

La gestion de *Rhipicephalus microplus* dans les élevages de Nouvelle-Calédonie

Auteur : Morales, Justine

Promoteur(s) : Antoine-Moussiaux, Nicolas

Faculté : Faculté de Médecine Vétérinaire

Diplôme : Master en médecine vétérinaire

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9772>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

La gestion de *Rhipicephalus microplus* dans les élevages de Nouvelle-Calédonie

Control of Rhipicephalus microplus in New Caledonia farms

Justine MORALES

Travail de fin d'études
Présenté en vue de l'obtention du grade
De Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2019/2020

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

La gestion de *Rhipicephalus microplus* dans
les élevages de Nouvelle-Calédonie

*Control of Rhipicephalus microplus in New Caledonia
farms*

Justine MORALES

Dr Antoine-Moussiaux Nicolas

Travail de fin d'études
Présenté en vue de l'obtention du grade
De Médecin Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2019/2020

Le contenu de ce travail n'engage que son auteur

La gestion de *Rhipicephalus microplus* dans les élevages de Nouvelle Calédonie

Objectif du travail :

Evaluer l'efficacité des techniques développées ces dernières années en Nouvelle Calédonie pour lutter contre *Rhipicephalus microplus* et s'intéresser aux alternatives de l'utilisation d'acaricides chimiques.

Résumé :

La tique du bétail est implantée sur le territoire de Nouvelle Calédonie depuis la seconde guerre mondiale et préoccupe fortement les éleveurs, bien qu'elle ne soit pas vectrice de pathogènes, en causant des pertes économiques remarquables.

Une lutte chimique s'est alors très rapidement étendue sur le territoire impliquant le développement de résistances face à l'utilisation non contrôlée et répétée de ces molécules pendant plusieurs années.

A l'heure actuelle, l'objectif commun des autorités sanitaires et des éleveurs est de développer un ensemble de techniques complémentaires et efficaces pour diminuer l'incidence d'infestation, tout en minimisant l'utilisation d'acaricides.

Cependant, ses méthodes requièrent souvent une connaissance parfaite du cycle du parasite par les éleveurs et parfois même un bouleversement dans leurs habitudes d'élevage ancrées depuis plusieurs dizaines d'années. Ainsi, des stratégies sont intéressantes et peuvent être efficaces dans la lutte contre *Rhipicephalus microplus* mais elles sont parfois difficiles à mettre en place.

Control of Rhipicephalus microplus in New Caledonia farms

Aim of the work :

Estimate the efficiency of the différents techniques developed in recent year to fight against *Rhipicephalus microplus* in New Caledonia and look for alternatives of the use of acaricide.

Resume :

The cattle tick *Rhipicephalus microplus* has developed in New Caledonia since the Second World War. This is of concern for breeders, as the tick causes remarkable economic losses, although the parasite is not a vector of pathogens.

A chemical control was quickly established over the territory to limit their expansion. However, the uncontrolled and repeated use of the cure for several years lead to the development of a resistance toward the chemical molecules.

Nowadays, the common objective of health authorities and breeders is to develop a set of complementary and efficient techniques to reduce the incidence of the infestation, while minimizing the use of acaricides.

Such methods, however, often require a perfect knowledge of the parasite cycle by breeders. In addition, they may necessitate an upheaval in their breeding habits, which have been anchored for several decades.

Although this kind of strategies is of interest as they have proved to be efficient in the fight against *Rhipicephalus microplus*, they are sometimes difficult to implement.

Remerciements

A Monsieur le Professeur Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX,

De la faculté de médecine vétérinaire de Liège

Pour m'avoir aiguillé dans mon travail.

A Monsieur le Docteur Thomas Hüe,

Chercheur à l'IAC de Nouméa,

Pour son accueil et ses conseils.

A mes parents et à ma sœur,

Sur qui j'ai toujours pu compter pendant mes études.

A ma grand-mère,

Qui n'a jamais cessé de croire en moi.

A Julien,

Pour ton soutien sans faille.

A la Belle Ja'

Merci d'avoir égayé ma vie durant ces années et surtout durant ces 3 derniers mois avec une fin d'année quelque peu particulière mais riche en émotions, vous êtes au top.

A mon groupe clinique,

Pour tous ces moments de bonheur partagés, à Louvain ou sur Liège, rien n'aurait été pareil sans vous. Vivement que l'on trinque à la nouvelle vie qui s'ouvre à nous.

A Orane et Julie,

Merci pour les fous rires en bibliothèque qui ont enjolivé mes blocus, à tous les voyages qui nous attendent !

Tables des matières

1	Introduction	7
2	La Nouvelle-Calédonie.....	8
2.1	Géographie.....	8
2.2	Climat	9
2.3	L'élevage.....	9
2.3.1	Historique	9
2.3.2	Les acteurs de la filière bovine	10
3	La tique du bétail, <i>Rhipicephalus microplus</i>	11
3.1.1	Caractéristiques et répartition géographique.....	11
3.1.2	Cycle	11
3.1.3	Importation en Nouvelle-Calédonie	12
3.1.4	Impact sur l'élevage.....	12
4	Les acaricides.....	13
4.1	Historique des différentes molécules utilisées	13
4.2	Bilan des molécules et résistances actuelles	13
4.2.1	Résistance à la deltaméthrine.....	14
4.2.2	Résistance à l'ameitaze	15
4.3	Vers un changement de méthode de lutte	16
5	La lutte intégrée	16
5.1	La génétique	16
5.1.1	Les croisements génétiques.....	16
5.1.2	La sensibilité individuelle.....	17
5.2	Les vaccins	18
5.3	La gestion des pâturages	20
5.4	Les substances naturelles	21
5.4.1	Utilisation de fongiques.....	21
5.4.2	Utilisation d'huiles essentielles.....	22
5.5	La faune environnante.....	23
5.6	Le soufre	25
6	Conclusion	27
7	Bibliographie	29

1 Introduction

Rhipicephalus microplus, aussi appelée tique du bétail est un parasite présent dans de nombreux pays aux climats tropicaux.

Cette tique est présente depuis des dizaines d'année en Nouvelle-Calédonie et entraîne des pertes économiques importantes pour les éleveurs. En effet, les bovins infestés par cette tique peuvent présenter des retards de croissance et des pertes de poids allant jusqu'à des cas de mortalité.

Les chercheurs sur place et notamment l'Institut Agronomique de Nouvelle-Calédonie (IAC) se mobilisent depuis de nombreuses années pour essayer de limiter son développement au sein des élevages.

Contenu d'une résistance développée au fil des année aux différentes molécules testée, les scientifiques se sont penchés sur des stratégies de lutte non chimiques. L'association de ces différentes méthodes complémentaires permettent une lutte intégrée.

La combinaison de ces différentes techniques n'a pas pour but d'éradiquer le parasite mais de contrôler son degré d'infestation afin de limiter au mieux possible les pertes engendrées.

Dans un premier temps, nous présenterons les caractéristiques de la tique du bétail puis la Nouvelle-Calédonie et son élevage et l'impact de *Rhipicephalus microplus* sur celui-ci.

Nous verrons ensuite les traitements chimiques utilisés contre *Rhipicephalus microplus*, depuis son arrivée sur le territoire à aujourd'hui et les résistances développées.

Puis, nous étudierons les différentes stratégies mises en place ces dernières années et l'efficacité de celles-ci au travers des résultats publiés.

2 La Nouvelle-Calédonie

2.1 Géographie

La Nouvelle Calédonie (encadré rouge sur la figure 1) est un archipel faisant partie du territoire français, situé dans l'océan pacifique à environ 1400 km au nord-est de l'Australie et 1800 km au nord de la Nouvelle-Zélande. L'île principale, appelée la « Grande Terre » mesure 400 km de long sur 50 km de large et est traversée sur sa longueur par une chaîne montagneuse culminant jusqu'à 1600 mètres.



Figure 1. Zone géographique de la nouvelle Calédonie (source : Google earth)

2.2 Climat

L'île est soumise à un climat tropical tempéré, adouci par l'environnement maritime. Il comprend deux saisons principales, la saison chaude particulièrement pluvieuse avec des températures majoritairement élevées, allant jusqu'à 30°C et la saison fraîche moins pluvieuse et comprenant des températures avoisinant 21°C. Ces deux saisons sont séparées par deux intersaisons. La pluviométrie est assez élevée cependant les vents et donc les précipitations sont « bloquées » par la chaîne montagneuse centrale, la partie Ouest de l'île est donc beaucoup moins touchée par les pluies.

2.3 L'élevage

2.3.1 Historique

Les premiers bovins sont arrivés au milieu du 19^{ème} siècle avec l'importation de bétail de race anglo-saxonnes depuis l'Australie (Hüe, 2019) mais c'est la race Limousine qui devient vite dominante sur le territoire au début du 20^{ème} siècle.

Sur l'archipel, l'élevage des bovins tient une place très importante, il occupe la seconde place de la filière agricole et 95 % de la surface agricole lui est dédiée. Un peu de plus de 80 000 bêtes sont présentes sur le territoire, elles permettent principalement la production de viande et constituent le principal élevage de bétail (Davar, 2015).

Les élevages sont majoritairement situés sur la côte Ouest et dans la région du grand nord (Figure 2).

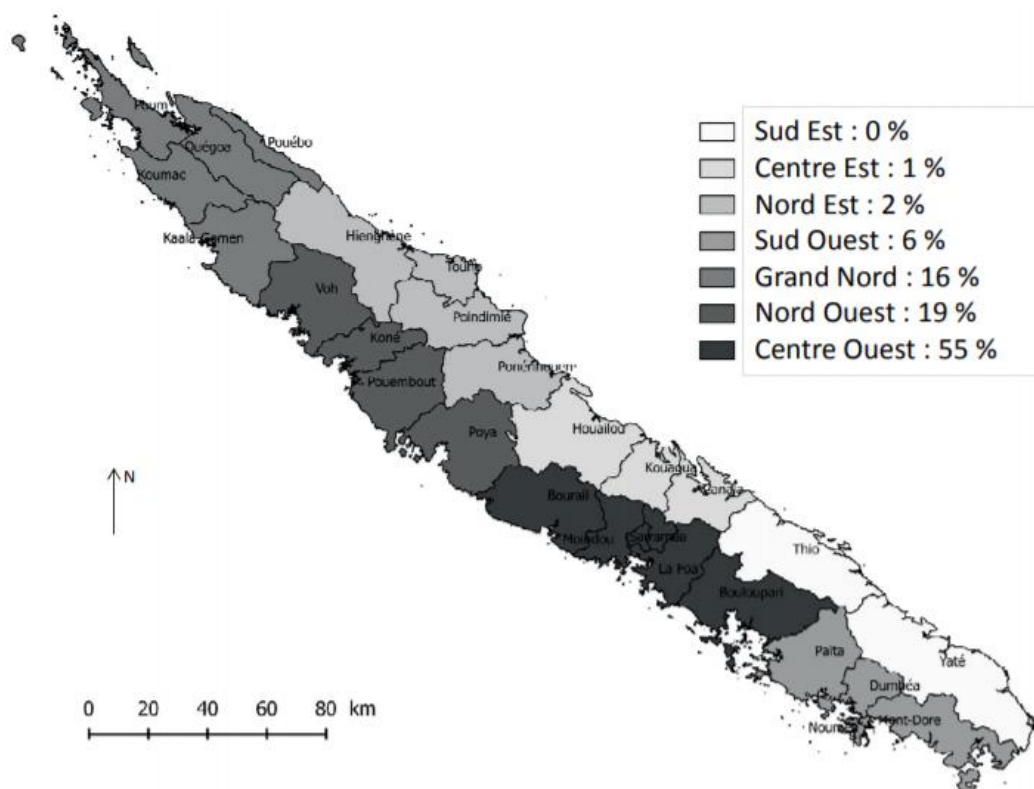


Figure 2. Répartition géographique des élevages bovins recensés dans les diverses régions de Nouvelle-Calédonie (Hüe, 2016)

2.3.2 Les acteurs de la filière bovine

Plusieurs organismes dans la filière bovine existent sur le territoire et certains peuvent collaborer, notamment dans le cadre de la lutte contre la tique.

La Direction des Affaires Vétérinaires et Rural (DAVAR) partage et communique sur les informations relatives à *R. microplus* au sein d'un Comité de Lutte contre la Tique (CLT) créé en 1997. Il est remplacé par le Groupement de Défense Sanitaire Animal (GDS-A) en 2010 (Hüe, 2019). Ses principaux objectifs sont l'identification du cheptel bovin, la maîtrise sanitaire de reproduction et la lutte contre la tique. Ce groupement créé par la Chambre d'Agriculture de Nouvelle Calédonie (CANC) en partenariat avec le gouvernement permet aux éleveurs d'être en première ligne pour gérer cette lutte. Le GDS-A s'inscrit dans une gestion durable de la lutte contre la tique limitant les techniques chimiques et privilégiant une lutte intégrée avec le développement de nouvelles méthodes (Chambre d'agriculture Nouvelle-Calédonie, 2019).

La DAVAR a aussi permis de relancer la filière bovine au milieu des années 2000 en créant l'aide à la vache allaitante. Cette mesure a favorisé la production de viande alors que la filière bovine connaissait une chute du nombre d'élevages sur le territoire. Tous les éleveurs qui en font la demande peuvent en bénéficier, elle assure le versement d'une aide financière lorsqu'il y a naissance d'un veau (Direction des affaires vétérinaires, alimentaires et rurales, 2020).

L'Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC) créé en 1999 met en place plusieurs programmes de recherche afin d'évaluer de nouvelles techniques de lutte pour alterner avec la lutte chimique (Institut Agronomique Néo-Calédonien, 2019).

3 La tique du bétail, *Rhipicephalus microplus*

3.1.1 Caractéristiques et répartition géographique

Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Canestrini, 1888) est originaire d'Asie et est aujourd'hui présente sur plusieurs continents : Asie du Sud, Afrique du Sud Est, Amérique Centrale et du Sud, Australie et sur les îles pacifiques. Son expansion géographique résulte des échanges commerciaux de bovins à travers le monde.

C'est un ectoparasite hématophage appartenant à la classe des Arachnides et à la famille des Ixodidae, c'est donc une tique dure caractérisée par la présence d'un scutum et par des pièces buccales qui font saillie vers l'avant.

Elle touche en majorité les bovins mais on peut la retrouver sur de nombreuses espèces telles que les chevaux, les cerfs, les moutons et les cochons.

3.1.2 Cycle

Le cycle de *Rhipicephalus microplus* a la particularité d'être monophasique, en effet l'entièreté de son cycle se fait sur un seul individu. Les œufs éclosent dans l'environnement et deviennent des larves avant de se fixer sur un hôte. Après un premier repas de sang, les larves muent en nymphes puis en adultes après un second repas. La femelle adulte se détache après s'être nourrie et accouplée puis dépose ses œufs dans l'environnement avant de mourir. Les

larves peuvent survivre 3 à 4 mois dans les prairies et finissent par mourir de faim si elle ne trouvent pas d'hôte sur lequel se fixer (The Center for Food Security and Public Health, 2007). Le climat calédonien de type tropical océanique et tempéré est optimal pour permettre aux tiques de se développer.

3.1.3 Importation en Nouvelle-Calédonie

Les premiers bovins ont donc été importés depuis l'Australie au milieu du 19^{ème} siècle mais les premières infestations de bovins par les tiques du bétail auraient été rapportées plus tard.

La tique était présente en Australie dès 1872 et plusieurs mesures (quarantaine, limitation d'importation) ont été mise en place en Nouvelle-Calédonie pour prévenir son introduction sur le territoire (Hüe, 2019).

Malgré les pratiques préventives mises en place, *Rhipicephalus microplus* fut introduite lors de la seconde guerre mondiale. En effet la Nouvelle Calédonie était alors une base militaire pour l'armée Américaine et de nombreux chevaux ont été importés sur le territoire sans passer par une période de quarantaine (Bennett J.A, 2004). Les premières tiques ont donc été observées en 1942 sur des chevaux qui débarquaient par bateau. Ainsi, la première infestation des bovins par *Rhipicephalus microplus* a été décrite en 1943 (Verges, 1944).

3.1.4 Impact sur l'élevage

Rhipicephalus microplus peut transmettre lors de son infestation du bétail des maladies telles que la babésiose (via *Babesia* spp.) et l'anaplasmose (via *Anaplasma* spp.). Cependant les tiques importées en Nouvelle Calédonie n'étaient pas porteuses de ces pathogènes, le territoire est donc indemne, excepté un foyer contaminé par des tiques en 2007 via l'importation de bovins australiens mais celui-ci est en cours d'éradication (Hüe, 2019).

L'infestation par de nombreuses tiques peut provoquer des retards de croissance, des pertes de poids et de production du bétail, voire des cas de mortalité. Les conséquences économiques pour les éleveurs peuvent donc être désastreuses.

4 Les acaricides

L'utilisation d'acaricides est le premier moyen de lutte utilisé sur le territoire contre *Rhipicephalus microplus* mais des résistances sont rapidement apparues.

4.1 Historique des différentes molécules utilisées

La lutte contre *R. microplus* a commencé en 1944 et a succédé à un enchaînement d'essais de différentes molécules.

Des acaricides à base d'arsenic ont tout d'abord été utilisés mais des résistances ont très vite été observées, ils ont donc été remplacés par le dichlorodiphényltrichloroethane (DDT). Malheureusement il laissait des résidus dans la viande et était un fort pollueur environnemental. L'ethion l'a donc relayé, mais il a progressivement montré des problèmes de résistance en 1980. Deux ans plus tard, la delmatherine (pyréthrinoïde de synthèse) a commencée à être utilisée avec une première résistance détectée en 1992. Puis l'amitraz (formamidine) a petit à petit pris la place de la deltaméthrine, cette molécule a commencé à montrer des résistances en 2003 (Hüe, 2019).

Face à cette succession de résistances et de changements de molécules, des études récentes proposent un bilan des résistances actuelles sur le territoire. En effet, il est intéressant de connaître la situation actuelle pour éventuellement songer à la réutilisation de molécules arrêtées dans le passé.

4.2 Bilan des molécules et résistances actuelles

Une étude (Hüe, 2016) a été menée par l'IAC pour connaître la situation actuelle en terme de résistance de *Rhipicephalus microplus* à la deltaméthrine et à l'amitraz.

4.2.1 Résistance à la deltaméthrine

En 2003, environ 75 % des souches de *Rhipicephalus microplus* en Nouvelle Calédonie présentaient une résistance à la deltaméthrine contre 45 % en 1998 (Bianchi et al, 2003).

En 2016, seulement 25.8% présentent une résistance ou une résistance intermédiaire à cette molécule (Hüe, 2016).

Cette sensibilité croissante depuis 2003 pourrait être expliquée par l'arrêt de l'utilisation de deltaméthrine en 2004 pour passer à l'utilisation de l'amitraz. La sensibilité aurait alors augmenté car les gènes de résistance aux pyréthrinoides sont différents de ceux de l'amitraz. Ces informations paraissent prometteuses pour un retour à l'utilisation de deltaméthrine mais il semblerait que l'emploi de molécules non utilisées pendant plusieurs années pourrait faire accroître la résistance de façon significative lors de leur réutilisation (Stone, 1972).

Les études menées en 2003 et 2016 sont concordantes, montrant un plus grand nombre de résistance sur la côte Ouest que sur le reste du territoire (Hüe, 2016, Bianchi et al, 2003).

Effectivement, un des facteurs de résistance à la deltaméthrine serait la localisation de l'élevage sur le territoire. Cette résistance pourrait être expliquée par la propagation rapide de la résistance une fois qu'elle est installée au sein d'un troupeau ainsi que par la densité de l'élevage (Hüe, 2016).

La répartition majoritaire du cheptel bovin sur la côte Ouest (Figure 3) pourrait donc expliquer cette résistance localisée.

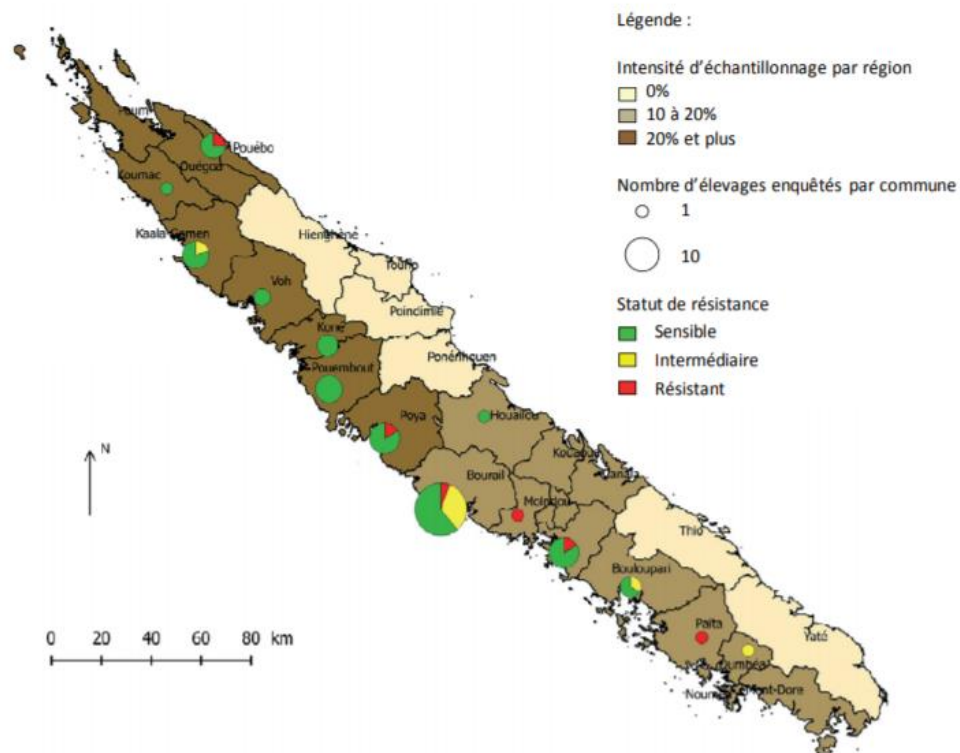


Figure 3. Répartition des élevages étudiés en Nouvelle-Calédonie selon le statut de résistance de la tique *Rhipicephalus microplus* vis-à-vis de la deltaméthrine (Hüe, 2016)

4.2.2 Résistance à l'amitraz

Pour limiter les résistances à la deltaméthrine, l'amitraz prend peu à peu le relais en 1996 jusqu'à être presque l'acaricide exclusif utilisé sur le territoire en 2004. Les premières résistances à cette molécule sont décrites en 2003 (Hüe, 2019).

En 2016, 23% des souches présentent une résistance ou une résistance intermédiaire à l'amitraz. Cette résistance est relativement faible par rapport à sa durée d'utilisation mais des méthodes de lutttes intégrées ont aussi été mises en place durant ces dernières années, ce qui partiellement expliquer ce léger taux de résistance rencontré (Hüe, 2016).

Un des facteurs de résistance à l'amitraze pourrait être comme pour la moxidectine, lié à la localisation de l'élevage sur le territoire (Hüe, 2016).

4.3 Vers un changement de méthode de lutte

Ces études nous montrent donc que la résistance aux acaricides a fortement augmenté depuis le début de l'utilisation de ces molécules chimiques. L'arrêt de certains agents a permis de limiter cette augmentation mais il n'est pas exclu que cette résistance croisse à la reprise des acaricides tel que la deltaméthrine.

Continuer l'utilisation de ces agents chimiques semble mener à une impasse, il est alors important de trouver des moyens de luttés alternatifs et complémentaires contre la tique du bétail.

En Nouvelle-Calédonie, un projet de lutte intégrée, employant différentes techniques alternatives contre *Rhipicephalus microplus* a été étudié et mis en place au fil des années dans le but de diminuer l'utilisation de ces agents.

5 La lutte intégrée

5.1 La génétique

5.1.1 Les croisements génétiques

Le bétail de Nouvelle-Calédonie compte principalement des bovins de race Limousine, accompagnés de quelques rares races Charolaises.

Il a été démontré que la génétique selon la race du bovin peut jouer un rôle dans la résistance aux infestation par *Rhipicephalus microplus*.

De plus, la résistance génétique aux tiques permet d'une part de diminuer le nombre de piqûres sur les animaux, et d'autre part de baisser la production d'œufs (Biegelmeyer et al, 2015).

La sélection d'animaux résistants pourrait donc être utilisé comme un outil stratégique pour réduire les niveaux d'infestation sur les bovins.

La Limousine étant une race relativement sensible aux infestations par *Rhipicephalus microplus*, plusieurs études soulignent l'intérêt d'effectuer des croisements avec des races plus résistantes (Barré et Bianchi, 2002).

Des races plus intéressantes en terme de rusticité et de résistance, tel que le Brahman et le Senepol sont décrites (Ibelli et al. 2012).

Ainsi, les premiers bovins de races Senepol furent importés en Nouvelle Calédonie en 2007 dans le but de lutter contre l'infestation par les tiques du bétail.

En 2013, une étude (Hüe et al, 2014) se penche sur le croisement de bovins de race Limousine avec des bovins de race Senepol sur le territoire Néo-Calédonien.

L'expérience qui se déroule dans trois fermes de Nouvelle-Calédonie de décembre 2011 à juin 2012, permet d'exposer que le croisement Senepol-Limousin est 5 fois moins infesté par les tiques que les limousines pures races.

Il y a donc un fort intérêt à croiser les races sensibles avec des races plus résistantes.

Aucune étude génétique spécifique sur la race Senepol n'a été précédemment menée pour identifier les mécanismes et les gènes responsables de la résistance aux tiques. Deux hypothèses existent, la première est que les bovins de pure race Senepol auraient probablement développé un mécanisme immunologique en restant en contact avec la population de tiques pendant plusieurs décennies. La deuxième hypothèse impliquerait un gène qui donne le phénotype « poils lisses et court » chez les Senepol empêchant les tiques de se fixer facilement sur leur robe (Hüe et al, 2014).

Des études confirment qu'il existe une corrélation entre l'élevage de bovins à poils longs et une infestation majorée, à l'origine d'une baisse de production (Bonsma 1981, Hupp 1981).

5.1.2 La sensibilité individuelle

Il existe également une sensibilité individuelle variable, celle-ci ne dépend pas de la race.

Une grille d'évaluation mise en place par l'IAC permet de déterminer les animaux les moins résistants. Elle a permis de montrer que 5 à 15% des animaux présentent un niveau d'infestation élevé au sein du troupeau et qu'ils sont porteur de 13 à 35% de la charge parasitaire du troupeau. Les données de l'IAC ont révélé que le nombre de tiques par animal s'atténue au fil des ans lorsque les animaux les plus infestés sont réformés (Figure 4).

L'élimination des individus les plus sensibles permet donc de diminuer considérablement le niveau d'infestation et ainsi d'améliorer le rendement et augmentant le poids moyen.

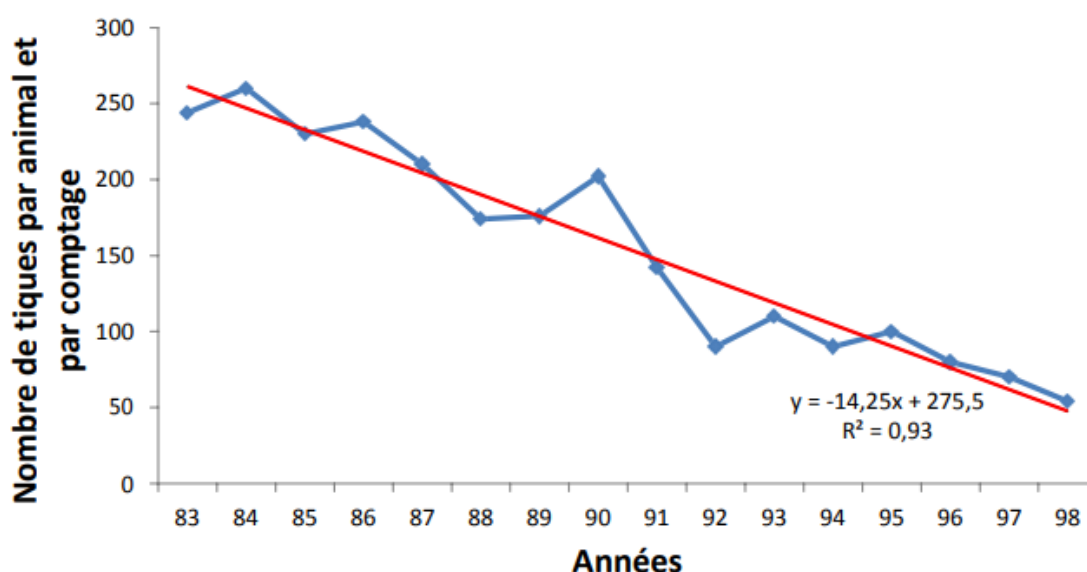


Figure 4. Evolution de l'infestation d'un troupeau au cours du temps en réformant les animaux les plus infestés par les tiques (fiche IAC 2017)

5.2 Les vaccins

Au cours de ces dernières années, plusieurs antigènes ont été jugés prometteurs pour la création d'un vaccin contre *Rhipicephalus microplus* (Willadsen P et al, 1988).

Une première étude menée par l'IAC (Barré et al, 2000) a permis de tester l'efficacité d'un vaccin contre R. microplus sur le territoire de la Nouvelle Calédonie.

Ce vaccin, TickGard plus®, était déjà utilisé en Australie et en Amérique du sud depuis plusieurs années pour contrôler les tiques dans les élevages laitiers.

Il permet d'induire la production d'anticorps contre la protéine Bm86 présente dans les intestins de la tique. Ainsi lorsque la tique se nourrit du sang du bovin, elle se dégrade en raison des anticorps réagissant contre ses cellules intestinales. Les tiques produisent alors moins d'œufs, ce qui permet de réduire la population dans la prairie.

L'essai de ce vaccin en Nouvelle Calédonie avait pour but une lutte intégrée contre les tiques et non une élimination à part entière. Cette étude a donné des résultats non significatifs et donc non concluants pour recommander son utilisation en Nouvelle-Calédonie (Barré et al, 2000).

Un second vaccin, le Gavac[®], est utilisé en Amérique latine mais pour des raisons sanitaires il n'est pas employé sur le territoire Calédonien (Hüe, 2019).

Un vaccin spécifique à la Nouvelle-Calédonie cherche à être mis en place. Ainsi une étude a testé l'efficacité d'un vaccin expérimental créé à base de protéine de *Rhipicephalus Australis* (sous famille de *Rhipicephalus microplus*) Bm86 et d'une protéine recombinante exprimée par *Escherichia coli* (Hüe, 2017).

Ce vaccin repose sur le même principe que le vaccin australien mais il utilise des souches de *Rhipicephalus microplus* présentes sur le territoire Calédonien, il est employé pendant une période de 3 mois sur des bovins charolais. La protéine recombinante Bm86 R. australis a été produite en tant que corps d'inclusion dans *E. coli*.

Les résultats montrent une réduction significative du nombre total de tiques engorgées de 40,3% par rapport au troupeau témoin. De plus la capacité de ponte est réduite de 51.2% et la fertilité de 18.8% (résultats non significatifs pour cette dernière). L'efficacité globale du vaccin est estimée à 74.2%.

Une étude sur les adjuvants (Petermann et al, 2017) a été menée en même temps pour avoir la réponse immunitaire la plus efficace.

Les résultats observés sont similaires à ceux observés avec des vaccins commerciaux, ce qui est encourageant pour continuer d'autres essais sur le terrain. Cependant ce vaccin « fait maison » nécessite une autorisation de mise sur le marché. De plus il nécessitera certainement un coût de production élevé or le prix final constitue un élément clé pour la décision de l'éleveur.

Le vaccin est un outil prometteur dans le projet d'une lutte intégrée, notamment pour continuer l'élevage de races dites sensibles à l'infestation par les tiques. Cela permettrait le maintien des

croisements de bovins ayant de bonnes qualités bouchères (au dépit d'une bonne résistance aux tiques) et de bovins ayant une meilleure résistance à *Rhipicephalus microplus*.

5.3 La gestion des pâturages

La gestion des pâturages permet de lutter intelligemment contre l'infestation des bovins par les tiques.

La plupart des méthodes de gestion des pâtures jusqu'à aujourd'hui consistent à mettre au repos les pâturages pendant environ 5 mois pour éliminer les larves de tiques présentes dans la prairie. Cependant cela provoque avec une mauvaise qualité des fourrages (Hüe et Fontfreyde, 2019).

Un étude récente (Hüe et Fontfreyde, 2019) sur cette gestion de pâturages a visé à mettre en place trois mesures correctives dans le but de limiter l'infection des bovins par *R. microplus* tout en préservant la qualité des fourrages.

Deux fermes de Nouvelle Calédonie régulièrement infestées par des tiques ont été suivies pendant 2 ans pour cette étude. Un calendrier de pâturage a été conçu afin de pouvoir orienter la rotation des pâtures en connaissant leur statut et ainsi savoir si elles sont saines ou infestées par les tiques et/ou œufs de tiques.

La première mesure a visé à dédier chaque pâturage à un troupeau spécifique pour éviter la ré infestation du pâturage par un autre troupeau.

La deuxième mesure était de déplacer les troupeaux qui doivent être traités seulement l'après-midi pour limiter la propagation des tiques durant le trajet pour aller au trempage. En effet, les tiques gorgées se détachent le plus souvent tôt le matin (Hitchcock et Roulston, 1955).

Enfin la troisième mesure consistait à prédire le risque d'infestation d'un pâturage par les tiques en examinant visuellement les animaux (mais aussi en les palpant pour les petites tiques), en tenant compte de la saison et des conditions de survie de la tique.

Cette gestion des pâturages a permis une diminution conséquente de l'utilisation des pesticides dans les deux fermes. En effet, dans les élevages semi extensifs de race charolaise de Nouvelle Calédonie, cette méthode a permis de réduire de plus de 70% l'usage d'acaricides (Hüe, 2019). Il serait donc intéressant de tester son efficacité sur d'autres types d'élevages.

Il s'agit donc de rompre le cycle des tiques et d'éviter une ré infestation du troupeau lors du pâturage grâce à la synchronisation des traitements de façon stratégique plutôt que traiter une fois que l'infestation du troupeau a déjà eu lieu.

Cependant, cette étude est peu représentative car elle ne suit que deux fermes et la réduction du nombre de traitements acaricides n'est pas significative, mais elle reste très intéressante au vu des résultats obtenus.

Etant donné que la tique ne transmet pas de maladie et qu'il y a eu de nombreux échecs pour éradiquer ce parasite, le but de cette étude n'est pas de supprimer l'infestation du bétail mais de limiter cette infestation à un bas niveau.

La gestion des pâturages est une méthode intéressante car elle ne nécessite pas de coût supplémentaire et elle ne nuit pas à l'environnement. Cependant il est nécessaire que l'éleveur connaisse parfaitement le cycle du parasite. Une bonne gestion du troupeau est indispensable pour mettre en place un système de rotation des pâtures efficace dans le but d'anticiper et mieux gérer les infestations futures.

Aujourd'hui, en Nouvelle Calédonie il existe principalement deux types d'éleveurs, ceux qui préfèrent changer la race de leur bétail pour prendre des bêtes moins sensibles à la tique du bétail, et les éleveurs qui préfèrent garder leur bétail sensible mais doivent apprendre à gérer le pâturage.

5.4 Les substances naturelles

5.4.1 Utilisation de fongiques

Une étude brésilienne a permis d'évaluer l'efficacité de *Lecanicillium lecanii*, un champignon entomopathogène, dans la lutte contre l'engorgement de *R. microplus* sur le bétail (Angelo et al, 2010).

Des tiques, collectées sur des vaches artificiellement infectées, des larves et des œufs ont été immergés dans des suspensions conidiennes à base d'huile ou à base de solution aqueuse à des concentrations différentes. Les essais biologiques ont été répétés deux fois à des jours différents en utilisant différent lots de conidies.

Cette immersion n'a pas permis de diminuer significativement l'éclosion des œufs mais une augmentation de la mortalité des larves a été observée. Toutes les concentrations ont permis de diminuer la production d'œufs. La plus légère concentration peut donc permettre de contrôler la population de tiques.

Les conidies en suspension dans l'huile ont donné de meilleurs résultats que les conidies suspendus dans l'eau.

L. lecanii a donc un potentiel intéressant dans la lutte biologique contre les tiques. En effet, il est pathogène pour tous les stades de *R. microplus* lorsque les conidies sont dans une suspension huileuse. La réalisation in vitro de cette étude ne permet pas de conclure scientifiquement à l'efficacité de ce fongique sur le terrain.

5.4.2 Utilisation d'huiles essentielles

De nombreuses études font part de l'efficacité importante des huiles essentielles dans le contrôle des ectoparasites en médecine vétérinaire.

Une étude de Lazcano Díaz et collaborateurs en 2019 permet d'établir l'efficacité de l'utilisation seule et de l'association de différentes huiles essentielles de cannelle, de cumin et de poivre de la Jamaïque. Cette étude est réalisée in vitro et l'action de ces huiles est testé à l'aide d'un « larval packet test » ainsi qu'un « adult immersion test ». L'efficacité est estimé en fonction du nombre de pontes observées, du nombre d'éclosions et du taux de reproduction estimé chez les tiques adultes et en fonction du taux de mortalité chez les larves.

L'utilisation seule ou associée de ces différentes huiles essentielles montre une efficacité significative allant de 66% à 100% pour son activité contre les tiques adultes (Figure 5) ainsi qu'une efficacité de 100% pour son utilisation sur les larves.

No.	Cinnamon	Cumin	Allspice	Efficacy (%)
1	1	0	0	65.6
2	0	1	0	95.5
3	0	0	1	96.5
4	1/2	1/2	0	76.9
5	1/2	0	1/2	96.1
6	0	1/2	1/2	85.3
7	1/3	1/3	1/3	99.0
8	2/3	1/6	1/6	100.0
9	1/6	2/3	1/6	66.0
10	1/6	1/6	2/3	96.0
a	0	0	0	0.0

Tableau I. Activité acaricide de l'association d'huiles essentielles contre les tiques adultes *R. microplus* (Lazcano Díaz et al, 2019)

Au vu de leur efficacité, les substances naturelles sont donc intéressantes dans la lutte intégrée contre les tiques du bétail. Le développement de ces molécules à but préventif ou thérapeutique nécessite cependant une analyse de leur toxicité ainsi qu'une autorisation de mise sur le marché ce qui n'est pas toujours possible. De plus, il serait intéressant d'étudier leur efficacité sur le terrain et non in vitro pour refléter leur réelle efficacité.

5.5 La faune environnante.

Le cerf rusa, importé en Nouvelle-Calédonie en 1870, s'est très vite adapté aux conditions de l'île et est maintenant considéré comme une espèce invasive sur le territoire. Cette espèce a un impact négatif au niveau de la productivité de l'élevage car les cerfs peuvent entrer en compétition alimentaire lorsque ce sont des élevages extensifs, de plus ils permettent la transmission de maladies et participent à la destruction de forêts sèches.

Malgré ces effets défavorables pour l'élevage, les scientifiques se sont interrogés sur l'impact de leur présence dans le maintien et le développement de la tique dans l'environnement.

Une étude (Barré et al 2001) démontre que les cerfs rusa sont moins porteurs de la tique du bétail que les bovins de race Charolaise. Cependant le cerf constitue un hôte et *R. microplus*

peut donc effectuer la totalité de son cycle sur celui-ci. Cela implique que le cerf rusa contribue à l'infestation des pâtures (Barré et al 2001).

En 2002, pour connaître l'impact des cerfs sur l'infestation du bétail par *Rhipicephalus microplus* en Nouvelle-Calédonie, l'association des cerfs rusa et des bovins est étudiée par Barré et collaborateurs. Trois troupeaux expérimentaux sont suivis sur une période de 15 mois dans des pâtures préalablement infestées artificiellement par des tiques. Le premier groupe contient seulement des bovins de race Charolaise, le deuxième contient seulement des cerfs et le troisième groupe est un mixte de bovins charolais et de cerfs. Une rotation des pâtures est effectuée toutes les 3 semaines et un comptage des tiques toutes les 6 semaines.

D'après les résultats (Figure 5), le groupe de bovins seuls est exposé à 10 à 55 tiques par kg durant toute la période de l'expérience alors que le groupe de bovins mixte est exposé seulement à 3 à 13 tiques par kg (excepté un pic de 19.4/Kg en octobre). Dans les mêmes conditions, les bovins élevés seuls ont donc significativement plus de tiques que les bovins élevés avec les cerfs. Inversement, les cerfs seuls présentent moins de tiques que les cerfs qui pâturent avec des bovins.

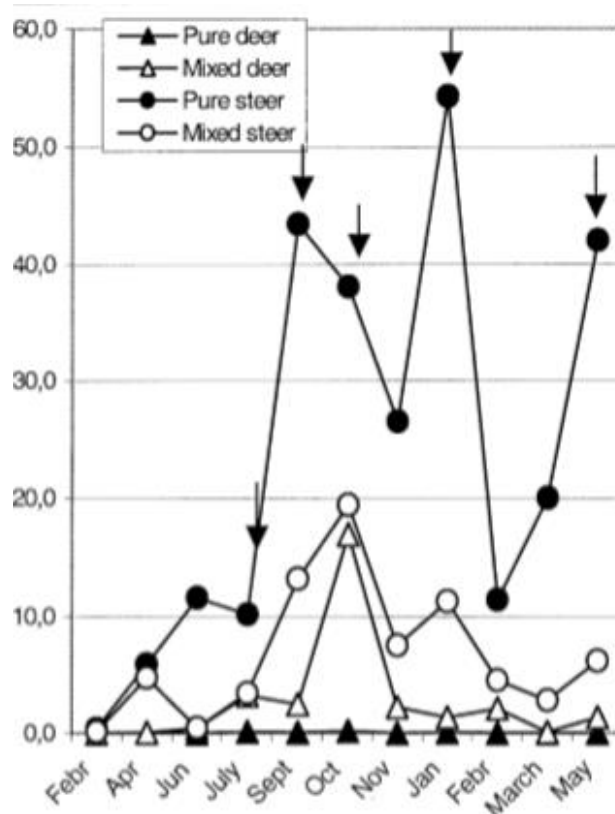


Figure 5. Nombre moyen de tique (tous les stades) par kg d'hôte pour chaque troupeaux (Barré et al, 2002)

Une étude de 2010 (De Meeûs et collaborateurs) conclue que les tiques présentes sur les cerfs et sur les bovins sont deux populations génétiquement différentes. La population de tiques du bétail allant sur les bovins ne pourrait donc pas faire la totalité de son cycle sur le cerf, ce qui expliquerait une différence du taux d'infestation lors de l'étude de 2002. Les tiques comptées sur les cerfs dans l'étude de 2001 seraient une sous population des tiques allant sur les bovins.

Les tiques présentes sur les cerfs sont donc incapable de terminer leur cycle, le cerf rusa peut donc être qualifié de « cul de sac » épidémiologique. Il permet de « piéger » les tiques sur un hôte sur lequel elles sont incapables de se reproduire complètement (Barré et al, 2002).

On ne peut pas conclure sur le rôle exacte du cerf rusa sur le taux de *Rhipicephalus microplus* dans l'environnement. Néanmoins, la réputation de cet ongulé en Nouvelle-Calédonie pourrait peut-être évoluer, une espèce invasive et en compétition avec les bovins pour le pâturage mais qui permettrait de limiter l'infestation de ceux-ci par les tiques.

5.6 Le soufre

Les chercheurs de l'IAC se demandent aujourd'hui si l'incorporation de soufre (présent dans l'ail) dans la ration permettrait une diminution de l'infestation. Plusieurs études ont déjà été menées, et notamment au sein de l'iac lui-même, montrant de bons résultats mais ne permettant pas de conclure sur la réelle efficacité de son utilisation.

Tout démarre en 1971 lorsqu'un éleveur de bovins en Australie affirme que l'incorporation de soufre dans des blocs de sel ou de supplément en minéraux a diminué l'infestation par les tiques dans son élevage (Utech & Wharton 1971). Ainsi l'utilisation du soufre comme remède contre *Rhipicephalus microplus* suscite la curiosité des chercheurs.

En 1972, des scientifiques tentent de démontrer l'effet du soufre sur l'infestation des bovins par les tiques du bétail mais les résultats ne sont pas encourageants (Utech et Wharton 1972).

Deux autres études ont ensuite été menées et ont permis de montrer une efficacité du soufre sur l'infestation du bétail par *Rhipicephalus microplus*.

La première étude date de 2003, elle porte sur 30 bovins et a permis de montrer une réduction significative de la charge parasitaire lors de l'ingestion de 3, 6 ou 9 grammes de résidus d'ail mixé dans 220g de sels minéraux par rapport au groupe contrôle (Alvarenga et al, 2003).

De plus, d'après l'étude de Costa Junior et Furlong en 2011, l'utilisation de Enxofre-Allium sativum® à raison de 20g/jour aurait un effet significatif sur le nombre de tiques observées sur les animaux ainsi que sur le poids des tiques engorgées.

En effet, l'administration aux bovins d'un produit à base de soufre a permis d'obtenir une baisse significative de 64% du nombre de tiques engorgées par rapport au groupe contrôle qui n'a reçu aucun traitement.

Il existait un groupe ayant reçu une préparation homéopathique sans soufre à raison de 0,01g/jour qui a montré une baisse du nombre de tiques engorgé mais de manière non significative.

Il existe une corrélation entre le poids des tiques gorgées et le nombre de larves produites par ces tiques (Borges et al, 2001). L'ingestion de ce composé permet donc de diminuer indirectement le nombre de larves produites.

Cette étude nous montre qu'il serait donc intéressant d'investiguer la piste d'utilisation d'ail/soufre dans l'alimentation du bétail en Calédonie. En effet de par son efficacité démontrée in vivo et son cout peu élevé par rapport à un autre remède (insecticide, vaccin), le soufre est un moyen de lutte avantageux.

Suite à ces études prometteuses, l'IAC a testé à son tour l'efficacité de la complémentation en souffre sur l'infestation des bovins par la tique du bétail en distribuant 17,60 grammes de soufre par jour sous forme de pierre à lécher à un groupe de 8 bovins, et 17,60 gramme de soufre par jour directement dans la ration à un groupe de 7 bovins.

Les comparaisons des valeurs au groupe contrôle n'ont malheureusement pas montré de différence de concentration en soufre dans le sérum entre les animaux supplémentés et les non supplémentés.

Cependant, pour évaluer de façon objective l'effet du soufre il faudrait un échantillon d'animaux plus large. De plus, il conviendrait également de vérifier que le soufre apporté est

bien absorbé et de limiter les périodes de tests afin d'écarter l'incidence des saisons sur l'infestation.

Le dosage utilisé pourrait expliquer la différence de résultats entre ces différentes études. En effet dans les études précédentes (Alvarenga et al, 2003, Costa Junior, 2011) la dose de soufre contenue dépasse la dose maximum tolérable.

L'incorporation du soufre dans la ration suscite donc plusieurs questionnements, on peut se demander sous quelle forme a-t-on une meilleure assimilation dans l'organisme, quel dosage faut-il utiliser et à quelle fréquence ? Mais les résultats plutôt encourageants ne permettent pas d'exclure son utilisation future dans le cadre de la lutte intégrée.

6 Conclusion

En causant d'importantes pertes économiques, *Rhipicephalus microplus* inquiète les éleveurs et le gouvernement Calédonien dès son introduction sur le territoire pendant la seconde guerre mondiale.

L'éradication du parasite à l'aide de molécules chimiques est le premier mot d'ordre de cette lutte, mais celle-ci prend un tout autre tournant depuis l'apparition récurrente de résistances dans les années 1980. Plusieurs stratégies sont alors étudiées puis proposées aux éleveurs. Les différentes études menées dans le but de contrôler la propagation du parasite se sont révélées encourageantes.

Certaines de ces méthodes sont déjà utilisées sur le terrain, comme la gestion des pâturages ou le croisement avec des races plus résistantes, et permettent de limiter efficacement le nombre d'infestations. Cependant, la mise en place d'une lutte intégrée se heurte à plusieurs difficultés, notamment à la gratuité des traitements chimiques, qui amène les éleveurs à se tourner vers la solution de facilité avec l'utilisation d'acaricides.

Ces méthodes nécessitent également le bouleversement des habitudes d'élevage, tel que l'abandon des races historiques présentes sur le territoire, ou la mise en place d'un plan de gestion des pâturages. Les techniques de lutte développées peuvent donc être contraignantes pour les éleveurs qui se retrouvent finalement dans une impasse. Ils sont confrontés au choix de conserver des races sensibles aux infestations tout en appliquant des méthodes plutôt chronophages ou bien d'écarter les races historiques tout en diminuant les contraintes. Des

solutions efficaces existent. En revanche, elles ne sont réalisables que grâce à l'implication des éleveurs et leur coopération avec le centre de recherche sur la tique et le gouvernement Calédonien.

7 Bibliographie

- Alvarenga, Luciano de Castro, Paulo César de Aguiar Paiva, Vera Lúcia Banys, Edgar Alain Collao-Saenz, Adriana Mello Garcia Rabelo, et Carlos Alberto Pereira de Rezende. « Alteração da carga de carrapatos de bovinos sob a ingestão de diferentes níveis do resíduo do beneficiamento do alho ». *Ciência e Agrotecnologia* 28, n° 4 (août 2004): 906-12.
- Angelo, Isabele C., Éverton K.K. Fernandes, Thiago C. Bahiense, Wendell M.S. Perinotto, Ana Paula R. Moraes, Andréia L.M. Terra, et Vânia Rita Elias Pinheiro Bittencourt. « Efficiency of *Lecanicillium Lecanii* to Control the Tick *Rhipicephalus Microplus* ». *Veterinary Parasitology* 172, n° 3-4 (septembre 2010): 317-22.
- Barré N., Bianchi M., Costa R., 2000. Résultats d'un essai du vaccin antiBoophilus Tickgard plus (Hoechst-Roussel) en Nouvelle-Calédonie. Rapp. Programme Elevage n° 2/00. Institut agronomique néo-calédonien, Païta, Nouvelle-Calédonie, 7 p.
- Barré, N., M. Bianchi, et L. Chardonnet. « . Role of Rusa deer *Cervus timorensis russa* in the cycle of the cattle tick *Boophilus microplus* in New Caledonia ». *Experimental and Applied Acarology* 25, n° 1 (2001): 79-96.
- Barré N., Bianchi M., 2002. Bilan de 5 années d'enquêtes et expérimentations sur les tiques en Nouvelle-Calédonie. Rapp. Programme Elevage n° 1/02. Institut agronomique néo-calédonien, Païta, Nouvelle-Calédonie, 24 p
- Barré, N., M. Bianchi, et M. Garine-Wichatitsky. « Effect of the Association of Cattle and Rusa Deer (*Cervus Timorensis Russa*) on Populations of Cattle Ticks (*Boophilus Microplus*) ». *Annals of the New York Academy of Sciences* 969, n° 1 (octobre 2002): 280-89.
- Bennett J.A., 2004. Pests and disease in the Pacific War: crossing the line. In: Natural enemy, natural ally: toward an environment history of warfare (Eds. Tucker R.P., Russel E.). Oregon State University Press, Corvallis, OR USA, 217-251
- BERGER, Anna . Enquête sur les pratiques d'élevage contre la Tique *Rhipicephalus microplus* en Nouvelle-Calédonie. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 92 p.
- Bonsma, J.C. (1981) Breeding tick-repellent cattle. In: G.B. Whitehead and J.D. Gibson (eds) Tick biology and control: Proceedings of an international conference held in Grahamstown, 27–29 January, 1981, pp. 67–77. Tick Research Unit, Rhodes University, Grahamstown
- Bianchi, M.W, N Barré, et S Messad. « Factors Related to Cattle Infestation Level and Resistance to Acaricides in *Boophilus Microplus* Tick Populations in New Caledonia ». *Veterinary Parasitology* 112, n° 1-2 (février 2003): 75-89.
- Chambre d'agriculture de Nouvelle-Calédonie, pôle élevage, GDS-A <https://nouvelle-caledonie.chambre-agriculture.fr/nos-services/pole-elevage/gds-a/> Consulté le 3 juin 2020

- Costa-Júnior, L. M., et J. Furlong. « Efficiency of Sulphur in Garlic Extract and Non-Sulphur Homeopathy in the Control of the Cattle Tick *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* ». *Medical and Veterinary Entomology* 25, n° 1 (mars 2011): 7-11.
- DAVAR, 2015. Recensement général agricole 2012. ISEE / Direction des affaires vétérinaires, alimentaires et rurales, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 185p
- DAVAR, Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales, Secteur rural aide et interventions, aide à la vache allaitante. Consulté le 3 juin 2020.
- De Meeûs, T., B.B. Koffi, N. Barré, M. de Garine-Wichatitsky, et C. Chevillon. « Swift Sympatric Adaptation of a Species of Cattle Tick to a New Deer Host in New Caledonia ». *Infection, Genetics and Evolution* 10, n° 7 (octobre 2010): 976-83.
- Figueiredo, Amanda, Rafaela Regina Fantatto, Isabela Cabeça Agnolon, Louyse Gabrielli Lopes, Patrícia Rosa de Oliveira, Maria Izabel Camargo Mathias, Teresa Cristina Alves, Waldomiro Barioni Júnior, et Ana Carolina de Souza Chagas. « In Vivo Study of a Homeopathic Medicine against *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* in Dairy Cow ». *Revista Brasileira de Farmacognosia* 28, n° 2 (mars 2018): 207-13.
- Hitchcock LF, Roulston WJ (1955) Arsenic resistance in a strain of cattle tick *Boophilus microplus* (Canestrini) from Northern NSW. *Aust J Agric Res* : 6 :666-670
- Hüe, Thomas. « La tique du bétail en Nouvelle-Calédonie : synthèse sur 75 ans de présence et 60 ans de recherche. Une histoire locale pour un enseignement global ». *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 72, n° 3 (7 octobre 2019): 123.
- Hüe, Thomas, et Chloé Fontfreyde. « Development of a New Approach of Pasture Management to Control *Rhipicephalus Microplus* Infestation ». *Tropical Animal Health and Production* 51, n° 7 (septembre 2019): 1989-95.
- Hüe, Thomas, Jean-Claude Hurlin, Magali Teurlai, et Michel Naves. « Comparison of Tick Resistance of Crossbred Senepol × Limousin to Purebred Limousin Cattle ». *Tropical Animal Health and Production* 46, n° 2 (février 2014): 447-53.
- Hüe, Thomas, Julie Petermann, Romain Bonnefond, Isabelle Mermoud, Dewi Rantoen, et Tony Vuocolo. « Experimental Efficacy of a Vaccine against *Rhipicephalus Australis* ». *Experimental and Applied Acarology* 73, n° 2 (octobre 2017): 245-56.
- Hüe, Thomas, Julie Petermann, Jean-Claude Hurlin, Huguette Gaia, et Laura Cauquil. « Etat des lieux des résistances de la tique du bétail *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) à la deltaméthrine, l'amitraz et la moxidectine en Nouvelle-Calédonie : quelles perspectives de lutte ? » *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 68, n° 4 (9 mai 2016): 167.
- Ibelli, A.M.G., A.R.B. Ribeiro, R. Giglioti, L.C.A. Regitano, M.M. Alencar, A.C.S. Chagas, A.L. Paço, H.N. Oliveira, J.M.S. Duarte, et M.C.S. Oliveira. « Resistance of Cattle of Various Genetic Groups to the Tick *Rhipicephalus Microplus* and the Relationship with Coat Traits ». *Veterinary Parasitology* 186, n° 3-4 (mai 2012): 425-30.
- Lazcano Díaz, Estefania, Eduardo Padilla Camberos, Gustavo Adolfo Castillo Herrera, Mirna Estarrón Espinosa, Hugo Espinosa Andrews, Norma Angélica Paniagua Buelnas, Abel Gutiérrez Ortega, et Moisés Martínez Velázquez. « Development of Essential Oil-Based Phyto-Formulations to Control the

- Cattle Tick *Rhipicephalus Microplus* Using a Mixture Design Approach ». *Experimental Parasitology* 201 (juin 2019): 26-33.
- Petermann, J., L. Cauquil, J.C. Hurlin, H. Gaia, et T. Hüe. « Survey of Cattle Tick, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *Microplus*, Resistance to Amitraz and Deltamethrin in New Caledonia ». *Veterinary Parasitology* 217 (février 2016): 64-70.
- Petermann, Julie, Romain Bonnefond, Isabelle Mermoud, Dewi Rantoen, Laure Meynard, Christopher Munro, Linda H. L. Lua, et Thomas Hüe. « Evaluation of Three Adjuvants with Respect to Both Adverse Effects and the Efficacy of Antibody Production to the Bm86 Protein ». *Experimental and Applied Acarology* 72, n° 3 (juillet 2017): 303-15.
- Stone, B. F. « THE GENETICS OF RESISTANCE BY TICKS TO ACARICIDES ». *Australian Veterinary Journal* 48, n° 6 (juin 1972): 345-50.
- The Center for Food Security and Public Health, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, 2007, Spickelr, Anna Rovid. Consulté le 10 juin 2019
- Utech, K. B. W., et R. H. Wharton. « SULPHUR AND THE CATTLE TICK *BOOPHILUS MICROPLUS* ». *Australian Veterinary Journal* 48, n° 2 (février 1972): 73-74.
- Verges J., 1944. Les tiques du bétail. Méthodes d'éradication. Imprimeries réunies, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 72 p.
- Wildeus, S., L. R. McDowell, et J. R. Fugle. « Season and Location Effects on Serum and Liver Mineral Concentrations of Senepol Cattle on St Croix, Virgin Islands ». *Tropical Animal Health and Production* 24, n° 4 (décembre 1992): 223-30.
- Willadsen, P., R.V. McKenna, et G.A. Riding. « Isolation from the Cattle Tick, *Boophilus Microplus*, of Antigenic Material Capable of Eliciting a Protective Immunological Response in the Bovine Host ». *International Journal for Parasitology* 18, n° 2 (mars 1988): 183-89.