±0,18	

Les sujets de l'étude ont été subdivisés suivant le mode de lutte contre les tiques. Les charges parasitaires des groupes ainsi obtenus ont été comparées à l'aide du test de Kruskal-Wallis (tableau 6) afin d'expliquer la variation de la charge parasitaire moyenne en tiques par animal. Nous avons baptisé « moderne » le groupe d'animaux appartenant à une ferme où existait une politique de lutte contre les tiques, tandis que celui où le détiquage était manuel a été nommée « traditionnelle ». Il ressort de cette ségrégation que les fermes « traditionnelles » ont une charge parasitaire moyenne supérieure à celles dites « modernes ». Il y a une différence significative entre les deux moyennes ($p < 0,001$). La stratégie de lutte contre les tiques a une influence sur la charge parasitaire moyenne en tiques.

Tableau 6: Charges parasitaires moyennes en tiques en fonction de la méthode de lutte

Méthode de lutte	Effectifs de bovins	Nombre de tiques prélevées	Charge infestante moyenne/animal	Valeur de P
Traditionnelle	96	906	9,44±0,54	< 0,001
Moderne	291	454	1,56±0,18	

La charge parasitaire moyenne a été évaluée par classe d'âge (tableau 7). Compte tenu de nombre restreint de veaux échantillonnés, l'effectif global a été subdivisé en deux sous-groupes : les jeunes (âgés de moins de 2 ans) et les adultes (âgés de plus de 2 ans), de façon similaire que Lorusso *et al.* (2013). Il ressort de ce tableau que les adultes sont plus infestés que les jeunes avec une différence statistique significative entre les deux moyennes ($p < 0,01$).

Tableau 7: Charges parasitaires moyennes des tiques en fonction de l'âge

Catégorie d'âge	Effectifs de bovins	Nombre de tiques prélevées	Charge infestante moyenne/animal	Valeur de P
Jeune (< 24 mois)	63	286	4,53±0,47	< 0,01
Adulte (>24 mois)	324	1074	3,31±0,19	

L'influence du sexe des animaux sur l'infestation par les tiques a également été recherchée. Aucune différence significative n'a été observée entre les charges parasitaires moyennes des bovins mâles et femelles (tableau 8).

Tableau 8: Charges parasitaires moyennes des tiques

Sexe	Effectifs de bovins	Nombre de tiques prélevées	Charge infestante moyenne/animal	Valeur de P
Mâle	98	406	4,14±0,32	0,7314
Femelle	289	954	3,30±0,21	

III.1.3. Prévalence des hémoparasites transmis par les tiques

Les prévalences des 4 hémoparasites transmis par les tiques ont été déterminées : il s'agit de *Babesia bigemina* agent de la piroplasmose bovine, *Babesia bovis* agent de la Babésiose bovine et *Anaplasma marginale* agent de l'Anaplasmose bovine. La présence d'*Anaplasma centrale* a également été recherchée. Le tableau ci-dessous montre qu'*Anaplasma marginale* et *Anaplasma centrale* sont les plus prévalents dans la zone d'étude.

Tableau 9: Prévalences de quelques hémoparasites transmis par les tiques

Espèce parasitaire	Effectifs de bovins touchés	Prévalence en % (intervalle de confiance à 95 %)
<i>Babesia bovis</i>	113	24,1 (18,5-30,0)
<i>Babesia bigemina</i>	39	4,84 (2,55-7,00)
<i>Anaplasma marginale</i>	250	62,0 (55,5-69,0)
<i>Anaplasma centrale</i>	220	53,5 (46,8-60,0)

III.1.3.1. Lien entre les *Babesia* et leurs vecteurs

D'après le tableau 10, aucun lien entre *Boophilus (Rhipicephalus)* et *Babesia* n'a été trouvée. L'infestation par *B. bovis* ou par *B. bigemina* est homogène au sein des fermes, des catégories d'âge, des sexes et au sein des modes de lutte contre les tiques. La prévalence des tiques semble donc indépendante de la prévalence des parasites du genre *Babesia* qu'elles transmettent.

III.1.3.2. Lien entre les *Anaplasma* et leurs vecteurs

Nous n'avons pas trouvé de lien entre la prévalence des tiques et celles des hémoparasites *Anaplasma* spp. à l'échelle des fermes et des modes d'élevage, des catégories d'âges et du sexe (tableau 10). Pareillement à *Babesia*, la prévalence des parasites du genre *Anaplasma* ne dépend pas de la prévalence de ses vecteurs biologiques.

Tableau 10: Prévalences des hémoparasites et de leurs vecteurs à l'échelle des fermes

		Prévalence en % des tiques du genre <i>Boophilus</i> ±SE	Prévalence en % des <i>Babesia</i>				Prévalence en % des <i>Anaplasma</i>			
			Prévalence en % de <i>B.</i> <i>bovis</i> ±SE	P	Prévalence en % de <i>B.</i> <i>bigemina</i> ±SE	P	Prévalence en % d' <i>A.</i> <i>marginale</i> ±SE	P	Prévalence en % d' <i>A.</i> <i>centrale</i> ±SE	P
Ferme	Velambaï1	2,00±1,41	32,00±4,71	0,9535	26,00±4,43	0,5026	64,00±4,84	0,3836	52,00±5,04	0,8542
	Velambaï2	9,80±2,94	25,50±4,31		11,76±3,18		60,78±4,83		58,82±4,87	
	Ferme ESMV	11,76±1,89	23,52±2,50		5,88±1,38		64,70±2,81		58,82±2,90	
	Djalingo	2,00±1,41	42,00±5,00		14,00±3,50		60,00±4,94		44,00±5,01	
	Gada Dori 1	17,39±5,93	26,08±6,87		0,00±0,00		52,17±7,82		47,82±7,82	
	Gada Dori 2	45,71±4,67	51,42±4,69		20,00±3,75		80,00±3,75		80,00±3,75	
	Kobi	0,00±0,00	19,05±3,51		4,76±1,90		95,23±1,90		90,47±2,62	
	Wakwa	3,57±1,51	22,14±3,39		2,85±1,36		61,42±3,98		52,85±4,08	
Mode	Moderne	3,59±1,34	23,54±3,02	0,4606	4,60±1,23	0,166	61,46±3,54	0,3809	52,58±3,63	0,9532
	Traditionnel	23,62±2,67	33,46±3,01		8,58±1,37		71,05±0,09		67,98±3,11	
Catégorie d'âge	Adulte	4,55±1,44	23,13±3,12	0,3842	4,28±1,30	0,2582	60,86±3,67	0,8358	52,99±3,75	0,4524
	Jeune	6,44±1,34	31,50±6,44		8,97±1,98		70,64±6,38		57,12±7,45	
Sexe	Mâle	4,12±2,42	31,25±6,46	0,3048	4,12±2,42	0,2094	56,00±7,00	0,8512	46,88±7,00	0,4397
	Femelle	4,98±1,50	21,92±3,12		4,98±1,5		63,89±3,77		55,53±3,90	

III.1.3.3. Facteurs de variation de l'infestation aux hémoparasites

Les tableaux 11 et 12 ci-dessous représentent le lien existant entre la catégorie d'âge et le sexe avec l'infestation à *Babesia* et à *Anaplasma*. Les valeurs de P obtenues après la réalisation du test du Khi-carré, montrent une indépendance de l'âge et du sexe sur l'infestation à *Babesia* (*B. bovis* et *B. bigemina*) et à *Anaplasma* (*A. marginale* et *A. centrale*).

Tableau 11: Effectifs issus du croisement de la catégorie et du sexe avec la présence ou non des *Babesia*

Facteur		<i>Babesia bovis</i>			<i>Babesia bigemina</i>		
		négatif	positif	P	négatif	positif	P
Catégorie d'âge	adulte	205	74	0,062	254	25	0,2407
	jeune	69	39		94	14	
Sexe	femelle	263	26	0,2251	208	81	0,3842
	mâle	85	13		66	32	

Tableau 12: Effectifs issus du croisement de la catégorie et du sexe avec la présence ou non des *Anaplasma*

Facteur		<i>Anaplasma marginale</i>			<i>Anaplasma centrale</i>		
		négatif	positif	P	négatif	positif	P
Catégorie d'âge	adulte	100	179	0,7702	123	156	0,5512
	jeune	37	71		44	64	
Sexe	femelle	98	191	0,2924	120	169	0,2662
	mâle	39	59		47	51	

III.1.3.4. Prévalence du Polyparasitisme

Le polyparasitisme a également été étudié. Le tableau ci-dessous recense les prévalences des infestations conjointes à *Babesia* spp. et à *Anaplasma* spp. Le calcul de la prévalence du polyparasitisme à l'échelle globale donne un taux de 24,4 % d'animaux touchés (avec un intervalle de confiance à 95 % de 18,8-30,0 %). Le tableau 13 montre que les fermes ne sont pas affectées au même degré par le polyparasitisme. En effet il n'y a aucune différence significative entre les prévalences du polyparasitisme entre les fermes « modernes » et les fermes « traditionnelles ». Cependant les jeunes semblent être plus touchés que les adultes ($P < 0,01$).

Tableau 13: Fréquences du polyparasitisme à l'échelle des fermes, du mode d'élevage et des classes d'âge

		Prévalence en % du polyparasitisme $\pm$ SE	Valeurs de P
Ferme	Velambaï1	42,00 $\pm$ 4.98	0,005851
	Velambaï2	27,45 $\pm$ 4.41	
	Ferme ESMV	23,52 $\pm$ 2.49	
	Djalingo	40,00 $\pm$ 4.94	
	Gada Dori 1	21,73 $\pm$ 6.46	
	Gada Dori 2	51,42 $\pm$ 4.69	
	Kobi	19,04 $\pm$ 3.51	
	Wakwa	22,14 $\pm$ 3.39	
Mode d'élevage	Traditionnel	31,93 $\pm$ 2.89	0,6129
	Moderne	23,94 $\pm$ 3.02	
Classe d'âge	Adulte	23,21 $\pm$ 3.12	0,01707
	Jeune	33,30 $\pm$ 6.51	
Sexe	Mâles	17,39 $\pm$ 4.67	0,6369
	Femelles	17,44 $\pm$ 2.66	

III.1.4. Evaluation de l'anémie

Les animaux avec un hématokrite inférieur à 24 % ont été considérés comme anémiés comme le préconisent Biyazen *et al.* (2014). Le calcul de la prévalence globale de l'anémie, à l'aide de la fonction *svyciprop* () du package R[®], est de 5,51 % (avec un intervalle de confiance à 95 % de 3,22 à 8,00 %).

Le tableau 14 montre les fréquences de l'anémie calculées pour chaque ferme, mode d'élevage, catégorie d'âge et sexe. Les comparaisons de ces prévalences grâce au test non paramétrique de Kruskal-Wallis montrent une différence significative entre les fermes, les modes d'élevage et les classes d'âge. Donc les prévalences varient de façon significative entre les fermes. La fréquence de l'anémie est plus élevée significativement ($p < 0,01$) dans l'ensemble des fermes traditionnelles que dans les fermes modernes. De même les jeunes sont plus anémiés que les adultes. Le sexe semble n'avoir aucun effet sur la survenue de l'anémie.

Tableau 14: Prévalences de l'anémie par ferme, mode d'élevage, catégorie d'âge et par sexe

	Prévalences en % $\pm$ SE	Valeur de P
Fermes	Velambai1	12,00 $\pm$ 3,28
	Velambai2	9,80 $\pm$ 2,94
	Ferme ESMV	0,00 $\pm$ 0,00
	Djalingo	0,00 $\pm$ 0,00
	Gada Dori 1	56,52 $\pm$ 7,76
	Gada Dori 2	48,57 $\pm$ 4,69
	Kobi	19,04 $\pm$ 3,51
	Wakwa	2,85 $\pm$ 1,36
Mode d'élevage	Traditionnel	40,35 $\pm$ 3,25
	Moderne	3,31 $\pm$ 1,21
Catégorie d'âge	Adulte	4,10 $\pm$ 1,30
	Jeune	15,87 $\pm$ 2,74
Sexe	Mâle	5,36 $\pm$ 1,32
	Femelle	5,95 $\pm$ 2,50

Le lien entre la présence d'hétoparasites et la survenue de l'anémie chez les sujets a été recherché. Un taux de 1,20 % (0,85-2,00 %) des animaux ont présenté conjointement une anémie et une infestation à *Babesia*, tandis que 3,16 % (1,52-5,00 %) des animaux ont présenté à la fois une anémie et une infestation à *Anaplasma*. Ainsi, une plus grande proportion d'animaux touchés par *Anaplasma* a l'anémie comparée à ceux parasités par *Babesia* spp.

Tableau 15: Prévalence des hétoparasites en fonction de la présence ou non d'anémie

Anémie	proportion des cas positifs anémiés en %	proportion des cas non positifs anémiés en %	Valeur de P
Hétoparasites	<i>B. bovis</i>	4,98 $\pm$ 0,92	0,215
	<i>B. bigemina</i>	4,18 $\pm$ 1,79	0,3257
	<i>A. marginale</i>	4,81 $\pm$ 1,34	0,2434
	<i>A. centrale</i>	5,58 $\pm$ 1,56	0,7242
Polyparasitisme	4,55 $\pm$ 0,85	5,81 $\pm$ 1,52	0,4674
Présence des tiques	15,52 $\pm$ 3,77	1,99 $\pm$ 0,80	1,094e-05

Le tableau 15 montre les prévalences des différents hétoparasites chez des animaux anémiés et non anémiés. Ces prévalences ont été comparées au test non paramétrique de

Kruskal-Wallis. Il en ressort qu'il n'existe pas de différence significative entre les proportions d'animaux anémiés atteints d'hétoparasites et celles des animaux anémiés indemnes d'hétoparasites. Il en est de même avec le polyparasitisme qui n'entraîne pas l'anémie. Par contre les tiques semblent avoir un effet sur la survenue de l'anémie, car il y a une différence significative entre les taux d'animaux anémiés infestés par les tiques et les animaux anémiés exempts de tiques.

III.1.5. Effet des tiques et des hétoparasites transmises par celles-ci sur l'hématocrite

L'effet de quelques facteurs sur l'hématocrite a été évalué. Les données relatives à l'hématocrite sanguin ont été soumises aux épreuves de normalité et d'homogénéité des variances respectivement grâce au graphique quantile-quantile (Q-Q plot) et au test de Bartlett conformément aux recommandations de Kabacoff (2015). Il a résulté que l'hématocrite pouvait être analysé grâce à l'analyse de la variance (ANOVA). Un premier croisement des hématocrites et des variables facteurs (méthode de lutte, catégorie d'âge, ferme et sexe) a permis d'évaluer l'influence individuelle des facteurs sur l'hématocrite puis l'effet cumulé de diverses combinaisons de facteurs sur l'hématocrite. Le résultat de l'analyse des variances est résumé dans le tableau 16.

Tableau 16: Résultats de l'analyse de variance des hématocrites par rapport à la catégorie d'âge, les fermes, le sexe, et l'utilisation ou non de produits acaricides

	Degrés de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	Valeur de F	P
mode	1	1987	1987,2	123,64	< 2e-16 ***
Catégorie d'âge	1	80	80,1	4,983	0,0262 *
ferme	6	876	146,0	9,086	2,78e-09 ***
sexe	1	12	12,5	0,778	0,3782
Mode : catégorie d'âge	1	51	50,6	3,156	0,0765
Catégorie d'âge : ferme	6	86	14,4	0,898	0,4962
Mode : sexe	1	42	42,4	2,645	0,1048
Catégorie d'âge : sexe	1	3	3,2	0,198	0,6568
Ferme : sexe	6	83	13,8	0,862	0,5230
Mode : Catégorie d'âge sexe	1	20	20,4	1,272	0,2602
Catégorie d'âge : ferme : sexe	5	92	18,4	1,147	0,3350
Résidus	356	5713	16,0		

Signification des codes : 0 « *** » 0,001 « ** » 0,01 « * » 0,05 « . » 0,1 « » 1

Le tableau 16 montre que le mode d'élevage, la catégorie d'âge et la ferme sont facteurs de variation avérés de l'hématocrite. Cependant l'action conjointe du mode d'élevage et la catégorie d'âge n'a aucun effet sur l'hématocrite, de même que celle de la catégorie d'âge et la ferme.

La fonction *plotmeans* du paquetage *gplots* de R[®] permet de schématiser de façon plus claire les différences existant entre les hématocrites des groupes du mode d'élevage (moderne, traditionnel) puis les hématocrites des groupes de catégorie d'âge (jeune, adulte). Chaque moyenne d'hématocrite est représentée ainsi que son intervalle de confiance à 95 %.

Les schémas ainsi obtenus montrent que les fermes « modernes » ont des hématocrites globalement supérieurs à celles des fermes dites « traditionnelles ». De même la population bovine adulte (âge ≥ 2 ans) a un hématocrite moyen supérieur à celui des jeunes (âge < 2 ans).

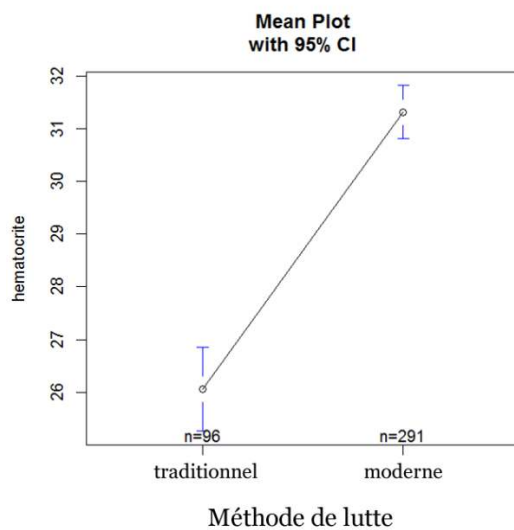


Figure 8: Écart entre les moyennes d'hématocrite des groupes d'élevage traditionnel et moderne

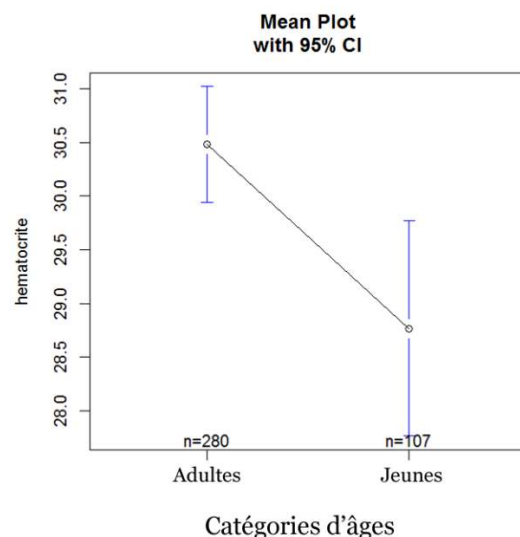


Figure 9: Écart entre les moyennes d'hématocrite des catégories d'âges

La fonction *TukeyHSD* (Tukey's honest significance difference test ou test de la différence vraiment significative) du logiciel R[®] a permis de décomposer l'analyse de variance en comparaison des fermes par paires. L'utilisation de la fonction *glht* () de R permet de représenter de façon graphique les résultats du test de Tukey. Le test de Tukey est un test post-hoc à l'ANOVA à un facteur. Il nous a permis de comparer par paires les hématocrites moyens de fermes, et d'en déduire celles dont la différence était significative. Nous voyons ainsi dans

la figure 10, de façon plus claire, les fermes dont les hémocrites moyens n'ont pas une différence significative : elles sont représentées par la même lettre. Il ressort de cette figure que les fermes Kobi et ESMV, pourtant des fermes traditionnelles, ont des hémocrites moyens similaires à ceux des fermes modernes comme Velambai2 ou Velambai1. Les fermes possédant des hémocrites les plus élevés sont Velambai1, Wakwa et Djalingo ; tous les trois sont des fermes modernes.

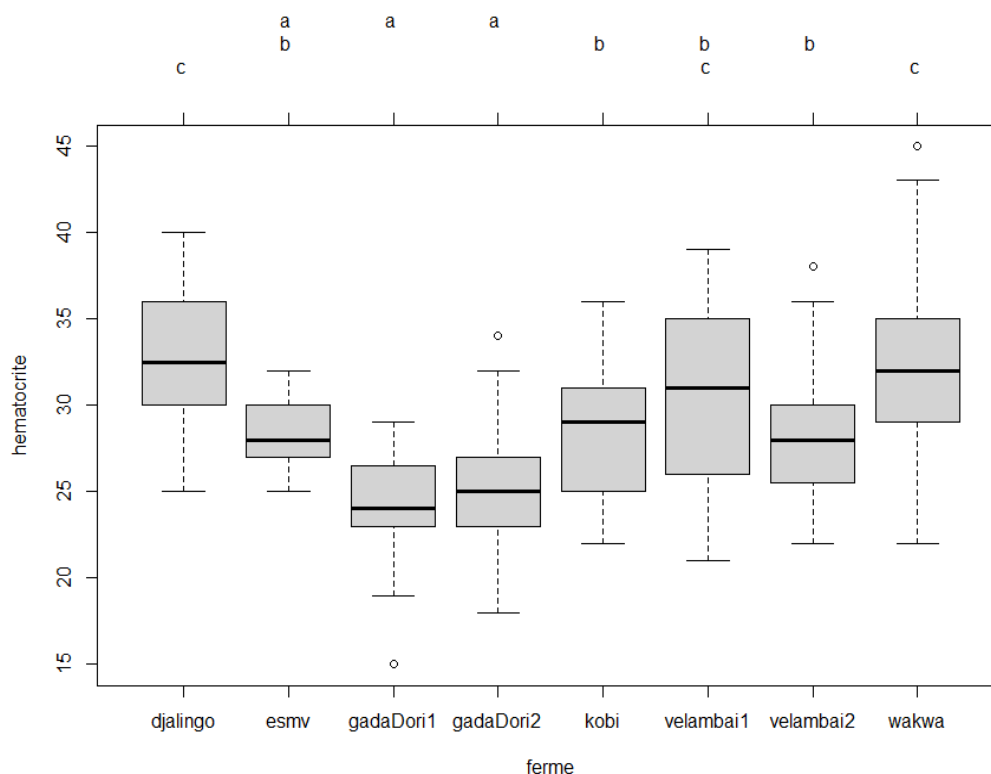


Figure 10: Illustration graphique du test de Tukey pour la comparaison des hémocrites moyens interferme

Le tableau 17 montre l'effet des hémoparasites et du polyparasitisme sur l'hémocrite des animaux à travers l'ANOVA. Nous avons omis de mentionner dans ce tableau les données relatives aux combinaisons diverses d'hémoparasites. Nous pouvons retenir de ce tableau qu'il n'y a aucune différence significative entre les hémocrites moyens de fermes affectées par les hémoparasites et de celles qui en sont indemnes. Le polyparasitisme également n'a aucun effet sur l'hémocrite. Seule la présence de tiques entraîne une variation notable de l'hémocrite.

Tableau 17: Résultats de l'analyse de Variance des hématocrites moyens par rapport aux hémoparasites et par rapport à la présence ou non de tiques

	Degrés de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	Valeur de F	P
<i>B. bovis</i>	1	0	0,2	0,009	0,9250
<i>B. bigemina</i>	1	14	13,5	0,640	0,4241
<i>A. marginale</i>	1	0	0,3	0,014	0,9054
<i>A. centrale</i>	1	38	38,4	1,817	0,1785
polyparasitisme	1	0	0,0	0,000	0,9918
Présence de tiques	1	788	787,6	37,245	2,69e-09 ***
Bigemina : présence de tiques	1	114	113,9	5,384	0,0209*

Signification des codes: 0 « *** » 0,001 « ** » 0,01 « * » 0,05 « . » 0,1 « » 1

III.2. DISCUSSION

Cette étude a porté sur 8 fermes d'élevage bovin situées dans 4 localités périurbaines de la ville de Ngaoundéré. L'analyse des informations recueillies auprès de ces fermes montre que les bergers sont tout juste au courant de l'existence des tiques, sans pouvoir reconnaître morphologiquement les différentes espèces. Par contre, ils sont au courant de la spoliation sanguine de leurs animaux par les tiques, c'est pourquoi ils les écrasent dès qu'ils en aperçoivent. Mais ils ignorent les autres effets directs des tiques, ainsi que les effets indirects comme la transmission de pathologies. Afin de débarrasser leurs animaux des tiques, la moitié des fermes prospectées procèdent exclusivement au détiqage manuel de leurs animaux, 1/8^e des fermes déparasitent leurs animaux à l'aide d'un bain détiqueur et enfin près du tiers (37,5 %) des fermes procèdent à la pulvérisation d'acaricide sur les animaux. Ces résultats sont très similaires à ceux de Hlatshwayo et Mbatl (2005) dans une localité rurale en Afrique du Sud, dont les éleveurs se plaindraient du coût élevé des produits acaricides commerciaux. Même dans les pays développés comme l'Australie, les éleveurs sont réticents à se procurer eux-mêmes des acaricides et attendent des subventions du gouvernement pour la mise en œuvre de programme de contrôle de tiques (Elder *et al.*, 1980). Cependant, Adakal *et al.* (2012) ont rapporté une grande utilisation d'acaricides (73 % des éleveurs) au Burkina Faso et attribuent ce chiffre à l'accès facile aux produits vétérinaires dans certaines régions du pays. Dans notre étude, 50 % des fermes qui utilisent des produits acaricides traitent leurs animaux en saison pluvieuse (période à risque) et en saison sèche. D'après Adakal *et al.* (2012), la baisse de l'infestation par les tiques en saison sèche de même que dans des zones arides favoriserait l'inaction de certains éleveurs. Les produits utilisés pour traiter les animaux seraient de qualité puisqu'ils proviendraient tous de pharmacies vétérinaires, d'après les bergers. Le suivi sanitaire des animaux et la mise en œuvre de programmes prophylactiques sont assurés en majorité par les promoteurs des fermes eux-mêmes (37,5 %) et les auxiliaires vétérinaires (37,5 %). Les médecins vétérinaires n'interviennent que dans 12,5 % des fermes, d'où l'absence récurrente de stratégies de lutte contre les tiques. De même Awa et Achukwi (2010) proposent la promotion de services vétérinaires privés afin de réduire l'impact des pathologies qui constituent des contraintes majeures de l'élevage en Afrique centrale.

La récolte de 680 tiques sur 387 animaux a permis d'identifier 8 espèces dans la zone d'étude. Or Morel et Mouchet (1958) ont publié une liste de 37 espèces de tiques présentes au Cameroun. Toutes les tiques identifiées dans la zone d'étude à l'exception de *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* figurent dans la liste de 37 espèces de tiques identifiées au Cameroun par

Morel et Mouchet (1958). *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* pourrait avoir été introduite au Cameroun après 1958. De même *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* est absent de notre liste comme l'avaient déjà constatés Lorusso *et al.* (2013) et Awa *et al.* (2015) dans le centre Nigéria (plateau Jos) et la région du Nord-Ouest Cameroun respectivement. Ce fait est d'une importance épidémiologique, car très répandue en Afrique de l'Ouest, la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* serait le principal vecteur de *Babesia bovis* et serait très résistante aux pyrethrinoïdes et aux organophosphorés (Lorusso *et al.*, 2013).

Les charges parasitaires moyennes (en tiques) ont été évaluées sur la base des fermes, de l'application ou non de mesures prophylactiques contre les tiques, de l'âge et enfin du sexe des bovins. L'analyse statistique de ces résultats a montré une hétérogénéité des charges parasitaires moyennes entre les fermes. Cela suggère l'existence de facteurs de variation de la charge parasitaire qui peuvent être intrinsèques (âge, stratégie prophylactique, résistance individuelle des hôtes) ou extrinsèques (température, humidité relative, pluviométrie, végétation, altitude) aux fermes. Les adultes sont moins parasités par les tiques que les jeunes. Ce fait contredit les trouvailles de Lorusso *et al.* (2013), selon qui les jeunes sont moins infestés grâce à une combinaison de facteurs incluant l'immunité néo-natale qui décroît avec l'âge, la surface corporelle réduite qui limite les points d'attache des tiques et enfin le brossage régulier de leur pelage par leur mère. Or l'usage de produits acaricides contribue à la sélection de souches résistantes des tiques dans certaines de nos fermes (ferme « modernes ») contrairement à Lorusso qui n'a travaillé que sur des élevages à gestion traditionnelle. Ces souches résistantes pourraient outrepasser les mécanismes de défense présents chez les veaux et les jeunes. D'ailleurs Wyk *et al.* (2016) ont récemment rapporté une résistance de *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* aux pyrethrinoïdes. Cependant Singh et Rath (2013), en Inde, ont trouvé que les jeunes s'infestent plus que les adultes, mais ont une explication différente du phénomène. Selon eux, les jeunes sont moins fréquemment traités avec les acaricides que les adultes. Cette hypothèse pourrait être plausible dans la mesure où 37,5% des fermes choisies dans notre étude procèdent à la pulvérisation de leurs animaux. Les fermes n'utilisant pas d'acaricides sont globalement plus parasitées. Ce résultat paraît évident puisque sans aucune mesure de contrôle, les animaux sont sans défense contre les tiques. Le sexe semble n'avoir aucun effet sur l'infestation des animaux par les tiques.

L'espèce de tique dominante a été *Amblyomma variegatum* avec une prévalence de 24,4 %, suivie de *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* (3,26 %) et de *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* (1,97 %). Cette tendance semble s'inverser ailleurs : Awa *et al.* (2015)

trouvent une prévalence dominante de *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* (62,2 %) au Nord-Ouest Cameroun, de même que Lorusso *et al.* (2013) au Nigeria (41,4 %). Ce fait trouve son explication dans la différence des niches écologiques de ces tiques. En effet l'action combinée de la température et de la pluviométrie ont une action sélective sur les tiques d'une région, de même que de nombreux autres facteurs physiques (Awa *et al.*, 2015). De plus selon Estrada-Peña *et al.* (2012), d'autres facteurs comme la parenté phylogénétique des tiques sont également importants pour expliquer leur répartition géographique. En effet à moins d'avoir été importées récemment dans une région, les tiques tendent à occuper l'espace disponible en évitant des interactions avec les espèces de la même lignée. Donc l'abondance de certaines espèces de tiques dans une région donnée serait plutôt liée à l'histoire biogéographique partagée de leurs ancêtres. Cependant, l'endémicité d'une espèce est étroitement dépendante des températures et des pluviométries moyennes (Estrada-Peña *et al.*, 2012; Mahmoud *et al.*, 2015).

Les tiques du genre *Rhipicephalus (Boophilus)* transmettent les babésioses, tandis que celles du genre *Amblyomma* sont les vecteurs préférentiels de la Cowdriose (Morel *et al.*, 2000). *Amblyomma* et *Haemaphysalis* sont des vecteurs d'espèces peu ou pas pathogènes de *Theileria*, tandis que les espèces pathogènes sont transmises par les tiques des genres *Amblyomma* et *Hyalomma* (Wall et Shearer, 2001). La theileriose, contrairement à la babésiose, l'anaplasmose et la cowdriose, n'a pas encore été rapportée au Cameroun. L'anaplasmose a comme vecteurs préférentiels *Rhipicephalus (Boophilus)* spp. et *Dermacentor* spp. (Brinkman et Kersting, 1990). Les résultats des examens de sang effectués sur les animaux de l'étude reflètent les vecteurs présents sur le terrain. Cependant les tiques identifiées transmettent des agents pathogènes supplémentaires (non recherchés lors des examens de sang) à l'instar de *Theileria* sp. (agent de la theileriose) ou de *Cowdria ruminantium* (agent de la cowdriose).

La recherche des parasites sanguins transmis par les tiques a donné des prévalences de 24,1 % pour *Babesia bovis* et 4,84 % pour *Babesia bigemina*, très inférieures à celles rapportées par Ndi *et al.* (1991) au marché à bétail de la ville de Bamenda (47,3 % pour *B. bovis* et 31,1 % pour *B. bigemina*). Cela pourrait s'expliquer par la très faible prévalence des tiques du genre *Rhipicephalus (Boophilus)* dans la zone d'étude. Les prévalences obtenues pour *Anaplasma marginale* (62,0 %) et *Anaplasma centrale* (53,3 %), ne sont pas différentes statistiquement. Mais sont par contre largement supérieures à celles rapportées par Ndi *et al.* (1991) à Bamenda (soit 2,2 % pour *A. marginale* et 19,4 % pour *A. centrale*). De nombreux facteurs pourraient déterminer cet écart à savoir : la résistance des races bovines (Rajput *et al.*, 2005), l'absence de

programme de contrôle de la maladie et la transmission mécanique par l'usage des seringues contaminées ou les piqûres d'insectes hématophages (Richey et Palmer, 1992).

Il n'existe pas de lien entre les prévalences des hémoparasites avec celle de leurs vecteurs. Cela pourrait résulter de la multitude des voies de transmission des hémoparasites. En plus de la transmission vectorielle, il y a une transmission verticale pour *Babesia* spp. (Costa *et al.*, 2015), mécanique (insectes piqueurs, usage de seringues contaminées) et verticale pour les *Anaplasma* (Zwart, 1985; Alonso *et al.*, 1992). D'ailleurs Alonso *et al.* (1992) pensent que l'épidémiologie de l'anaplasmose ne peut être expliquée de façon satisfaisante en la considérant comme une maladie essentiellement transmise par les tiques. La transmission verticale de *Babesia* spp. et d'*Anaplasma* spp. est en partie responsable de leur caractère endémique dans une population bovine (Silvestre *et al.*, 2016). Il y a une différence significative entre les prévalences de *Babesia* spp. dans les différentes catégories d'âge, ainsi qu'entre les prévalences résultant des méthodes prophylactiques employées. Ainsi l'âge des hôtes et la méthode de lutte anti-vectorielle pourraient constituer des facteurs de variation. Ce fait est confirmé par Michel *et al.* (2014) pour ce qui est de l'âge des hôtes et Laha *et al.* (2015), pour la présence effective des vecteurs.

La fréquence des co-infections à *Babesia* spp. et à *Anaplasma* spp. a été évaluée. Elle est de 24,4 % de façon globale et excède rarement la barre de 50 % au sein des fermes. Elle est similaire à celle observée par Farougou *et al.* (2014) avec une prévalence maximale de 52 % dans des localités béninoises. Abdullahia *et al.* (2014), au Nigéria trouvent une prévalence plus faible du polyparasitisme (4%) à *Anaplasma marginale* et *Babesia bigemina*. Le polyparasitisme ne semble pas être lié à la méthode de lutte anti-vectorielle, car nous n'avons trouvé aucune différence significative entre les prévalences du phénomène dans les fermes « traditionnelles » et « modernes ». L'âge des hôtes est cependant un facteur de favorisant pour les infections multiples, car les jeunes sont plus susceptibles au polyparasitisme que les adultes. L'effet synergique (association de *Theileria parva* et *Anaplasma marginale*) ou antagoniste (*Theileria parva* et *Theileria mutans*) sur l'altération des performances zootechniques des bovins est bien connu (Thumbi *et al.*, 2013), mais il reste à prouver pour la combinaison *Babesia* spp.-*Anaplasma* spp. Van Wyk *et al.* (2014) ont rapporté une réduction significative du taux de plaquettes sanguines lors d'une infection expérimentale par l'association *Babesia bigemina*-*Anaplasma marginale*.

Un taux de 5,51 % des animaux étudiés sont anémiés. Mais il n'existe aucune relation entre la présence d'hétoparasites et l'anémie. Il en est de même avec le polyparasitisme qui ne suffit pas à expliquer l'anémie chez les animaux. Ces résultats sont en accord avec ceux de Van Wyk *et al.* (2014), qui ont montré qu'*Anaplasma marginale* et *Babesia bigemina*, lors d'infections expérimentales (séparément et conjointement) de bovins, n'ont pas produit une réduction significative de l'hématocrite. Selon ces derniers, ce serait à tort que l'on associe, de façon exclusive, l'anémie aux pathologies transmises par les tiques lors de diagnostics cliniques. D'après Mahmoud *et al.* (2015), le stage de la maladie transmise par les tiques, chez le bovin, est à considérer lors de l'investigation de l'origine probable de l'anémie. L'anémie est multifactorielle et n'est pas toujours d'origine hémolytique. D'autres maladies, non vectorielles, notamment parasitaires digestives (fasciolose, strongylose, coccidiose) ou cutanées (phtiriasis) sont des causes majeures d'anémie (Schelcher *et al.*, 2007). Les seuls facteurs de variation de l'hématocrite sont l'âge de l'hôte, l'utilisation ou non de produits acaricides et l'infestation par les tiques. Ce serait donc la spoliation sanguine occasionnée par les tiques et l'âge qui seraient responsables des variations de l'hématocrite et non les hétoparasites transmis par les tiques (*Anaplasma* et *Babesia*). De plus d'autres hétoparasites transmis par les espèces de tiques récoltées lors de l'étude pourraient être à l'origine de l'anémie. D'où la nécessité de rechercher ces parasites lors d'études ultérieures visant une meilleure connaissance du déterminisme des maladies à tiques.

L'impact relativement réduit des hétoparasites sur l'apparition de l'anémie et sur l'hématocrite suggère que les animaux font une infection inapparente. Ce fait est confirmé par l'absence de cas cliniques avérés lors des travaux de collecte des échantillons. Selon Morel *et al.* (2000), ce cas de figure est observé lors d'une situation endémique stable des maladies à tiques. Ainsi, les tiques infectées sont nombreuses et il y a une probabilité très grande d'infections précoces : les veaux infestés à 100%, surmontent la maladie grâce aux anticorps contenus dans le colostrum et sont ainsi protégés jusqu'à l'âge adulte (Morel *et al.*, 2000). La lutte contre les tiques doit tenir compte de l'état de prémunition des animaux et de la prévalence des hétoparasites chez les tiques. En effet la stratégie de lutte contre les vecteurs doit permettre une immunisation précoce d'un nombre maximal de sujets (Boukhaboul, 2003). En Australie, dans quelques zones de Cuba et d'Amérique Latine, l'utilisation stratégique des acaricides pour lutter contre les tiques, combinée à l'introduction de *Bos indicus*, à la vaccination et à un bon entretien, sont à l'origine de la situation endémique stable pour les babésioses et l'anaplasmose (Zwart, 1985). Par contre si l'éradication d'un vecteur est économiquement souhaitable dans

des troupeaux fortement infectés par des maladies à tiques à allure épidémique, elle présente les plus grands risques pour un « îlot » indemne au milieu d'une région infectée, car une fois le résultat obtenu, le bétail n'a plus de protection : C'est le paradoxe épidémiologique décrit par Morel *et al.* (2000). La zone d'étude se retrouverait avec une recrudescence des cas cliniques suite à une éradication des vecteurs. C'est la raison pour laquelle il faut maintenir et contrôler la présence des hémoparasites et des vecteurs, sans chercher à les faire disparaître.

Les hématocrites moyens des différentes paires de fermes montrent qu'elles étaient homogènes entre fermes « modernes » d'une part et entre fermes « traditionnelles » d'autre part, puis hétérogènes entre les fermes modernes et traditionnelles. Par contre les fermes E.S.M.V., Kobi et Velambaï 2 (ferme à gestion « moderne ») ont des hématocrites moyens similaires statistiquement. D'après le questionnaire soumis aux bergers, les fermes E.S.M.V et Kobi sont suivies par un personnel vétérinaire. Ce suivi limiterait l'impact des tiques sur leurs animaux.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La collecte des tiques a montré que *Amblyomma variegatum*, *Rhipicephalus (Boophilus) geigy*, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus*, *Hyalomma truncatum*, *Hyalomma marginatum rufipes*, *Rhipicephalus sanguineus* et *Haemophysalis laechei*, sont les principales tiques de la zone périurbaine de Ngaoundéré, avec pour prévalences respectives : 24,4 % ; 1,97 % ; 0,91 % ; 3,26 % ; 0,18 % ; 0,74 % ; 0,88 % ; 0,04 %. De même 4 hémoparasites transmis par les tiques ont été mis en évidence et leurs prévalences étaient de : 24,1 % pour *Babesia bovis*, 4,84 pour *Babesia bigemina*, 62,0% pour *Anaplasma marginale* et 53,5% pour *Anaplasma centrale*. L'usage des produits acaricides a réduit la charge parasitaire moyenne des tiques de façon significative ($p < 0,01$) et a contribué à l'amélioration de l'hématocrite ($p < 0,01$). Les jeunes étaient plus susceptibles aux méfaits des tiques et des maladies transmises par les tiques, car ils sont plus infestés que les adultes ($p < 0,02$), sont plus anémiés ($p < 0,01$) et présentent un hématocrite inférieur à celui des adultes ($p < 0,03$). La prévalence des hémoparasites ne semble pas être réduite dans les fermes à gestion moderne et n'influe guère l'hématocrite. Ce qui suggère que la zone d'étude serait en situation endémique stable, favorisant l'immunisation des bovins face aux maladies transmises par les tiques. Des études supplémentaires incluant la recherche de la prévalence d'hémoparasites chez les tiques demeurent nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Les résultats de cette étude permettent de formuler les recommandations suivantes :

- Recourir aux services d'un vétérinaire qui mettra en place une stratégie de lutte contre les tiques ;
- Utiliser des produits acaricides pour réduire la population de tiques afin d'améliorer les paramètres physiologiques et la productivité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdullahia S.M., Idris Y., Alhaji M.A., Kabird I., et Abubakar S.M.** 2014. "Prevalence of haemoparasitic infections in dairy cattle (Friesian breeds) at nagari integrated dairy farms, Gauta-Nike village, Keffi local government area, Nasarawa state, north central of Nigeria." *Scientific Journal of Zoology* 3:17-23.
- Achukwi M.D., Tanya V.N., Messine O., et Njongmeta L.M.** 2001. "Etude comparative de l'infestation des bovins Namchi (*Bos taurus*) et Goudali de Ngaoundéré (*Bos indicus*) par la tique adulte *Amblyomma variegatum*." *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 54:37-41.
- Adakal H., Stachurski F., et Chevillon C.** 2012. "Tick control practices in Burkina Faso and acaricide resistance survey in *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* (Acari: Ixodidae)." *Experimental and Applied Acarology* 59 (4):483-491. doi: 10.1007/s10493-012-9610-5.
- Alonso M., Arellano-Sota C., Cereser V.H., Cordoves C.O., Guglielmone A.A., Kessler R., Mangold A.J., Nari A., Patarroyo J.H., et Solari M.A.** 1992. "Epidemiology of bovine anaplasmosis and babesiosis in Latin America and the Caribbean." *Revue Scientifique et Technique (Paris)* 11 (3):713-33.
- Awa D. N., et Achukwi M. D.** 2010. "Livestock pathology in the central African region: some epidemiological considerations and control strategies." *Animal Health Research Reviews* 11 (2):235-44. doi: 10.1017/s1466252309990077.
- Awa D.N., Adakal H., Luogbou N.D.D., Wachong K.H., Leinyuy I., et Achukwi M.D.** 2015. "Cattle ticks in Cameroon: Is *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* absent in Cameroun and the Central African region ?" *Ticks and Tick-borne diseases* (6):117-122.
- BARRÉ N.** 1988. "Mesures agronomiques permettant une diminution des populations de la tique *Amblyomma variegatum*." *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 41 (4):387-393.
- Biyazen Habtamu, Duguma Reta, et Asaye Mebratu.** 2014. "Trypanosomosis, Its Risk Factors, and Anaemia in Cattle Population of Dale Wabera District of Kellem Wollega Zone, Western Ethiopia." *Journal of veterinary medicine* 2014:374191. doi: 10.1155/2014/374191.
- Boulkaboul A.** 2003. "Parasitisme des tiques (Ixodidae) des bovins à Tiaret, Algérie." *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 56 (3-4):157-162.

- Boutrais Jean.** 1974. "Les conditions naturelles de l'élevage sur le plateau de l'Adamaoua (Cameroun)." *Etudes sur l'élevage* 11 (2):145-198.
- Brinkman M.H., et Kersting K.W.** 1990. "Bovine Anaplasmosis: An Overview." *Iowa State University Veterinarian* 52 (1):34-38.
- Camicas Jean-Louis, et Morel P.C.** 1977. "Position systématique et classification des tiques (Acarida : Ixodida)." *Acarologia* 18 (3):410-420.
- Costa Sonia Carmen Lopo, De Magalhães Vanessa Carvalho Sampaio, De Oliveira Uillians Volkart, Carvalho Fábio Santos, De Almeida Clebson Pereira, Machado Rosangela Zacarias, et Munhoz Alexandre Dias.** 2015. "Transplacental transmission of bovine tick-borne pathogens: Frequency, co-infections and fatal neonatal anaplasmosis in a region of enzootic stability in the northeast of Brazil." *Ticks and Tick-borne Diseases*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.11.001>.
- CTA.** 1991. "Lutte biologique contre les tiques." *CTA Spore* (34).
- Cuisance D., Barré N., et Deken R. De.** 1994. "Ectoparasites des animaux: méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique." *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties (Paris)* 13 (4):1305-1356.
- Elder J. K., Waters K. S., Dunwell G. H., Emmerson F. R., Kearnan J. F., Morris R. S., et Knott S. G.** 1980. "A SURVEY CONCERNING CATTLE TICK CONTROL IN QUEENSLAND#." *Australian Veterinary Journal* 56 (5):205-211. doi: 10.1111/j.1751-0813.1980.tb15972.x.
- Estrada-Peña A., Estrada-Sánchez A., et Estrada-Sánchez D.** 2012. "Occurrence Patterns of Afrotropical Ticks (Acari: Ixodidae) in the Climate Space Are Not Correlated with Their Taxonomic Relationships." *PLoS ONE* 7 (5):e36976. doi: 10.1371/journal.pone.0036976.
- Farge C.** 2012. "Etude de l'anatomie interne des femelles Ixodes ricinus." VETAGRO SUP-Campus vétérinaire de Lyon, Université de Lyon.
- Farougou S., Tassou A.W., Tchabode D.M., Kpodekon M., Boko C., et Youssao A.K.I.** 2014. "Tiques et hémoparasites du bétail dans le nord-Bénin." *Revue de Médecine Vétérinaire*. 165 (9-10):297.
- François J-B.** 2008. "Les tiques chez les bovins en France." Docteur en Pharmacie, Faculté de pharmacie, Université Henri-poincare-nancy 1.
- Ghosh S., Azhahianambi P., et Yadav M.P.** 2007. "Upcoming and future strategies of tick control: a review." *Journal of Vector Borne Diseases* (44):79-89.

- Gray J. S., Dautel H., Estrada-Pena A., Kahl O., et Lindgren E.** 2008. "Effects of Climate Change on Ticks and Tick-Borne Diseases in Europe." *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases* 2009:12 pages. doi: doi:10.1155/2009/593232.
- Hlatshwayo M., et Mbatia P. A.** 2005. "A survey of tick control methods used by resource-poor farmers in the Qwa-Qwa area of the eastern Free State Province, South Africa." *Onderstepoort Journal of Veterinary Research (Pretoria)* 72 (3):245-9.
- Hoogstraal H.** 1956. *African Ixodoidea, Ticks of Sudan*. Vol. 1: Department of the US navy-Bureau of medicine and surgery.
- Hornok Sándor, Abichu Getachew, Meli Marina L., Tánczos Balázs, Sulyok Kinga M., Gyuranecz Miklós, Gönczi Enikő, Farkas Róbert, et Hofmann-Lehmann Regina.** 2014. "Influence of the Biotope on the Tick Infestation of Cattle and on the Tick-Borne Pathogen Repertoire of Cattle Ticks in Ethiopia." *PLoS ONE* 9 (9):e106452. doi: 10.1371/journal.pone.0106452.
- INC.** 2011. Annuaire statistique du Cameroun. edited by Institut national des statistiques. Cameroun.
- Jongejan F., et Uilenberg G.** 1994. "Ticks and control methods." *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties (Paris)* 13 (4):1201-1226.
- Kabacoff R.I.** 2015. *R in action*. Second ed: Manning Publications Co.
- Kaiser M.N.** 1987. Ethiopia-Report on Tick Taxonomy and Biology. FAO-UN.
- Kaufmann J.** 1996. *Parasitic Infections of domestic animals-A diagnostic manual*: Birkhäuser Verlag.
- Laamri M., Kharrim K. El, Mrifag R., Boukbal M., et Belghyti D.** 2012. "Dynamique des populations de tiques parasites des bovins de la région du Gharb au Maroc." *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 65:57-62.
- Laha Ramgopal, Das M., et Sen A.** 2015. "Morphology, epidemiology, and phylogeny of Babesia: An overview." *Tropical Parasitology* 5 (2):94-100. doi: 10.4103/2229-5070.162490.
- Lorusso V., Picozzi K., Bronsvort B. M.C De, Majekodunmi A., Dongkum C., Balak G., Igweh A., et Welburn S.C.** 2013. "Ixodid ticks of traditionally managed cattle in central Nigeria: where Rhipicephalus (Boophilus) microplus does not dare (yet?)." *Parasites and Vectors* 6.
- Mahmoud M. S., Kandil O. M., Nasr S. M., Hendawy S. H., Habeeb S. M., Mabrouk D. M., Silva M. G., et Suarez C. E.** 2015. "Serological and molecular diagnostic surveys combined with examining hematological profiles suggests increased levels of infection

- and hematological response of cattle to babesiosis infections compared to native buffaloes in Egypt." *Parasit Vectors* 8:319. doi: 10.1186/s13071-015-0928-9.
- Mathysse J.G. , et Colobo M.H.** 1987. *The Ixodid ticks of Uganda*: Entomological Society of America, College Park, Maryland.
- Mbah D.A.** 1982. "Mortalities due to rickettsia, trypanosomiasis, piroplasmosis and streptothricosis amongst six genetic groups of cattle at Wakwa." *Revue sci. tech Anim. Sci. Ser.* 2:81-97.
- Mbahe R.E.** 1998. Résultats de recherche agricole pour le développement en zone agro-écologique de hautes savanes guinéennes (Adamaoua). IRAD-Cameroun.
- Michel Adam O., Mathis Alexander, et Ryser-Degiorgis Marie-Pierre.** 2014. "Babesia spp. in European wild ruminant species: parasite diversity and risk factors for infection." *Veterinary Research* 45 (1):65-65. doi: 10.1186/1297-9716-45-65.
- Mingoas J.P. K., Pagnah A. Zoli, Tchoumboue J., Nyongui J. Ebene, et Toukala J.P.** 2014. "Socio-economic characteristics and husbandry practices of cattle breeders in the Vina division, Cameroon." *International Journal of Livestock Production* 5 (3):36-46.
- Morel P.C.** 1980. Study on Ethiopia Ticks. IEMVT, Ministère des Affaires Etrangères-France.
- Morel P.C., et Mouchet J.** 1958. *Les tiques du Cameroun (Ixodidae et argasidae)*, *Annales de parasitologie humaine et comparée*: MASSON & Cie Editeurs.
- Morel P.C., Troncy P.M., Chartier C., Itard J., et Pagès Frédéric.** 2000. *Précis de parasitologie vétérinaire tropicale*. French ed: Ed Medicales Internationales.
- Ndi C., Bayemi P.H., Ekue F.N., et Tarounga B.** 1991. "Preliminary observations on ticks and tick-borne diseases in the north west province of Cameroon. ." *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 44 (3):263-265.
- Nuttall P. A., et Labuda M.** 2009. Saliva-assisted transmission of tick-borne pathogens. In *Ticks: biology, disease and control*, edited by BOWMAN A. and NUTALL P. A. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York: Cambridge University press.
- Obenchain F.D., et Galun R.** 1982. *Physiology of ticks*: Pergamon Press.
- Olwoch J.M., Jaarsveld A.S. Van, Scholtz C.H., et Horak I.G.** 2007. "Climate change and the genus *Rhipicephalus* (Acari: Ixodidae) in Africa." *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* (74):45-72.
- PAHO.** 2003. *Zoonoses and communicable diseases common to man and animals*. Third ed. 3 vols. Vol. 3: WHO.

- Rajput Z. I., Hu Song-Hua, Arijio A. G., Habib M., et Khalid M.** 2005. "Comparative study of Anaplasma parasites in tick carrying buffaloes and cattle." *Journal of Zhejiang University. Science. B* 6 (11):1057-1062. doi: 10.1631/jzus.2005.B1057.
- Richey E.J., et Palmer G.** 1992. "Anaplasmosis in Beef Cattle." In *Southern Regional Beef Management Handbook*, edited by Elizabeth Gregory. American Association of Bovine Practitioners Annual Conference.
- Schelcher F., Cassard H., Corbière F., Foucras G., Meyer G., et Lacroux C.** 2007. "Diagnostic et traitement de l'anémie chez les bovins." *Le nouveau praticien vétérinaire* (47).
- Schulze P.** 1935. "Zu vergleichenden Anatomie der Zecken. (Das Sternale, die Mundwerkzeuge, Analfurchen und Analbeschilderung, ihre Bedeutung Ursprünglichkeit und Luxurieren." *2. Morph. Oekol. Tiere* 80 (1):1-40.
- Schulze P.** 1937. "Trilobita, Xiphosura, Acarina. Eine morphologischen Untersuchung ueber Plangleichheit zwischen Trilobiten und Spinnentiere." *Z. Morph. Oekol. Tiere* 32 (1):181-226.
- Silvestre B. T., Silveira J.A.G., Meneses R.M., Facury-Filho E.J., Carvalho A.U., et Ribeiro M.F.B.** 2016. "Identification of a vertically transmitted strain from Anaplasma marginale (UFMG3): Molecular and phylogenetic characterization, and evaluation of virulence." *Ticks and Tick-borne diseases* 7 (1):80-84.
- Singh N. K., et Rath S. S.** 2013. "Epidemiology of ixodid ticks in cattle population of various agro-climatic zones of Punjab, India." *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 6 (12):947-51. doi: 10.1016/s1995-7645(13)60169-8.
- Sonenshine D.E.** 1968. Radioisotopes in studies on the ecology of tick vectors of disease. In *Isotopes and Radiation in Entomology*: FAO/Iaea.
- Sonenshine D.E., et Roe R.M.** 2013. *Biology of Ticks*: Oxford university press USA.
- Thumbi S. M., De. C. Bronsvort B. M., Poole E. J., Kiara H., Toye P., Ndila M., Conradie I., Jennings A., Handel I. G., Coetzer J. A. W., Hanotte O., et Woolhouse M. E. J.** 2013. "Parasite co-infections show synergistic and antagonistic interactions on growth performance of East African zebu cattle under one year." *Parasitology* 140 (14):1789-1798. doi: 10.1017/S0031182013001261.
- Van Wyk Ilana Conradie, Goddard Amelia, De C. Bronsvort B. Mark, Coetzer Jacobus A w, Handel Ian G., Hanotte Olivier, Jennings A. M. Y., Lesosky Maia, Kiara Henry, Thumbi Sam M., Toye Phil, Woolhouse Mark W., et Penzhorn Banie L.**

2014. "The impact of co-infections on the haematological profile of East African Short-horn Zebu calves." *Parasitology* 141 (3):374-388. doi: 10.1017/S0031182013001625.
- Vredevoe L.** 2016. "Background Information on the Biology of Ticks." [Web page]. University of California Davis Department of Entomology and Nematology Accessed 15/01/2016.
- Wall R., et Shearer D.** 2001. *Veterinary Ectoparasites, biology, pathology & control*. Second ed: Blackwell Science.
- Warburton C.** 1907. "Notes on ticks." *Journal of Economic Biology* 2 (3):89-95.
- Wyk R. D., Baron S., et Maritz-Olivier C.** 2016. "An integrative approach to understanding pyrethroid resistance in *Rhipicephalus microplus* and *R. decoloratus* ticks." *Ticks Tick Borne Dis* (Sous-presse). doi: 10.1016/j.ttbdis.2016.01.007.
- Zajac A.M., et Conboy G.A.** 2012. *Veterinary Clinical Parasitology*. Eighth ed: John Wiley & Sons, Inc.
- Zwart D.** 1985. "Hétoparasitoses bovines." *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties (Paris)* 4 (3):459-468.