



Ecole nationale Vétérinaire
d'Alfort

MASTER 2EME ANNEE

Santé publique Paris XI et Sciences et santé Paris XII

SPECIALITE

**SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE DES
MALADIES HUMAINES ET ANIMALES**

RAPPORT DE STAGE

Evaluation de la résistance de *Rhipicephalus microplus* aux acaricides et mise en relation avec les pratiques de lutte chez les bovins en Martinique

Présenté par Manon HAMON

Réalisé sous la direction de : Jennifer PRADEL

Organisme et pays : CIRAD Guadeloupe

Période du stage : du 5 janvier au 17 juin 2015

Date de soutenance : le 22 juin 2015

Année universitaire 2014-2015

Remerciements

Au Docteur Jennifer PRADEL,
Vétérinaire épidémiologiste au CIRAD Guadeloupe,
Pour son encadrement, son soutien et son temps précieux,
Mes sincères remerciements.

Au Docteur Stéphanie DEPRAZ,
Vétérinaire épidémiologiste au CIRAD Guadeloupe,
Pour son aide et son accompagnement au quotidien,
Mes sincères remerciements.

A Philippe PELONDE,
Directeur du GDS Martinique,
A toute son équipe, Marie-Claire TIMIR, José TOUSSAINT, Lionel FELIXINE, Quentin TERRINE,
Jean-Laurent POLLUX
Pour toute l'énergie déployée sur le terrain,
Pour leur grande sympathie, leur soutien et leur aide,
Mes sincères remerciements.

Au Docteur Léonore LOVIS,
Chercheur et parasitologue à Novartis,
Pour son aide et ses nombreux conseils,
Mes sincères remerciements.

Aux partenaires et collaborateurs du projet : Laboratoire CIRAD Unité CMAEE, Groupe Tiques et Maladies transmises de CaribVET, USDA-ARS (R.Miller, B.Pérez De Leon), Institut Agronomique Néo-Calédonien (Thomas Hüe), DAAF Martinique, Fonds de Coopération Régionale Guadeloupe/ Martinique.

Résumé court

La tique créole *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* est endémique des zones tropicales et subtropicales. Parasite hématophage et vectrice de la piroplasmose bovine (anaplasmose et babésiose), elle est encore contrôlée essentiellement de manière chimique pour limiter son impact économique. L'Amérique du Sud, l'Océanie et l'Afrique ont rapporté des résistances de la tique aux acaricides. La situation dans la Caraïbe est très peu connue en dehors des Grandes Antilles où des résistances à une ou deux molécules ont été rapportées, et reste à mieux définir, en particulier dans les petites Antilles où un programme intensif de lutte chimique contre la tique sénégalaise a été organisé pendant une dizaine d'années. Aujourd'hui, les problèmes d'efficacité des acaricides vis-à-vis de la tique créole se font de plus en plus ressentir, notamment en Martinique où les remontées ont été les plus fortes au cours de ces cinq dernières années. Un partenariat s'est ainsi initié entre le GDS de Martinique et le CIRAD Guadeloupe autour d'une étude locale s'inscrivant dans un projet d'intérêt régional « ResisT » (2013-2015). L'étude épidémiologique des résistances, exploratoire, a pour objectif principal d'évaluer le niveau de résistance de la tique créole dans les élevages bovins adhérents du GDS en Martinique et d'améliorer la connaissance autour des pratiques d'élevage et de contrôle des tiques en particulier. Elle s'est articulée autour de deux axes : un questionnaire d'enquête auprès de 73 éleveurs et un diagnostic *in vitro* de résistance des tiques au laboratoire (le Larval Tarsal Test réalisé auprès de 16 élevages) récemment mis en place au CIRAD Guadeloupe vis-à-vis de 5 molécules de 3 familles d'acaricides utilisées en Martinique. Les résultats de l'enquête montrent qu'un certain nombre d'éleveurs suivent des pratiques favorables à la prévention de l'installation de résistance aux acaricides. Les résultats du LTT montrent une résistance de la tique créole aux quatre composés acaricides actuellement utilisés en Martinique. 14 élevages sur 16 ont de la résistance à au moins une famille d'acaricide, et on distingue le cas d'un éleveur ayant de la résistance à toutes les familles. Les résultats de l'étude vont être utilisés pour réévaluer les recommandations de lutte pour limiter le développement de résistance en promouvant des solutions alternatives à la lutte chimique en fonction des situations rencontrées. Cette étude pilote sera valorisée à l'échelle de la Caraïbe. Les connaissances acquises et les outils de communication développés seront partagés, et les laboratoires intéressés seront formés aux tests de résistance.

Résumé long

Largement répandue dans les zones tropicales et subtropicales du monde, la tique créole, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, représente un véritable fléau économique pour l'élevage bovin. Elle transmet par la salive des parasites sanguins, responsables de maladies chez son hôte, la babésiose et l'anaplasmose. Elle passe de l'état de larve à nymphe, puis de nymphe à adulte sur le même animal, un bovin, par gorgement et mue successives en trois semaines. Ce cycle court est favorable à la naissance de multiples générations par an. La tique créole génère depuis plus d'un siècle une lutte essentiellement chimique qui a commencé en 1895 avec l'arsenic. Depuis, 9 familles d'acaricides ont vu le jour sur le marché. Parallèlement, des résistances de la tique créole aux acaricides sont apparues, successivement à l'ensemble des familles acaricides à l'exception d'une, commercialisée en 2010. Cette apparition de résistance, inévitable, seulement lente ou rapide, interroge quant aux méthodes de lutte adaptées dans de telle situation.

La Caraïbe n'est pas épargnée par cette question et la situation nécessite d'être éclaircie. Aucune résistance n'a été prouvée dans les Petites Antilles malgré des remontées de plus en plus récurrentes de problèmes d'efficacité des acaricides rapportés par les éleveurs depuis quelques années, en particulier en Martinique par le GDS (Groupement de Défense Sanitaire) auprès du CIRAD de Guadeloupe (Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement) depuis 2011. La problématique de la tique créole intervient après celle de la tique sénégalaise qui a fait l'objet d'un plan d'éradication pendant 10 ans (le POSEIDOM en Martinique, Programme d'Options Spécifiques à l'Eloignement et l'Insularité des Départements français d'Outre-mer), durant lequel une lutte chimique financée, systématique, avec une seule molécule acaricide a été mise en place. La stratégie de lutte adaptée pour l'éradication de la tique sénégalaise est remise en cause pour la gestion de la tique créole en termes d'émergence de résistance. Un projet « ResisT » a vu le jour en 2013 avec pour objectif principal une approche commune de surveillance, de contrôle des tiques et des maladies transmises, et d'évaluation de l'émergence de résistance. Il est le fruit d'une coopération régionale entre sept partenaires et deux collaborateurs : les services vétérinaires de huit îles des Petites Antilles et le GDS de Martinique. En réponse à des remontées fortes de la part des éleveurs martiniquais, une étude pilote en Martinique s'est inscrite dans le cadre de ce projet afin d'évaluer le niveau de résistance aux acaricides, d'améliorer la connaissance des pratiques d'élevage et de lutte et d'élaborer des recommandations et des solutions pour les éleveurs. Un nouveau test *in vitro* de diagnostic de résistance a été implanté au laboratoire du CIRAD de Guadeloupe pour pouvoir confirmer ou infirmer *in vitro* la présence de résistance suspectée *in vivo* sur le terrain. Ce test, le Larval Tarsal Test (LTT), repose sur le principe d'évaluer la mortalité larvaire par une mise en contact des larves avec des dilutions croissantes d'acaricides à l'aide de plaques de 96 puits comme support. Ce test a été choisi parmi d'autres tests *in vitro* car il présente les avantages principaux de nécessiter peu de tiques femelles gorgées et de tester un grand nombre de dilutions d'acaricides. Ce dernier avantage n'est pas négligeable quant au caractère exploratoire de l'étude.

L'étude s'est portée auprès d'une sélection non aléatoire d'éleveurs bovins adhérents du GDS, basée sur une participation volontaire des éleveurs. Une visite d'élevage était organisée avec un technicien du GDS. Un questionnaire d'enquête était posé à cette occasion abordant les caractéristiques d'élevage, les pratiques de lutte contre les tiques, la perception de la problématique de la tique créole. Le troupeau était systématiquement géoréférencé. Parallèlement, la visite était également synchronisée dans la mesure du possible avec la présence de tiques femelles gorgées pour assurer une collecte au sein du troupeau. Cette collecte faisait l'objet par la suite d'un envoi au laboratoire du CIRAD Guadeloupe pour réaliser le test de diagnostic de résistance. L'objectif était de mettre en relation les

pratiques des éleveurs, leurs réponses au questionnaire, avec les résultats du LTT. La collecte de tiques s'est avérée difficile, un certain nombre de contraintes ont été rencontrées : une période de carême peu propice au développement des tiques, des habitudes de détiqage programmé limitant les possibilités de retarder le détiqage pour laisser les tiques se gorger, et une fenêtre de collecte étroite liée au gorgement rapide et au décrochement précoce de la femelle dans la journée.

Après les visites de terrain, et parallèlement à la réalisation du LTT dont chaque résultat est obtenu en six semaines, un temps d'analyse a débuté avec les données de l'enquête et s'est poursuivi avec les résultats du LTT. Le niveau de résistance est obtenu par un ratio de résistance comparant la mortalité de la souche de terrain avec celle de la souche sensible de référence pour chaque acaricide, à partir d'une courbe dose-réponse. La souche de référence est sensible à tous les acaricides testés. Le seuil de résistance est fixé à 4, c'est-à-dire qu'il faut une dose 4 fois plus élevée pour tuer les larves de tiques de terrain que pour tuer les larves de la souche sensible de référence.

En deux mois, 73 enquêtes ont été réalisées sur l'ensemble de la Martinique dont 38 associées à une collecte de tiques. Pour 67% des éleveurs, le niveau d'infestation de la tique créole dans l'élevage est problématique. 63 éleveurs sur 73 rapportent que les races européennes sont plus infestées par la tique créole. Une part significativement importante d'éleveurs pratique à la fois l'alternance des produits et le détiqage uniquement en présence de tiques (χ^2 , $p=0,04$), deux pratiques considérées comme favorables pour retarder la mise en place de résistance. Une majorité d'éleveurs (79%) utilise plusieurs produits acaricides dans leur plan de lutte contre les tiques. 90% des éleveurs interrogés utilisent l'amitraz (Tactic®) dont une majorité depuis plus de 10 ans. Peu rapportent des problèmes d'efficacité avec l'amitraz si l'on compare les résultats avec la deltaméthrine (Butox®) pour laquelle 70% des éleveurs l'utilisant actuellement rapportent des problèmes d'efficacité. Les éleveurs continueraient d'utiliser la deltaméthrine pour lutter contre les mouches et non contre les tiques. Seulement 16 résultats LTT ont été inclus dans l'analyse car soit le nombre de femelles gorgées était trop faible soit la mortalité dans les plaques était trop élevée. Le LTT a montré l'existence *in vitro* de résistance aux 4 composés acaricides actuellement utilisés par les éleveurs martiniquais. Parmi les éleveurs ayant un résultat LTT, le test a confirmé toutes les suspicions de résistance pour la deltaméthrine et la fluméthrine (Bayticol®). Pour les cas de suspicion de résistance associés à un résultat sensible, il n'est pas exclu que la résistance n'a pas été trouvée par manque de représentativité de la population de tiques du troupeau échantillonné (peu de tiques prélevées sur peu d'animaux). Le rapport de problème d'efficacité dépend également étroitement des pratiques de l'éleveur : du respect du dosage d'acaricide, du mode et du temps d'application. Tous les résultats résistants à la fluméthrine sont également résistants à la deltaméthrine. Ces deux molécules étant de la même famille d'acaricide et ayant le même mécanisme d'action, ce résultat va en faveur d'une résistance croisée même si l'éleveur n'a jamais utilisé l'une des deux molécules. Enfin, 7 éleveurs sur 16 ont un résultat résistant à au moins deux familles d'acaricides, et un à toutes les familles.

Les résultats du LTT doivent maintenant être considérés pour chaque éleveur en relation avec ses pratiques d'élevage en partie rassemblées au cours de l'enquête pour proposer des recommandations adaptées. Un protocole de suivi a été anticipé pour faire un parallèle entre le détiqage, son efficacité et le diagnostic *in vitro* de résistance. Le GDS va vers une stratégie globale et intégrée de la lutte contre la tique créole et la tique sénégalaise sous une approche non seulement chimique mais également agronomique et génétique. Les résultats de l'étude sont moteurs pour la Caraïbe et pourront promouvoir la conception d'outils de communication sur la problématique tique créole pour la Martinique et le reste de la Caraïbe. De plus, le succès de l'implémentation du LTT au laboratoire du CIRAD Guadeloupe permet la mise à disposition d'un outil diagnostic pour suivre de près la situation en Martinique, et pour évaluer la situation dans d'autres îles de la Caraïbe.

Sommaire

I.	Contexte de l'étude.....	8
1.	Le contexte Caraïbéen	8
2.	L'élevage bovin en Martinique	9
a.	Présentation générale de la Martinique.....	9
b.	Les races bovines: le rôle de l'importation et du croisement.....	11
3.	La problématique de la tique créole	12
a.	Biologie et cycle de vie	12
b.	Conséquences pour l'hôte et impact économique.....	13
c.	La lutte contre la tique créole et les enjeux du développement d'une résistance aux acaricides	14
d.	Développement de résistances aux acaricides de la tique créole	15
i.	Mécanismes de résistance intrinsèques de la tique.....	15
ii.	Apparition des résistances dans le monde	15
iii.	Situation en Martinique	16
iv.	Recommandations actuelles de lutte	17
4.	Les principaux tests de diagnostic de résistance aux acaricides.....	17
II.	Mise en place de l'étude pilote en Martinique.....	18
1.	Un intérêt régional	18
2.	Objectifs de l'étude	19
3.	Matériels et méthodes	19
a.	Population d'étude et échantillonnage.....	20
b.	Protocoles	20
i.	L'enquête.....	20
ii.	Le test de résistance LTT : de la collecte au laboratoire	21
4.	Résultats.....	25
i.	Caractéristiques de l'échantillon et pratiques d'élevage	25
ii.	Perception de la problématique tique créole.....	27
iii.	Pratiques de détiqage et inefficacité rapportée des acaricides	27
iv.	Résultats du LTT et dires d'éleveurs.....	31
5.	Discussion.....	35
6.	Perspectives	38

Abréviations

AIT Adult Immersion Test

Agreste Statistique agricole en ligne - Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Bdni Base de données nationale d'inscription

CAP Caribbean *Amblyomma* Programme

CaribVET Réseau Caraïbéen de santé animale

CARICOM Caribbean Community and Common Market

CIRAD Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

COPROLAM Coopérative de Production Laitière de Martinique

DAAF Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

DFA Départements Français d'Amérique

FAO Food and Agricultural Organization

FCR Fonds de Coopération Régionale

GDS Groupement de Défense Sanitaire

GMQ Gain Moyen Quotidien

IICA Institut Inter-américain de Coopération pour l'Agriculture

Insee Institut national de la statistique et des études économiques

LPT Larval Packet Test

LC50 Lethal Concentration 50

LTT Larval Tarsal Test

OMS Organisation Mondiale de la Santé

PAHO Pan American Health Organization

POSEIDOM Programme d'Options Spécifiques à l'Eloignement et à l'Insularité des Départements français d'Outre Mer

RR50 Ratio de Résistance 50 (= LC50 souche terrain/ LC50 souche sensible de référence)

SAU Surface Agricole Utile

UBT Unité de Bétail Tropical (définition FAO: 1UBT= 1 bovin de 250 kg)

USDA United States Department of Agriculture

Intitulé complet du stage : caractérisation et évaluation du niveau de résistance de la tique créole, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aux acaricides en Martinique avec un nouveau test *in vitro* (Larval Tarsal Test) et mise en relation avec les pratiques de lutte contre les tiques chez les bovins.

L'élevage bovin dans la région Caraïbe est principalement touché par une problématique sanitaire : les tiques et maladies transmises par les tiques, qui ont un fort impact économique. Après l'extension de la tique sénégalaise (*Amblyomma variegatum*) dans les petites Antilles qui a entraîné la mise en œuvre d'un programme d'éradication « Caribbean *Amblyomma* programme » (CAP) entre 1995 et 2005, la tique créole *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, endémique, s'avère de plus en plus préoccupante au regard des problèmes d'efficacité des acaricides rapportés par les éleveurs dans plusieurs îles de la Caraïbe, en particulier en Martinique. Ces observations ont été rapportées au sein du réseau caribéen de santé animale CaribVET, constitué des services vétérinaires de 33 pays et territoires caribéens dont font partie les Département Français d'Amérique (DFA). La lutte chimique étant le principal moyen entrepris dans la lutte contre les tiques, avec un nombre limité de produits acaricides, et la tique créole étant connue pour développer des multi-résistances à toutes les familles d'acaricides, il s'avère nécessaire de promouvoir des méthodes de lutte alternatives accessibles et efficaces contre la tique créole, dans la situation actuelle qui reste à mieux définir. C'est dans ce cadre qu'une étude pilote pour la région Caraïbe a été menée en Martinique auprès des éleveurs bovins avec la mise en place d'un nouveau test *in vitro* de diagnostic permettant de caractériser le niveau de résistance de la tique créole. Le CIRAD de Guadeloupe (Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement) et le GDS de Martinique (Groupement de Défense Sanitaire), ont mené cette étude inscrite dans le cadre d'un projet de Coopération régionale ResisT « Evaluation de la résistance des tiques aux acaricides dans la Caraïbe- Développement de stratégies d'amélioration de la surveillance et du contrôle des tiques et maladies transmises chez les ruminants ». Le rapport détaille le contexte caribéen et martiniquais de la problématique de la tique créole, puis présente l'étude en Martinique et les résultats obtenus.

I. Contexte de l'étude

1. Le contexte Caribéen

La Caraïbe est un large archipel de 44 îles s'étendant sur près de 4 000 kilomètres de long. C'est une mosaïque de territoires au statut d'autonomie variable et d'Etats de tailles et de niveau de développement socio-économique très différents, dont la part de l'élevage dans l'économie varie fortement d'une île à l'autre. Le réseau régional de santé animale, CaribVET, a été créé en 2006 marquant la naissance d'une collaboration entre les services vétérinaires de 33 pays et territoires insulaires et continentaux (Figure 1A) dont le morcellement géographique, économique, linguistique et politique est une contrainte à pallier pour promouvoir la santé animale et la santé publique vétérinaire dans la région. CaribVET développe une stratégie régionale avec les services vétérinaires, les organisations régionales (CARICOM) et internationales en agriculture (OIE, FAO, PAHO, IICA, USDA) et les organismes de recherche (CENSA, Cuba et CIRAD Guadeloupe) ainsi que les universités vétérinaires pour améliorer les connaissances sur les maladies animales sévissant dans la région, à renforcer les capacités de surveillance, de diagnostic et de contrôle des maladies au niveau national pour mieux assister les différents membres dans leur prise de décision. Les groupes de travail de CaribVET définis selon les priorités régionales jouent ainsi le rôle de support technique et scientifique pour le développement d'enquêtes régionales, guidelines, outils ou recommandations. Les tiques et maladies transmises, représentent un volet majeur en santé animale en raison de l'impact sanitaire et économique des maladies et du coût direct de la lutte générée contre les tiques. Le groupe de travail « Tiques et maladies transmises » s'intéresse de près à la situation épidémiologique de la tique sénégalaise et, depuis 2011, à la situation de la résistance des tiques créoles mais aussi des maladies qu'elles transmettent (la cowdriose, l'anaplasmose et la babésiose) et de leur impact. Il s'est

penché récemment sur les observations faites dans plusieurs îles de la Caraïbe quant à l'augmentation des problèmes d'efficacité des acaricides. C'est dans ce contexte qu'est né le projet « ResisT » dont l'un des volets est dédié à l'étude de la résistance de la tique créole aux acaricides en Martinique.

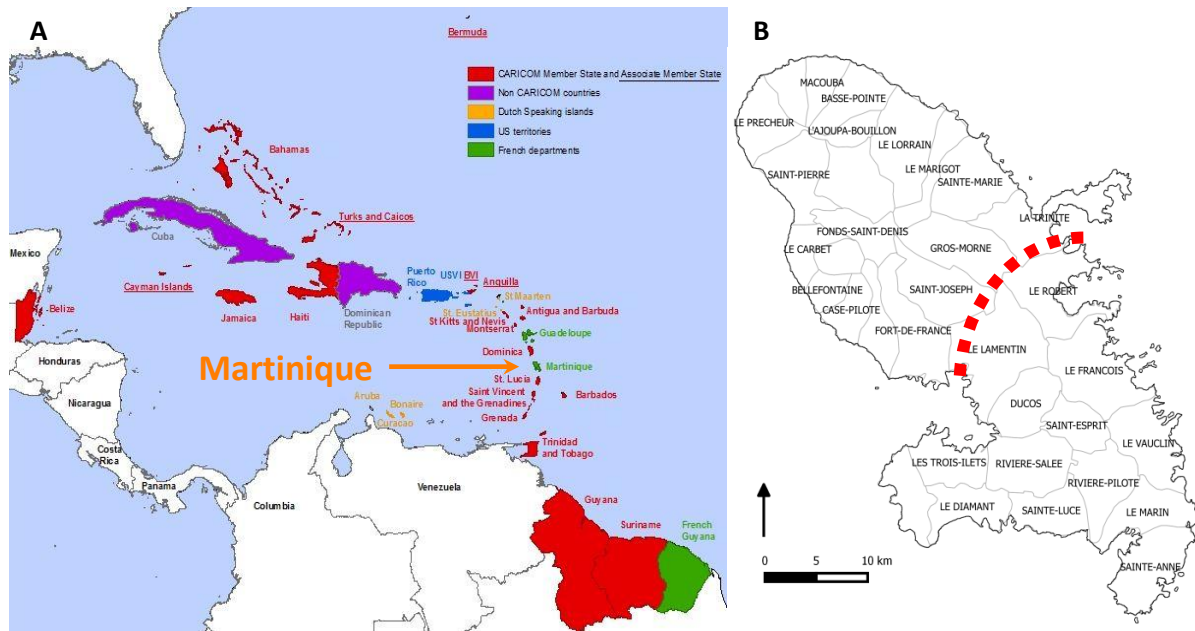


Figure 1 : (A) Pays et territoires membres caribéens du réseau CaribVET (les couleurs distinguent les statuts politiques), (B) Carte de la Martinique et des communes.

2. L'élevage bovin en Martinique

a. Présentation générale de la Martinique

La Martinique s'étend sur 70 kilomètres de long et 30 kilomètres de large, soit 1 128 km², sous la latitude 14° nord et la longitude 60-61° ouest. L'île est divisée en deux parties caractérisées par un relief et une pluviométrie différents. On distingue classiquement les parties Nord et Sud de l'île, séparées par la limite Fort-de-France/ Le Robert, matérialisée sur la Figure 1B.

Le Nord présente un relief très accidenté, montagneux avec les pitons du Carbet (1196m) et la montagne Pelée (1397m) (Figure 2A). Les précipitations y sont abondantes notamment au versant Atlantique Est soumis aux alizées (Figure 2B). La végétation y est luxuriante et abondante.

Le Sud présente davantage de nombreux mornes de faible altitude, et les terres sont plus sèches en particulier à l'extrême Sud de l'île.

La Martinique est soumise au climat tropical humide, frein au développement de l'élevage bovin intensif mais propice à celui de la tique créole, endémique des zones tropicales. La température moyenne est de 26°C avec des variations allant de 12°C à 37°C avec une hygrométrie de 80% en mars-avril à 87% en octobre-novembre (Observatoire de l'eau).

On distingue la saison sèche (ou carême) de la saison cyclonique ou « hivernage », chaude et humide, période durant laquelle les précipitations sont plus abondantes et intenses, et durant laquelle la température maximale dépasse les 30°C. Le carême s'étend des mois de février à juillet.

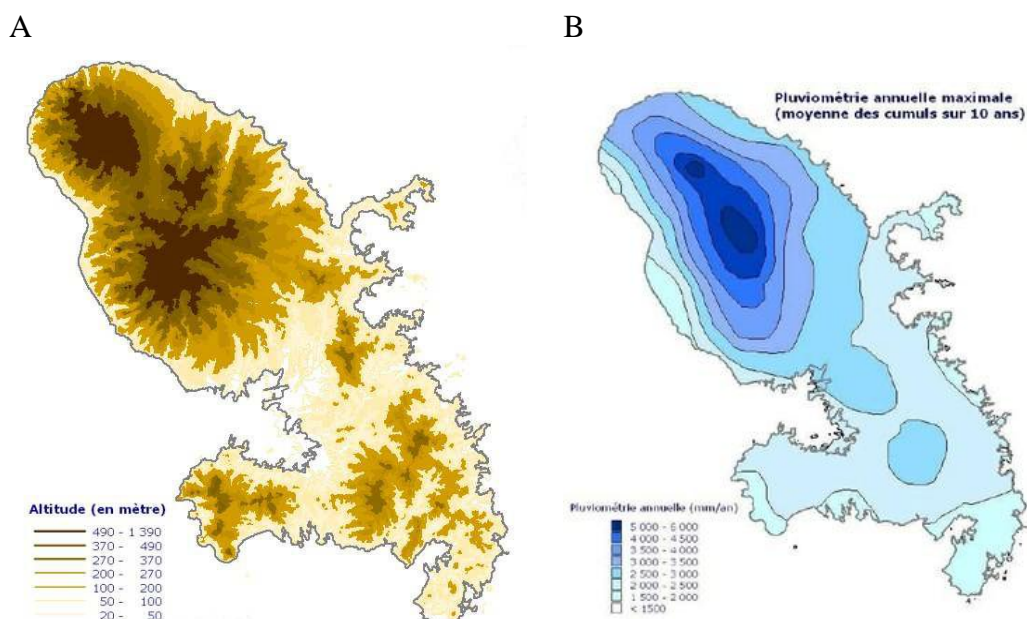


Figure 2 : Cartes des altitudes (A) et des précipitations (B) de Martinique (source Diren 2010)

Cette typologie géographique se traduit par des différences notables au niveau de la conduite d'élevage. Dans le Nord, les précipitations continues favorisant la croissance de l'herbe, et les températures relativement basses favorisent un type racial européen plus à même de résister à ce climat moins sec. La taille des troupeaux est modeste, les animaux sont souvent attachés au piquet et l'insémination artificielle y est répandue. La tique sénégalaise n'est pas présente dans cette zone.

On retrouve dans le Sud des troupeaux de taille plus conséquente, en monte naturelle avec des animaux de race croisée Brahman ou de race pure Brahman, adaptés aux conditions d'élevage.

En 2007, la moitié des élevages étaient situés dans le triangle Sainte-Marie, Ducos, Le Vauclin (Institut de l'Élevage, Bdni). Aujourd'hui, plus de 70% des élevages et la majorité des grands troupeaux est localisé au Sud de l'île.

D'après les données du recensement agricole de 2010, l'élevage bovin martiniquais compte 1396 détenteurs de bovins correspondant à un cheptel de 18 477 bovins (Agreste, 2010). L'activité viande est largement majoritaire puisqu'il reste aujourd'hui seulement 7 éleveurs de bovins laitiers inscrits à la COPROLAM (Coopérative de Production Laitière de Martinique). En deux recensements consécutifs, le nombre de vaches par exploitant est passé d'une moyenne de 7,4 en 2010 à 3,9 en 2000 (Agreste). Le taux de chargement en Martinique, défini comme la charge animale sur la surface pâturée, est de 2.4 UBT par hectare (Unité de Bétail Tropical) (Naves *et al.*, 2009).

Ainsi, l'élevage bovin évolue depuis une trentaine d'années vers une diminution du nombre d'éleveurs en particulier des petits éleveurs, des détenteurs d'animaux, dont l'activité d'élevage est secondaire. La professionnalisation du métier, la technicité de plus en plus exigeante et les contraintes administratives et financières générées au cours du temps ont découragé les petits éleveurs. Les petits troupeaux seraient largement majoritaires avec 6,5 bovins en moyenne (Mahieu *et al.*, 2011). De manière générale, le recensement agricole de 2010 chiffre à une perte annuelle de 530 exploitants agricoles, 543 hectares de SAU (Surface Agricole Utile) et 767 bovins. La relève familiale des détenteurs d'animaux n'est pas assurée. La part des éleveurs engraisseurs est également en baisse en raison d'un faible nombre d'animaux (une vingtaine en moyenne), une petite SAU, un coût de l'alimentation élevé pour l'engraissement et une difficulté d'approvisionnement en brouillard croisé à fort GMQ (Gain Moyen Quotidien).

Les plans de financement pour l'aide au développement de l'agriculture des DOM (Départements d'Outre-mer) se traduisent par le plan POSEI (Programme d'Options Spécifiques à l'Eloignement et à l'Insularité). Ce dernier distingue dans la filière animale martiniquaise des difficultés d'installation des

jeunes, des pressions sanitaires croissantes (comme la chlordécone, un pesticide organochloré utilisé très largement dans les plantations de bananes et polluant désormais durablement les sols), une dépendance des élevages hors sol de l'importation d'aliment et au niveau de la filière bovine viande, une couverture du besoin en viande bovine à hauteur de 13%.

L'agriculture représente 3,6% des emplois en Martinique, avec un taux de chômage de la population de 22,8% (Insee, 2013). Enfin, 89% des chefs d'exploitation agricole ont plus de 40 ans (Agreste, 2010).

b. Les races bovines: le rôle de l'importation et du croisement

C'est au cours d'une période de conjuncture économique de l'industrie cannière que certains grands exploitants se sont tournés vers l'élevage bovin initiant à cette occasion l'importation de bovins Brahman (Figure 3A). La race Brahman a été importée des Etats-Unis en Martinique dans la fin des années 40 pour des raisons de rusticité. Elle est elle-même le produit d'un croisement de races indiennes zébu (*Bos indicus*), Nelore, Gyr et Guzerat. Ses capacités d'adaptation aux conditions d'élevage en climat tropical et sa moindre sensibilité à l'infestation par les tiques et aux maladies transmises par les tiques lui ont permis de s'imposer dans le paysage martiniquais. Sa rusticité, ses qualités maternelles et sa facilité de vêlage sont au détriment de ses aptitudes bouchères et de sa production laitière, peu valorisantes, mais sa rapidité de récupération après des conditions d'élevage difficiles reste un argument de choix pour les éleveurs. Cette race est ainsi aujourd'hui croisée très largement avec des races européennes (Charolaise, Limousine et Blonde d'Aquitaine en élevage allaitant ; Brune des Alpes, Montbéliarde et Holstein en élevage laitier). Des taureaux de race pure européenne sont importés de France métropolitaine et placés au sein des troupeaux de vaches de phénotype Brahman, en monte naturelle. La conformation bouchère est améliorée mais les races européennes moins rustiques, apportent une sensibilité accrue aux hémoparasitoses et de nouvelles problématiques comme les verrues. Ainsi, la sensibilité à l'infestation de tiques créoles des taurins (*Bos taurus*) est supérieure à celle des zébus (Piper *et al.*, 2008). La composante génétique dans la résistance aux tiques est une alternative prometteuse en matière de lutte contre la tique non chimique (Frisch *et al* 1998, 2000 ; Cardoso *et al*, 2006, 2012). De même, l'introduction d'animaux sur le territoire martiniquais est réglementairement autorisée uniquement en provenance de l'Union Européenne. Cela se traduit par des importations d'animaux de race taurine européenne d'une part, et d'autre part, d'animaux a priori non infestés par des tiques créoles. Le cheptel Brahman ne peut être renouvelé à partir d'animaux ou de semence en provenance d'Amérique du Sud. Les éleveurs de Brahman de race pure sont désormais confrontés au problème de consanguinité. La seule alternative pour le renouvellement du cheptel brahman est la transplantation embryonnaire. Cette solution a été récemment testée avec des souches Brahman argentines et américaines.

Contrairement à l'élevage Guadeloupéen, la race bovine créole (Figure 3B), présente avant l'introduction de la race Brahman en Martinique, a quasiment disparue laissant les races Brahman et européennes s'imposer. D'après Champanhet et Tatareau (1996), la part du cheptel bovin de race Brahman est passée de 6% en 1974 à 28% en 1996, contre 72% à 26% pour la race créole. On s'attend à ce que ces chiffres aient continué d'évoluer dans le même sens depuis.

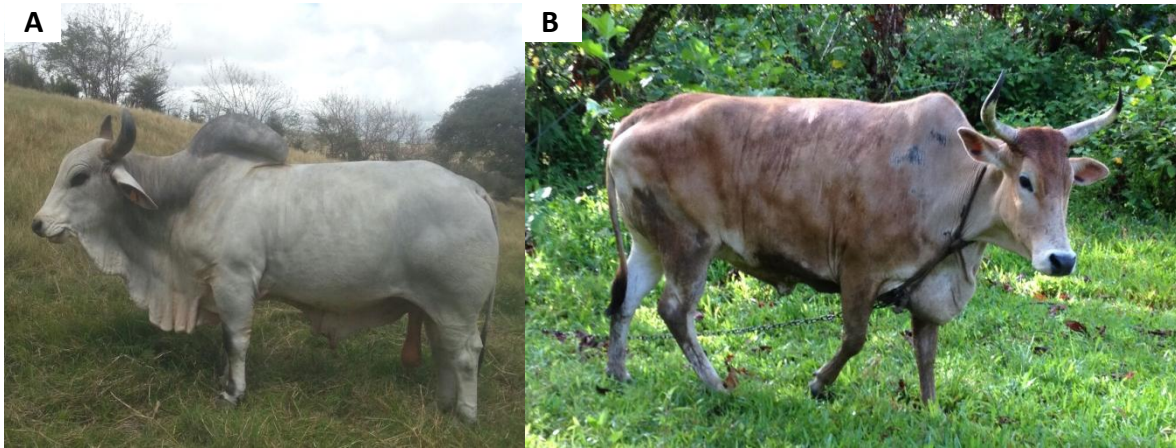


Figure 3 : Taureau de race Brahman (A) et vache de race créole (B). Crédit : M. Hamon

3. La problématique de la tique créole

a. Biologie et cycle de vie

La tique créole, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, anciennement *Boophilus microplus* (Barker et Murrell, 2003), originaire d'Asie du Sud-Est, est probablement arrivée dans la Caraïbe par passage en Amérique Centrale via le transport de bétail, et plus particulièrement en Martinique en 1946 (Morel, 1966). Elle est présente dans la zone tropicale et sub-tropicale. Elle est aujourd'hui largement répandue dans toute la Caraïbe, l'Amérique latine et du Sud, en Asie du Sud-Est, en Afrique du Sud-Est, à Madagascar et en Inde (Figure 4).

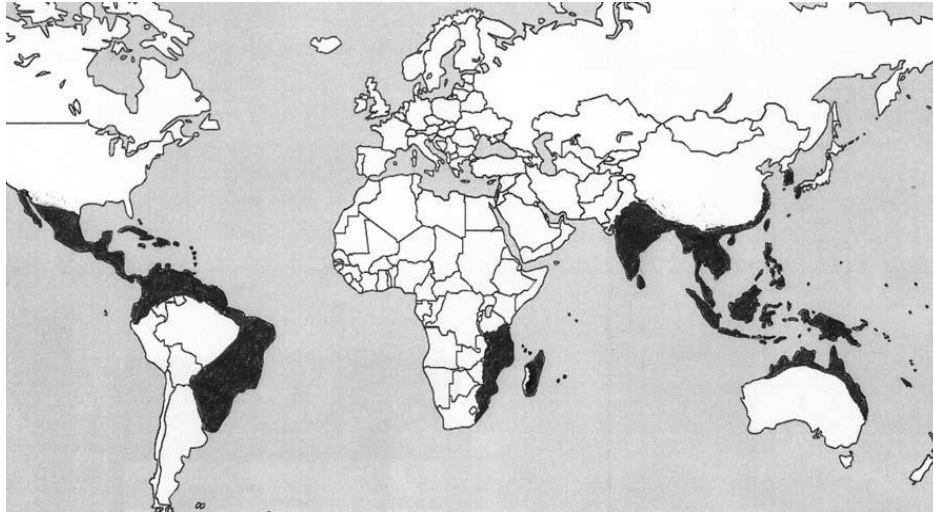


Figure 4: Aire de distribution originelle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. (Barré, 2010)

La tique créole, parasite hématophage des ruminants, appartient à la famille des acariens. Elle n'a besoin que d'un seul animal pour effectuer son cycle (monoxène) et se gorge très préférentiellement sur les bovins (monotrope) (Figure 5). Elle a un temps de génération court de 93 jours (Barré, 1997), soient 4 générations par an, contre 2 générations par an pour la tique sénégalaise, également présente en Martinique (Barré, 1990). Les trois stades, larvaire, nymphal et adulte de la tique créole, se gorgent successivement sur le même animal en une semaine en moyenne, puis muent. La femelle gorgée tombe sur le sol, et pond à l'ombre dans les herbes humides 2000 à 4000 œufs. Les temps de ponte (en moyenne 6 jours) et d'éclosion des œufs dépendent étroitement des conditions de température et d'humidité et varient en fonction de la saison (Joydhar *et al.*, 2010).

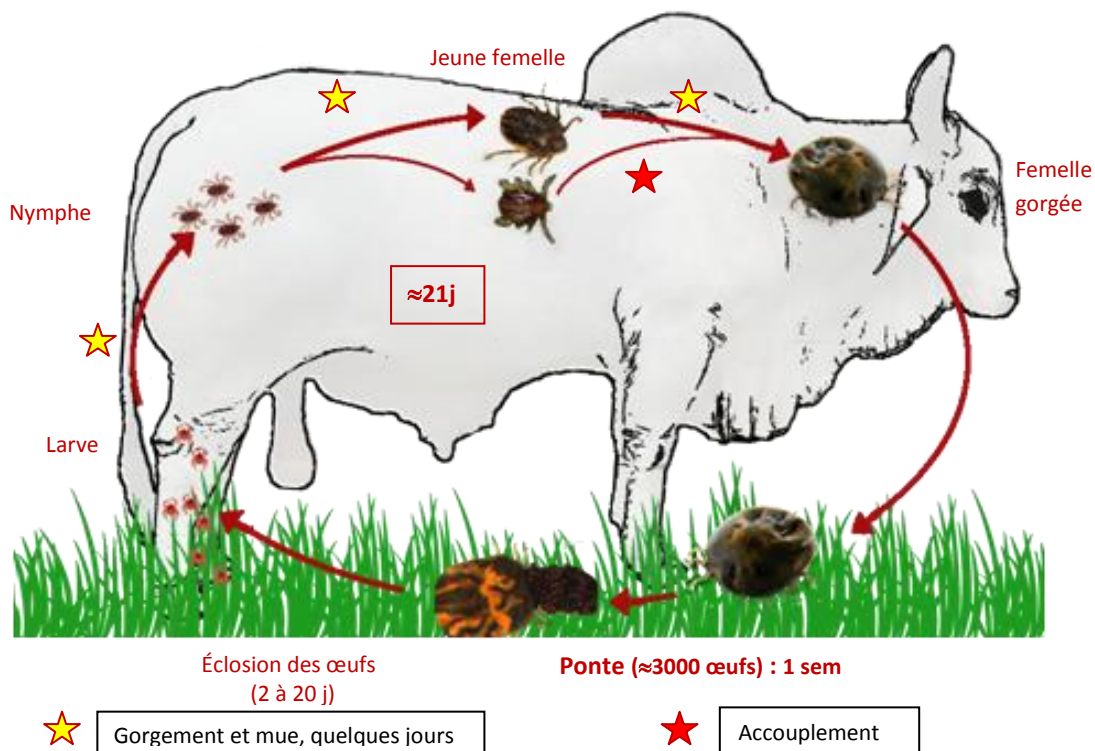


Figure 5: Cycle de la tique créole *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Crédit : S. Depraz, M. Hamon

La tique a des capacités intrinsèques de déplacement limitées à quelques dizaines de centimètres. Mis à part des moyens indirects de propagation comme la vente à distance d'herbe, c'est le transport et les déplacements d'hôtes parasités qui s'avère le moyen de diffusion le plus efficace (Barré, 2010) avec le contact de troupeaux sur des parcelles limitrophes.

b. Conséquences pour l'hôte et impact économique

Les tiques ont un impact sanitaire direct par l'effraction cutanée, l'injection de toxines par la salive, la dépression immunitaire et la spoliation sanguine. Une tique adulte femelle gorgée spolie de 0,5 à 2mL de sang à l'animal (Joydhar *et al.*, 2010). Selon Brake *et al.* (2012), des facteurs contenus dans la salive de la tique créole, transmise à l'hôte pendant le repas sanguin, inhiberaient l'activation du système immunitaire de ce dernier. La dépression et l'affaiblissement de l'animal entraînent ainsi amaigrissement chronique, anorexie, chute de production laitière et diminution du GMQ (L'Hostis et Seegers, 2002 ; Peter *et al.*, 2005).

De plus, la tique créole représente une menace en tant que vecteur de maladies parasitaires. Elle transmet la babésiose due à *Babesia bigemina* et *B. bovis*, et l'anaplasmose due à *Anaplasma marginale* (Rieck, 1964 ; Howell, 2007). Les parasites ont des cycles de vie semblables et sont transmis par les tiques dures. La maladie est appelée plus communément piroplasmose bovine ou Cattle Tick Fever en anglais. La piroplasmose est très largement répandue dans le monde et son existence (Babésiose à *B. bigemina*) a été mise en évidence pour la première fois en Martinique par Morel en 1967 (Morel, 1967). La prévalence moyenne sur l'île des piroplasmoses a été estimée au cours d'une enquête sérologique, à 43% pour *Anaplasma marginale*, 62% pour *B. bovis* et à 52% pour *B. bigemina* (Alonso *et al.*, 1992). La babésiose et l'anaplasmose se présentent cliniquement par une forte fièvre (jusqu'à 42°C), anorexie, dépression, augmentation de la fréquence respiratoire, anémie, ictère, hémoglobinurie. La babésiose se transmet par *Rhipicephalus (B.) microplus* à partir des glandes salivaires de la tique créole aux stades nymphales et adultes (*B. bigemina*) ou seulement larvaires

(*B.bovis*) (Bock *et al.*, 2006). On note que les taurins européens *Bos taurus* seraient plus sensibles à la maladie que les zébus *Bos indicus* (Bock *et al.*, 1997 ; 1999).

On retrouve l'anaplasmose et la babésiose dans de nombreuses îles de la Caraïbe. A titre d'exemple, les pertes économiques attribuées à la tique créole et aux maladies transmises à Porto Rico ont été estimées à 20 millions de dollars annuels (Geri *et al.*, 1989, Camus et Barré, 1995). Comme dans de nombreuses îles de la Caraïbe, la piroplasmose est endémique en Martinique avec peu de cas cliniques rapportés en raison sans doute d'une situation de stabilité enzootique (communication personnelle de la DAAF Martinique).

c. La lutte contre la tique créole et les enjeux du développement d'une résistance aux acaricides

Deux stratégies de lutte ont été adoptées aux Antilles contre d'une part, la tique sénégalaise et d'autre part, la tique créole.

La tique sénégalaise a été introduite pour la première fois dans la Caraïbe au milieu du XIXe siècle à partir du Sénégal. Inféodée à la Guadeloupe, Marie-Galante, Martinique et Antigua jusque dans les années 60, la distribution de la tique sénégalaise s'est rapidement étendue dans les petites Antilles menaçant les Etats-Unis, et a infesté 18 îles à la fin des années 80, probablement avec l'augmentation de la population de héron garde-bœuf *Bulbucus ibis* qui constitue un hôte pour les stades immatures. Vectrice de la cowdriose, étroitement associée à la dermatophilose et responsables de plaies par introduction mécanique de son large rostre, la tique sénégalaise engendre des conséquences sanitaires et économiques majeures constituant un véritable frein au développement de l'élevage de ruminants. La tique sénégalaise et la cowdriose représentant une véritable menace pour l'Amérique du Nord, une stratégie d'éradication a été mise en place dans l'ensemble de la Caraïbe par la FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) entre 1995 et 2007, avec le CAP, et avec l'appui régional du CARICOM (Caribbean Community and Common Market), de l'IICA (Institut Inter-américain de Coopération pour l'Agriculture), la PAHO (Pan American Health Organization) et l'USDA (United States Department of Agriculture). Le CAP a commencé par une activité de surveillance puis avait pour objectif l'éradication de la tique. D'abord dans 4 îles, le programme s'est étendu à 7 autres îles du CARICOM. Il a été complété dans les Antilles françaises par un programme d'éradication POSEIDOM sous financement européen, entre 1994 et 2005. Une somme de 17 millions de dollars a été estimée pour les Antilles françaises et 10 millions pour les îles du CARICOM, budget largement sous-estimé (Pegram *et al.*, 2004). Les programmes d'éradication n'ont pas permis d'éradiquer la tique que l'on retrouve toujours dans 11 îles de la Caraïbes mais à des niveaux d'infestation moindre le plus souvent (voir carte Annexe I).

En Martinique, le plan POSEIDOM a été marqué par la création du GDS, une coopérative d'éleveurs aujourd'hui reconnue comme un Organisme à Vocation Sanitaire par l'état français. Ce dernier a assuré un appui technique aux éleveurs par un service de détiquage et a avancé aux éleveurs touchés par la tique sénégalaise un argument financier de taille, à savoir la mise à disposition gratuite de produits acaricides. Ainsi, une application bimensuelle de fluméthrine en pour-on (Bayticol®) a été mise en place dans les élevages touchés par la tique sénégalaise selon le même protocole que celui du CAP. Durant ces années, il n'a jamais été mentionné de phénomène de résistance de la tique créole aux produits acaricides. Il a même été préconisé de traiter de façon hebdomadaire dans des zones de l'île très infestées par la tique sénégalaise. Aujourd'hui, il reste une quarantaine d'éleveurs touchés par la tique sénégalaise en Martinique (source GDS). Le GDS compte environ 500 éleveurs bovins adhérents qui doivent verser une cotisation annuelle leur donnant accès à des prestations de service et de conseil d'élevage et à l'achat de produits acaricides à moindre coût. Les missions du GDS aujourd'hui se sont diversifiées (désinfection désinsectisation et dératisation de bâtiments d'élevage, missions chlordécone, identification des bovins, ...) mais la surveillance et la lutte contre les tiques et les maladies transmises restent des activités prédominantes.

En raison des aspects biologiques mentionnés ci-dessus et de sa capacité à développer des résistances aux acaricides, une stratégie de lutte intégrée a été envisagée pour la tique créole recoupant les aspects agronomiques, génétiques et chimiques pour diminuer l'infestation et limiter au maximum l'usage d'acaricides. Un niveau minimal d'infestation par des tiques infectées serait d'ailleurs nécessaire pour

permettre aux jeunes individus naturellement résistants au complexe babésiose-piroplasmose pour le développement d'une immunité de longue durée (Morel *et al.*, 1981). Si l'immunité est entretenue par des morsures régulières de tiques infectées, l'expression clinique se fait rare malgré une prévalence de l'infection élevée dans le troupeau. C'est la notion d'équilibre enzootique (Chauvin *et al.*, 2008). A l'heure actuelle, la lutte contre la tique créole dans le monde est essentiellement chimique (Kunz & Kemp, 1994) et l'utilisation massive de produits acaricides est l'objet de toutes les attentions quant à l'apparition de résistance de la tique créole aux Antilles.

d. Développement de résistances aux acaricides de la tique créole

i. Mécanismes de résistance intrinsèques de la tique

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini en 1965 le concept de résistance comme l'apparition dans une population d'individus de la faculté de tolérer des doses de substances toxiques qui exerceraient un effet létal sur la majorité des individus composant une population normale, sensible de la même espèce.

L. Lovis reprend les différents mécanismes de résistance de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Lovis, 2012, 2015) dont deux d'entre eux ont été beaucoup étudiés, notamment sur les pyréthrinoïdes de synthèse (Guerrero *et al.*, 2012). Le changement de conformation du site de fixation de l'acaricide par mutation génétique, empêche la fixation de l'acaricide sur sa cible, souvent un récepteur neuronal de la tique, donc une absence d'effet. L'augmentation du métabolisme de détoxification de la tique fait suite à la surexpression des enzymes de dégradation de l'acaricide.

ii. Apparition des résistances dans le monde

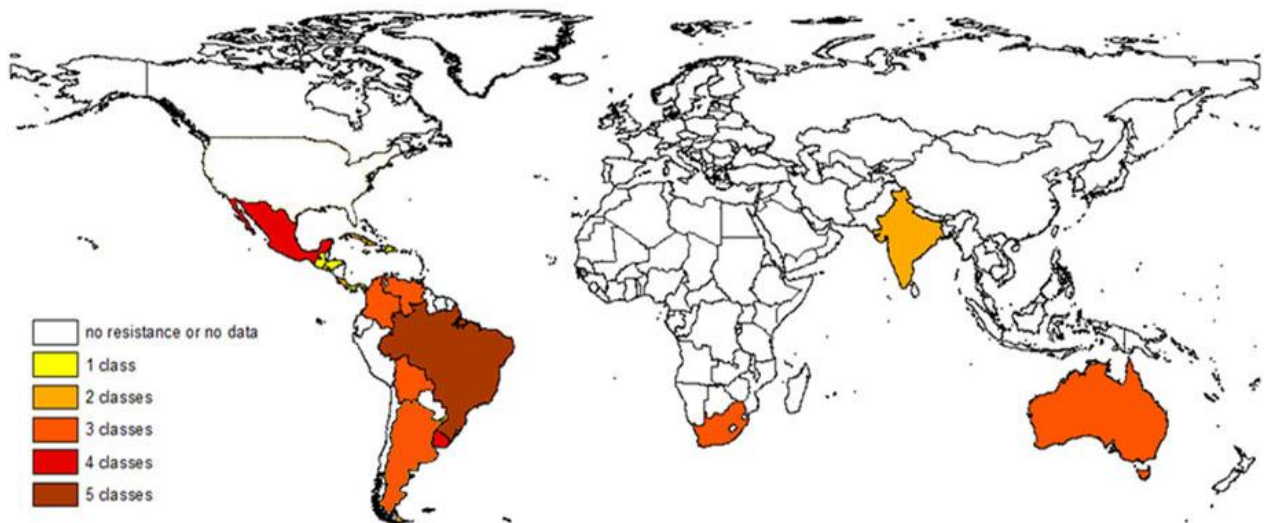


Figure 6 : Carte mondiale des multirésistances de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. L. Lovis (2012)

De nombreuses résistances de la tique créole ont été montrées dans les Amériques, au Brésil par exemple (Arantes *et al.*, 1996), mais très peu dans la Caraïbe (Figure 6).

L'apparition de résistance est inévitable. L'intervalle de temps entre la mise sur le marché d'une classe d'acaricide et l'apparition de résistance de la tique créole varie entre 5 et 20 ans (Figure 7). L'une des questions qui se pose lors de la mise sur le marché d'une nouvelle molécule est la vitesse d'apparition des premières résistances.

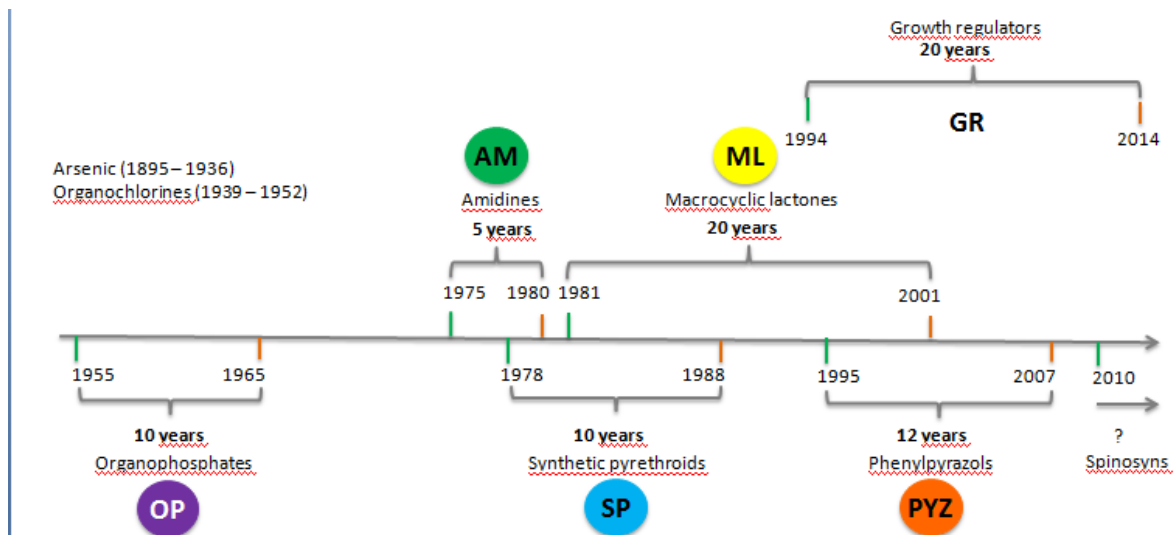


Figure 7 : Intervalle de temps entre la mise sur le marché d'une classe d'acaricide et la première mise en évidence de résistance de *Rhipicephalus microplus*. Source : Lovis L., Workshop mai 2015 au laboratoire CIRAD Guadeloupe

iii. Situation en Martinique

Des problèmes grandissant d'efficacité des acaricides, évoluant déjà depuis quelques années, ont été rapportés régulièrement au CIRAD Guadeloupe par le GDS de Martinique et la CODEM ainsi que plusieurs éleveurs depuis 2012.

Aujourd'hui, quatre produits acaricides de trois familles distinctes sont utilisés en Martinique (Tableau 1). Depuis la fin du programme POSEIDOM, les éleveurs sont devenus responsables de l'organisation de la lutte contre les tiques à leurs frais. Les pratiques sont toujours encadrées et suivies par le GDS, en particulier dans les élevages infestés par la tique sénégalaise, qui sont intégrés dans un réseau de surveillance depuis 2005. Cependant, ces pratiques ne sont pas harmonisées ni contrôlées. Aujourd'hui, le GDS recommande une alternance de plusieurs produits acaricides au cours des traitements successifs et insiste sur l'importance de respecter le dosage recommandé par les laboratoires. Certaines dérives sont connues comme le mélange d'un composé acaricide commercial avec de l'eau de mer, l'addition de grésil ou d'eau de javel mais celles-ci sont a priori devenues rares. Il est cependant nécessaire de faire un point aujourd'hui sur les pratiques de traitement actuelles, d'identifier celles qui vont contribuer à ralentir le développement des résistances, afin de pouvoir accompagner au mieux l'éleveur dans sa stratégie de lutte.

Tableau 1: Synthèse des produits acaricides mis en vente par le GDS de Martinique

Produits mis en vente au GDS	Tactic®	Bayticol®	Butox®	Sébacil®
Molécule	amitraz	fluméthrine	deltaméthrine	phoxim
Famille	formamidine	pyréthrianoïde de synthèse		organophosphoré
Effet acaricide	Action octopaminergique (tremblements, anorexie, inhibition de la reproduction)	Fermeture des canaux sodiques avec hyperactivité membranaire (convulsions, mort tique)		anticholinestérasique
Mode d'application	aspersion	pour-on	aspersion	aspersion
Temps d'attente viande	42j	5j	28j	40j

iv. Recommandations actuelles de lutte

On distingue des facteurs de résistance à l'infestation de tiques. Le premier est génétique. Les tiques s'attacheraient moins aux bovins zébus (*Bos indicus*), limitant ainsi les repas sanguins sur ces animaux (Piper *et al.*, 2008). Le deuxième est agronomique. La rotation de pâture, la gestion d'un plan de traitement acaricide adapté aux conditions d'élevage et au troupeau, seraient autant de facteurs limitant l'infestation et le développement de résistance aux acaricides (Jonsson *et al.*, 2000). Une stratégie d'alternance de deux produits acaricides (amitrax et spinosad) sur une population de tiques résistantes à l'amitrax a été testée par Jonsson *et al.* (2010) et a montré une diminution du niveau de résistance à l'amitrax au fur et à mesure des traitements. Il est ainsi de plus en plus admis que la gestion de la tique créole doit se faire par une stratégie intégrée de lutte : la sélection génétique, la gestion de troupeau et de pâture, une lutte chimique raisonnée, l'alimentation. Le discours tenu aux éleveurs par le GDS à l'heure actuelle tient compte de ces arguments scientifiques.

4. Les principaux tests de diagnostic de résistance aux acaricides

L'Adult Immersion Test (AIT) est le test le plus répandu dans le monde car peu coûteux et rapide à mettre en œuvre. Des femelles gorgées sont traitées avec des dilutions d'acaricides (une dose par lot de tiques femelles gorgées) puis les facultés de ponte et d'éclosion sont évaluées et comparées entre les tiques traitées et non traitées (Tableau 2, Annexe II).

Le Larval Packet Test (LPT) est aujourd'hui recommandé par la FAO pour standardiser les résultats de résistance. Il consiste à mettre en contact des larves avec des papiers imprégnés d'acaricides de dilution croissante (une centaine de larves par pochette, une dilution par pochette). La mortalité larvaire est ensuite évaluée après 24 heures (Tableau 2, Annexe II).

Le Larval Tarsal Test (LTT) développé par Lovis (2012) est le test de diagnostic de résistance choisi pour l'étude en Martinique. Des œufs sont disposés dans des plaques de 96 puits dans lesquels des dilutions d'acaricides étaient préparées. Après éclosion, les larves entrent en contact avec les acaricides. Il est ainsi possible de tester avec le LTT une large gamme de dilutions par composé acaricide. Il présente également comme avantages par rapport aux autres tests, de nécessiter d'un faible nombre de tiques femelles gorgées et de manipuler des œufs et non des larves. Le protocole sera détaillé dans la partie « matériels et méthodes ».

Tableau 2 : Principales caractéristiques des tests de diagnostic de résistance

	AIT	LPT	LTT
Type de test	Adulte	Larvaire	
Nb de tiques femelles gorgées nécessaire	Beaucoup 10 femelles par doses	Peu 100 larves par dose (ponte estimée de 1000 œufs en laboratoire)	Très peu 5 femelles pour 1 répliquat de 12 doses/ 5 molécules
Temps d'obtention des résultats	2 semaines	6 semaines	
Collecte	Femelles gorgées		
Manipulation	adultes	larves	œufs
Forme de l'acaricide testé	Principe actif ou formulation commerciale	Principe actif	
Résultat obtenu	1 RR par dose	Une courbe dose-réponse, RR par comparaison à une souche sensible de référence	

II. Mise en place de l'étude pilote en Martinique

1. Un intérêt régional

De plus en plus problématique dans la Caraïbe, la gestion de la tique créole et des maladies transmises est devenue une priorité régionale pour le comité de pilotage de CaribVET en 2011. Le groupe de travail Tiques et Maladies transmises de CaribVET, dont le GDS de Martinique est membre, élabore alors des recommandations à partir desquelles le CIRAD a développé le projet « ResisT » sur une période de deux ans (juin 2013-juin 2015). Le projet « ResisT » a pour objectif général d'établir une approche commune de surveillance et de contrôle des tiques (créole et sénégalaise) et des maladies transmises (babésiose, anaplasmoses et cowdriose) en prenant en compte la problématique de résistance grandissante, dans les Petites Antilles. Le projet compte sept partenaires : les Services vétérinaires de Sainte Lucie, Dominique, Nevis, Antigua, Martinique, Guadeloupe, le GDS de Martinique - et deux collaborateurs – les services vétérinaires de Saint Vincent et Grenadines et des Iles Vierges Américaines. Il est financé par les Fonds de Coopération Régionale (FCR) visant à augmenter l'intégration des DFA dans la grande Caraïbe dans différents secteurs, y compris celui de la santé. Le coût a été estimé à 215 000 euros dont 45% est financé par le CIRAD et 33% par la Région Guadeloupe et Martinique, le reste par les partenaires. Plusieurs activités ont été développées (Figure 8). Les activités organisées en Martinique sont le pilier du projet et découlent ainsi de la volonté d'effectuer une étude épidémiologique exploratoire sur des résistances mais aussi d'évaluer la faisabilité de l'utilisation d'un vaccin anti-tique (traité en phase 1 du projet), après l'implémentation d'un nouveau test de diagnostic de résistance au laboratoire du CIRAD en Guadeloupe. Hormis à Cuba, aucun laboratoire n'était connu pour disposer d'un test de diagnostic de résistance. Parallèlement, les suspicions de résistance se sont faites de plus en plus fortes, notamment en Martinique où le GDS a commencé à rapporter des problèmes d'efficacité des acaricides en 2011. C'est pourquoi le LTT (Larval Tarsal Test) a été développé, et choisi parmi les autres tests de résistance disponibles, pour les avantages suivants : la possibilité de tester un grand nombre de composés acaricides à différentes concentrations avec un nombre limité de tiques femelles gorgées, et la possibilité de qualifier le niveau de résistance, voire anticiper son émergence. L'étude en Martinique s'est déroulée en partenariat avec le GDS de Martinique, le CIRAD de Guadeloupe et la DAAF de Martinique.

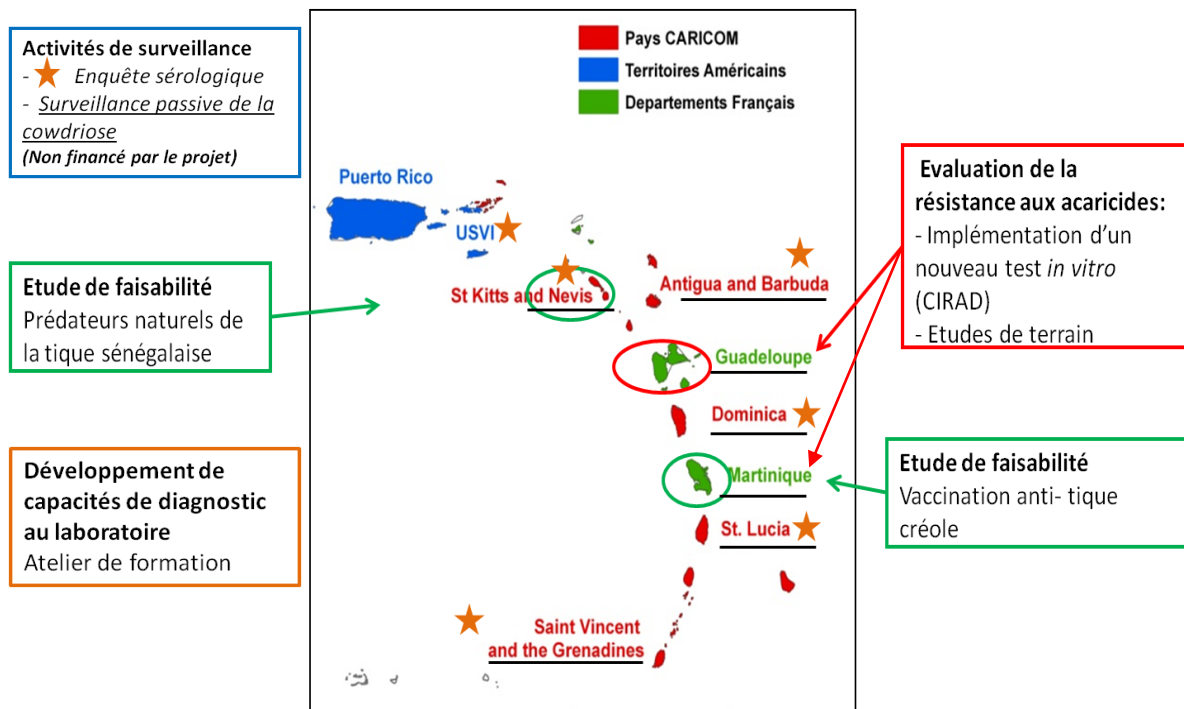


Figure 8 : Activités organisées durant le projet ResisT

2. Objectifs de l'étude

L'objectif principal est d'évaluer le niveau de résistance de la tique créole vis-à-vis des produits acaricides utilisés par les éleveurs martiniquais et de mieux connaître leurs pratiques d'élevage et de lutte contre les tiques, en vue d'établir un lien entre certaines pratiques et la survenue de résistances. L'objectif secondaire de l'étude est d'apporter un diagnostic aux éleveurs sur la situation dans leur élevage et partir de la connaissance du résultat pour faciliter la définition de recommandations en matière de lutte contre les tiques et le suivi éventuel par le GDS.

3. Matériels et méthodes

L'étude de terrain s'est déroulée sur les mois de février et de mars 2015, en période de « carême », avec une période d'ensoleillement maximal, et de sécheresse particulièrement marquée dans le Sud de l'île. L'herbe s'est faite ainsi plus rare au Sud de l'île. Les températures nocturnes étaient fraîches par rapport à la chaleur sèche de jour.

Après une phase d'élaboration du questionnaire d'enquête, l'étude a commencé en Martinique, par une enquête sur les pratiques de détiqage et les problèmes d'efficacité des traitements acaricides, et au cours de laquelle des tiques ont été collectées. Elle s'est poursuivie en Guadeloupe avec le test de diagnostic de résistance des tiques acheminées au laboratoire du CIRAD Guadeloupe, et enfin par l'analyse des données, leur interprétation et la présentation de l'étude et discussion des résultats avec le directeur du GDS et les membres de l'unité.

a. Population d'étude et échantillonnage

L'étude a porté sur les éleveurs bovins martiniquais (population cible). Les éleveurs participants à l'étude sont adhérents au GDS (population source) et volontaires pour participer, quelque soit la taille de leur exploitation et la production, laitière ou bouchère. Une première sélection d'éleveurs a été effectuée d'après les résultats de leur participation à une enquête préliminaire effectuée par le GDS (Annexe III) visant à obtenir un premier aperçu des pratiques de détiqage et des problèmes rencontrés avec les acaricides. Une deuxième sélection sur la base de la présence de l'éleveur à une réunion d'information organisée par le GDS et le CIRAD (Nov. 2014) autour de la problématique de la tique créole a permis d'identifier une réelle implication des éleveurs, et de finaliser la sélection afin d'obtenir deux groupes équilibrés : selon le rapport par l'éleveur de problème d'efficacité des acaricides. En raison du caractère exploratoire de l'étude et de difficultés à impliquer les éleveurs dans les activités liées au projet « ResisT » (en particulier lors de l'étude de faisabilité d'un vaccin anti-tique avec de nombreuses contraintes inhérentes au protocole de suivi, et avec le refus parfois catégorique de ne pas traiter les animaux pour permettre la collecte de femelles gorgées), aucune autre stratégie d'échantillonnage n'a été engagée. Enfin, l'étude étant étroitement liée à la motivation des éleveurs, elle a été élargie à l'ensemble des éleveurs bovins adhérents au GDS prêts à participer, pour augmenter la taille de l'échantillon. L'échantillonnage n'a donc pas suivi un tirage aléatoire.

b. Protocoles

i. L'enquête

L'enquête a été menée sous forme de questionnaire développé au CIRAD et comportant une trentaine de questions, pour la majorité fermées, réparties en six sections à thème : la description de l'élevage (taille du troupeau, race, etc.), le type de pâturage (au piquet, rotation de pâture, voisinage, etc.), la gestion de troupeau (introduction d'animaux), la présence de tiques (perception du niveau d'infestation, facteurs climatiques, etc.), les traitements acaricides (molécules utilisées, fréquence, etc.), et les maladies (suspicion de piroplasmose, pathologies) (Annexe IV). Les questions ouvertes étaient à visée exploratoire pour obtenir des informations nouvelles et non prévues lors de la conception du questionnaire. Enfin, la localisation du troupeau a été enregistrée par coordonnées GPS, avec le récepteur Garmin eTrex Vista®. L'application KoBoCollect® sur tablette Kobo Arc 7''® a été utilisée pour assurer la traçabilité des échantillons codés, et synchroniser les données de l'enquête avec celles du test LTT réalisé en Guadeloupe.

Après une phase de test et de validation du questionnaire en Guadeloupe auprès de dix éleveurs volontaires (contactés à partir d'une liste d'éleveurs fournie par un vétérinaire guadeloupéen partenaire), le questionnaire a été utilisé en Martinique, auprès des éleveurs de bovins adhérents au GDS. La prise de contact s'est effectuée à partir des coordonnées téléphoniques des éleveurs adhérents au GDS. Une visite était organisée sur le site de pâture du troupeau avec un technicien GDS. Le questionnaire a ensuite été posé, toujours par la même personne. L'enquête s'est déroulée davantage sous forme d'une interview anthropologique qu'un questionnaire épidémiologique standardisé. L'accent a été mis sur l'obtention d'informations réelles et fidèles par la mise en confiance de l'éleveur. Ainsi, selon les points abordés ou détaillés par l'éleveur lors du démarrage du questionnaire, les questions ont pu être posées dans un ordre différent que celui prévu dans le questionnaire, ou non posées directement mais introduites par l'éleveur lui-même. Cependant, tous les points ont été abordés à chaque interview. Deux fiches techniques à l'attention des éleveurs ont servi de support de communication sur la différence entre la tique créole et la tique sénégalaise (Annexe V).

Après importation des données sur un tableur Excel à partir du serveur KoBoToolbox®, nettoyage, harmonisation et validation des données, des nouvelles variables ont été créées pour faciliter l'analyse : binaires, ou qualitatives pour coder et standardiser les réponses des questions ouvertes. Les données obtenues ont ensuite fait l'objet d'une analyse descriptive (fréquences, distributions graphiques) puis ont été traitées statistiquement sur le logiciel R (package epitools et lattice). La normalité des variables quantitatives a été vérifiée graphiquement (Tableau 3).

Tableau 3 : Synthèse des tests statistiques utilisés

Tests utilisés	Khi Deux	Fisher	Student	Anova	Wilcoxon	Kruskal
Paramétrique	Non		Oui		Non	
Croisement	Q X Q	Q X Q avec effectifs des groupes < 5	Q binaire X q normale	Q > 2 classes X q normale	Q binaire X q non normale	Q > 2 classes X q non normale

Q : variable qualitative

q : variable quantitative

Les données ont été cartographiées à l'aide du logiciel de Système d'Information Géographique QGIS®, avec deux couches de données de type shapefile pour représenter la Martinique et les communes.

ii. Le test de résistance LTT : de la collecte au laboratoire

- La collecte de tiques femelles gorgées

L'objectif était de prélever une dizaine de tiques femelles gorgées sur au moins cinq animaux du troupeau pour optimiser la représentativité de la population de tiques au sein du troupeau. A chaque visite d'élevage, tous les animaux du troupeau, rassemblés à l'occasion, étaient observés et toute tique femelle gorgée ou en dernière phase de gorgement (de visu, plus de 4 millimètres et bombée) était prélevée sur les animaux à l'aide d'une contention appropriée : couloir de contention et/ ou immobilisation d'un animal à l'aide de cordes. On retrouvait les tiques gorgées au niveau des oreilles, de l'encolure, du fanon, des plis axillaires et inguinaux, du ventre, de la mamelle, du périnée et de la queue. Les tiques étaient placées dans des tubes de prélèvement secs avec des trous d'aération. Pour remplir ces objectifs, la visite devait être synchronisée au mieux avec la présence de tiques. En pratique, la fenêtre de temps pendant laquelle les tiques sont suffisamment gorgées et pas encore décrochées de leur hôte, donc pour laquelle la collecte était possible, est très étroite. Les tiques se gorgent durant la nuit et tombent très tôt en matinée avant la chaleur et l'ensoleillement de la journée.

- L'envoi de prélèvement : codage des tubes de prélèvement et conditions d'expédition Chronopost®

Le code d'identification de chaque tube comprend les deux derniers chiffres du code postal de la commune de l'exploitation et les initiales des nom et prénom de l'éleveur. Par exemple, 80DJM pour Monsieur Jean- Michel Durand dont le troupeau est situé au Vauclin (97280).

Les tubes étaient stockés au GDS dans une pièce non exposée aux rayons du soleil, dans une boîte avec maintien d'un taux d'humidité important à l'aide de lingettes absorbantes humides, pour une durée de un à trois jours maximum. Ils étaient ensuite envoyés au laboratoire du CIRAD Guadeloupe dans un double emballage (Figure 11) via Chronopost®, accompagnés d'un document de déclaration en accord avec les règles de douane (Annexe VI).

- Le Larval Tarsal Test (LTT) au laboratoire du CIRAD Guadeloupe (Figures 10 et 12)

Le protocole de Léonore Lovis (Lovis *et al.*, 2011) a été suivi et adapté aux conditions du laboratoire CIRAD Duclos en 2014 (se conférer à l'Annexe VII pour le protocole détaillé).

Les souches de terrain *Rhipicephalus (B) microplus* sont martiniquaises. La souche sensible de référence utilisée est la souche Deutch (génération F54), provenant du laboratoire CTRL (Cattle fever Tick Research Laboratory) USDA, au Texas. Les composés acaricides testés sont ceux retrouvés dans les formulations utilisés en Martinique : amitraz (amidine), phoxim (organophosphoré), fluméthrine et deltaméthrine (pyréthrinoïdes de synthèse). Pour une traçabilité optimale, chaque code d'élevage inscrit sur le tube de prélèvement est reporté sur les boîtes de pétri et les plaques. De même, l'ensemble des activités a été daté.

La réalisation optimale du LTT nécessite 3 réplicats par composé acaricide pour chaque dilution (12 dilutions au total). Les pontes des femelles gorgées collectées sur le terrain sont mélangées, les œufs séparés avant d'être disposés dans des puits (50 œufs par puits) dans des plaques de 96 puits préalablement imprégnés d'acaricides (1 ligne pour 1 acaricide, 1 puits pour 1 dilution) (Figure 11). Les plaques sont mises en étuve et la mortalité est évaluée au bout d'une dizaine de jours. Si les tiques femelles gorgées et les œufs étaient trop peu nombreux, les molécules testées étaient celles utilisées par l'éleveur en priorité (donnée de l'enquête). Une fois le test réalisé, les résultats ont été analysés uniquement si la moyenne du taux de survie des larves dans les puits des lignes contrôles était supérieure à 30%.

Les analyses de régression linéaire pour obtenir les courbes dose-réponse (LC_{50} , LC_{90}) et les ratio de résistance (RR_{50} et RR_{90}) ont été réalisées sur le logiciel R (package drc et lattice).

La concentration létale 50 (LC_{50}) correspond à la concentration pour laquelle 50% des larves dans les puits sont morts.

$$RR_{50} = \frac{LC_{50 \text{ terrain}}}{LC_{50 \text{ référence}}}$$

Les courbes ci-dessous représentent respectivement un profil typique de tiques de souche de terrain sensibles à l'acaricide testé, avec un ratio RR_{50} inférieur à 4 (Figure 9A), et un profil de population de tiques de souche de terrain résistantes avec ratio RR_{50} supérieur à 4 (Figure 9B).

Sur la figure 9A, les courbes dose-réponse de la souche sensible de référence et de terrain se superposent. La LC_{50} de la souche de terrain est quasi identique à la LC_{50} de la souche sensible de référence. Le ratio RR_{50} est donc proches de 1. La souche de terrain est dite sensible au composé testé. Sur la figure 9B, la LC_{50} de la souche de terrain est très supérieure à la LC_{50} de la souche sensible de référence. Le RR_{50} est largement supérieur à 4. La souche de terrain est dite résistance au composé testé.

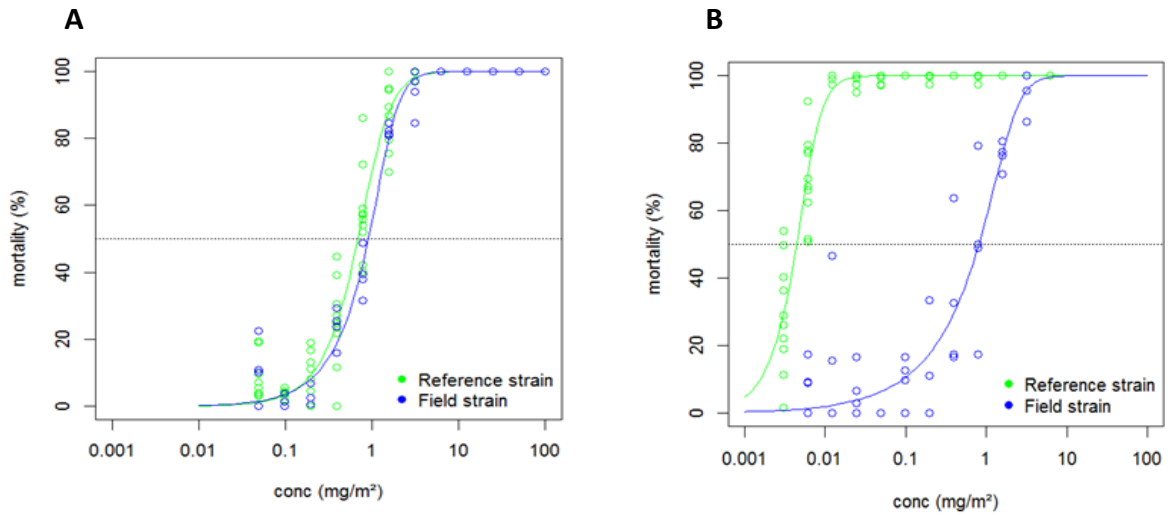


Figure 9 : Courbes dose-réponse typiques d'un profil de sensibilité (A) et de résistance (B) des tiques à un acaricide

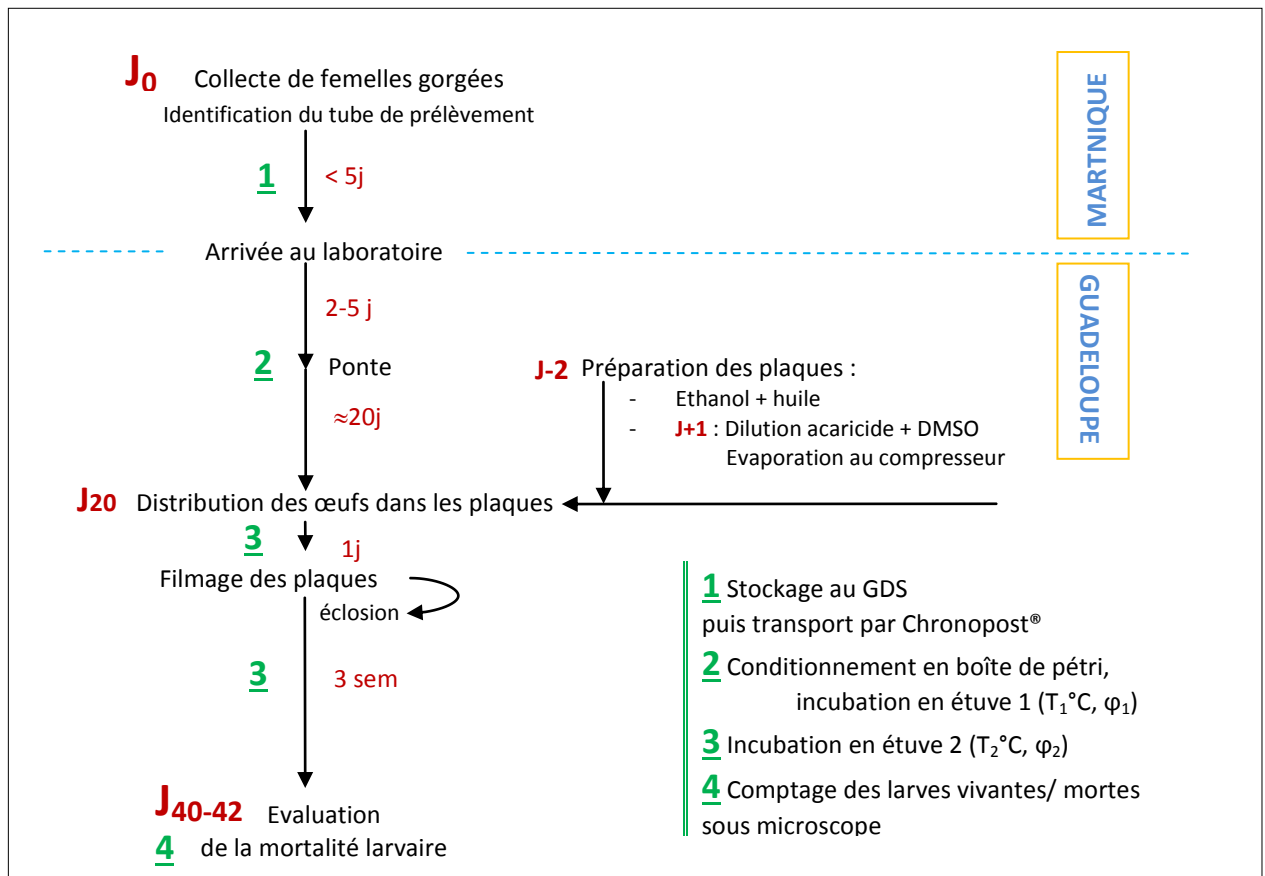
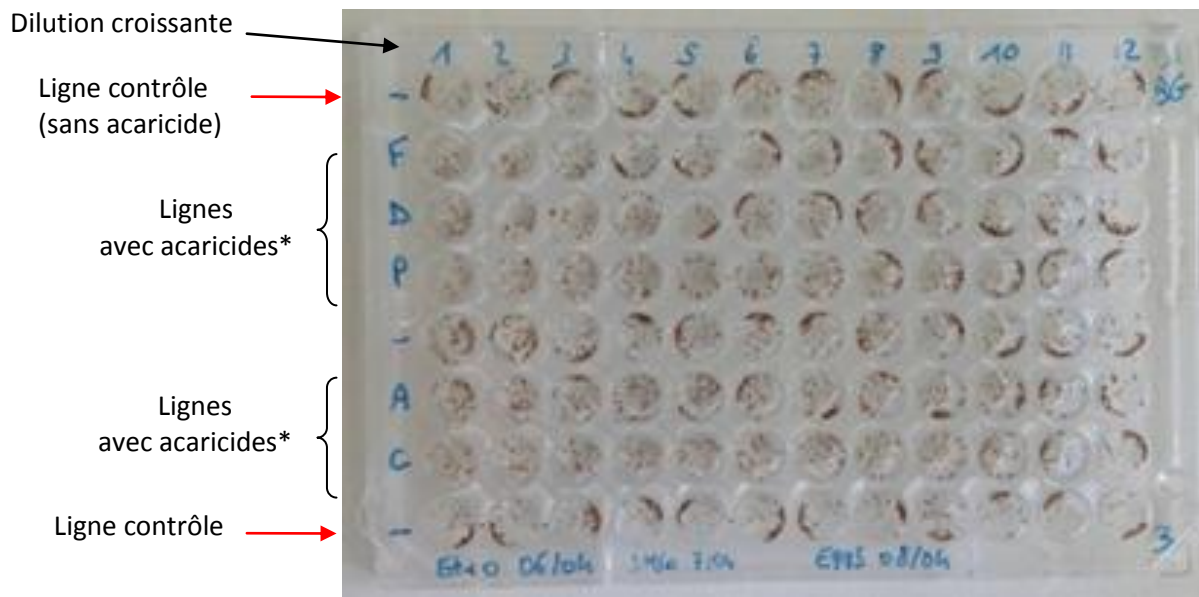


Figure 10 : Protocole du LTT, de la collecte des tiques à la lecture des plaques.

$T_1^{\circ}\text{C} = T_2^{\circ}\text{C} = 28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; $\varphi_1 = 65-85\%$; $\varphi_2 = 80-90\%$



* F=Fluméthrine ; D=Deltaméthrine ; P=Phoxim ; A=Amitraz ; C=Coumaphos

Figure 11 : Plaque de 96 puits correspondant à un répliquat. Crédit : M.Hamon

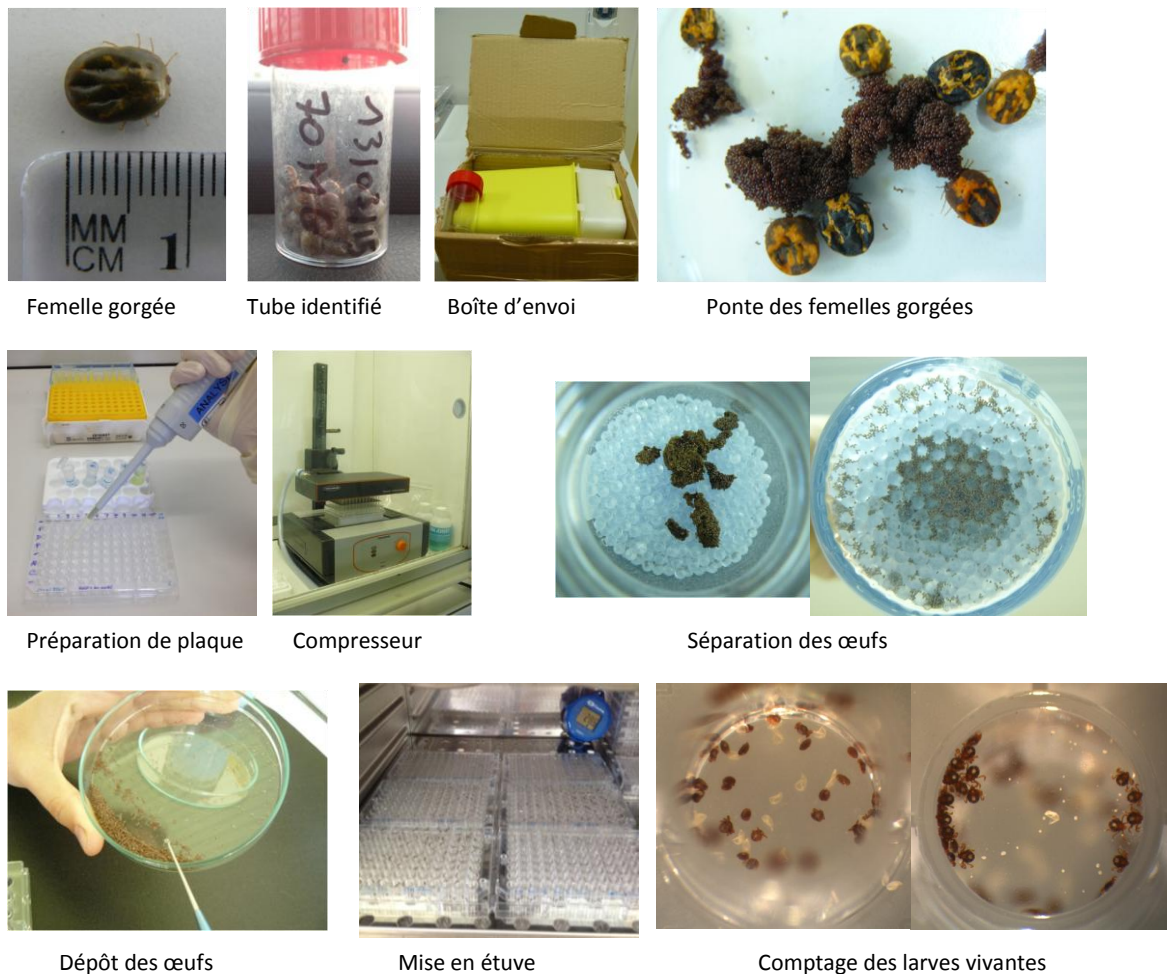


Figure 12 : Photos des étapes du LTT. Crédit : S.Depraz, M.Hamon.

4. Résultats

Cette partie abordera les caractéristiques d'élevage (race des animaux, taille et gestion de troupeau), la perception de la problématique de la tique créole et les problèmes d'efficacité des acaricides rencontrés par les éleveurs en lien avec les pratiques de détiquage et les résultats LTT de résistance concernant les 4 molécules actuellement utilisées. Tous les résultats présentés dans cette partie sont en Annexe VIII. Les annexes comprennent des tableaux issus des analyses descriptives et statistiques (de l'enquête et du LTT), des cartes et des courbes doses-réponses du LTT.

Au total, 73 enquêtes ont été menées sur l'ensemble de la Martinique (Figure 13A). Une majorité (52/73 soit 71%) des troupeaux sont situés au Sud, en dessous de la frontière délimitée en pointillés sur la figure 13A. Le GDS entretient une relation historiquement plus étroite avec les adhérents de la partie Sud de l'île, notamment en raison de la présence de la tique sénégalaise. Des tiques créoles ont été collectées dans 38 élevages. Le nombre de tiques femelles gorgées était parfois insuffisant ou tout simplement nul (stade nymphal collecté), ce qui a restreint les analyses LTT au nombre de 28. En raison d'un taux de survie dans les lignes contrôle insuffisant par rapport au seuil fixé de 30%, le LTT a donné un résultat analysable pour 16 troupeaux chez lesquels on a testé au moins deux composés acaricides. Par ailleurs, le protocole n'a pas été poursuivi si le nombre d'œufs obtenus après les pontes était insuffisant pour réaliser au moins deux réplicats, pour au moins 2 molécules d'acaricides. Les premiers résultats abordés relèvent des données obtenues par l'enquête, à dire d'éleveurs. Les résultats du LTT seront ensuite détaillés et mis en relation avec les données de l'enquête.

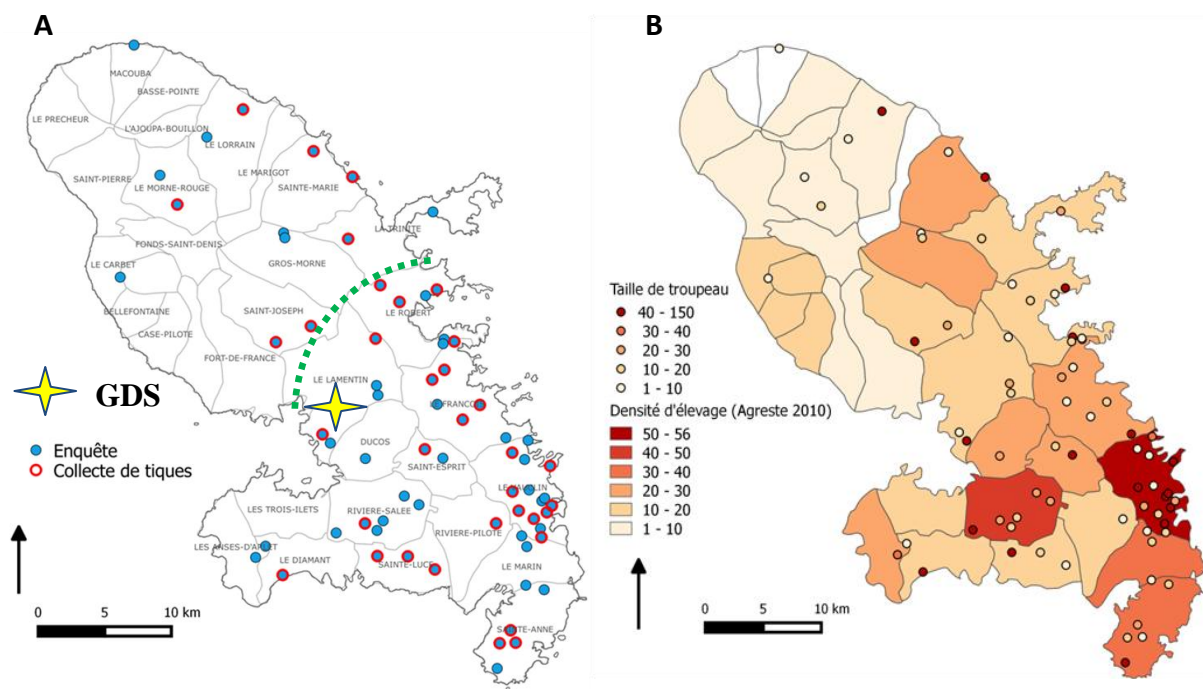


Figure 13 : Localisation des élevages enquêtés (A) et taille des troupeaux (B)

i. Caractéristiques de l'échantillon et pratiques d'élevage

La taille médiane du troupeau est de 20 bovins avec un taux de chargement de 2,6 animaux par hectare en moyenne (Figures 13B, 14 et Annexe VIII). La taille du troupeau allait de 2 à 150 animaux.

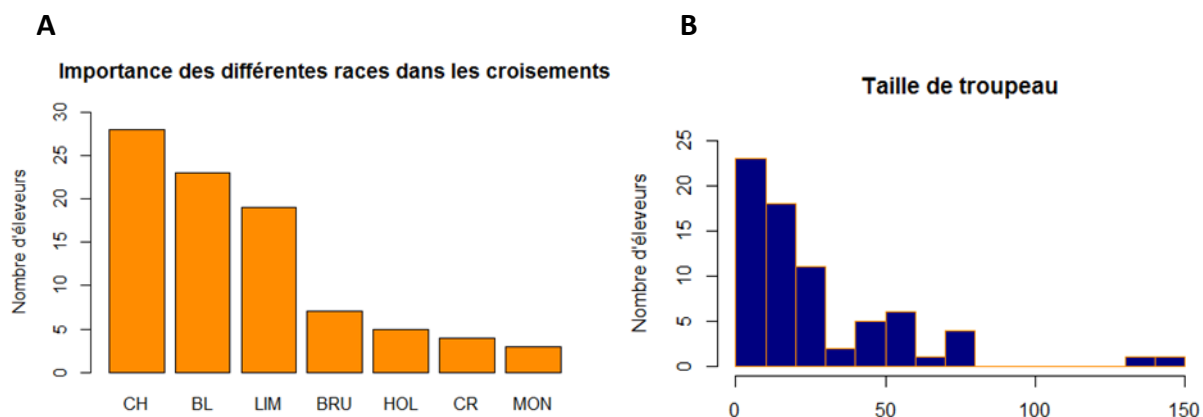


Figure 14 : Races européennes croisées (A): charolaise (CH), blonde d'Aquitaine (BL), limousine (LIM), brune des Alpes (BRU), Holstein (HOL), créole (CR), montbéliarde (MON) ; Distribution de la taille des troupeaux (B)

Pour 65 éleveurs sur 73 (89%), les animaux sont issus de croisement entre les races Brahman et européennes (figure 14A). 4 éleveurs détenaient des animaux de race créole. Les races européennes majoritaires dans le croisement sont les trois races de vaches allaitantes Charolaise, Blonde d'Aquitaine et Limousine.

Une majorité de 55 éleveurs sur 73 (75%) détient un troupeau qui a été formé il y a plus de 10 ans. L'âge avancé des troupeaux traduit le vieillissement des éleveurs et l'importance de la reprise familiale du troupeau que ce soit pour des éleveurs professionnels ou des détenteurs d'animaux.

La majorité des animaux est en pâture, une minorité est au piquet (Figure 15). Pour 44 éleveurs sur 73 (60%), des bovins occupent des parcelles voisines des leurs, et 36 éleveurs sur les 44 (82%) estiment que leurs animaux peuvent avoir des contacts avec les animaux voisins car leurs parcelles sont limitrophes. Les élevages bovins échantillonnés sont peu isolés les uns des autres, apparaissant comme des zones de concentration d'élevage bovin. La pratique de partage de parcelles avec un autre éleveur est très peu pratiquée (retrouvée chez 2 éleveurs, avec des animaux au piquet). Une majorité d'éleveurs (65/73 soit 89%) gère leurs animaux en pâture avec une surface parcellaire totale médiane de 8 hectares (minimum de 2 ha- maximum de 95 ha) (Figure 15, Annexe VIII). Une grande partie des éleveurs (50/60 soit 75%) pratiquant une rotation de pâture en change au maximum toutes les deux semaines, le nombre de pâtures allant de 1 à 22 avec une médiane de 6 (Tableau 4, Figure 16).

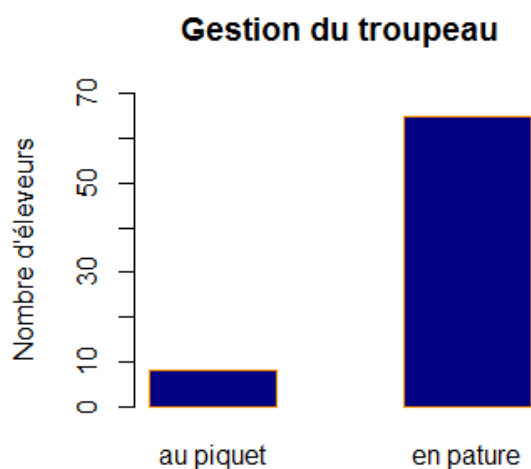


Figure 15 : Importance de la gestion du troupeau en pâture

Tableau 4 : Fréquence de rotation de pâture

Rotation de pâture	Nombre d'éleveurs
1 à 7 j	36
Jusqu'à 15 j	14
Jusqu'à 21 j	5
Jusqu'à 30 j	3
Quelques mois	2
Une seule pâture	6



Figure 16 : Troupeau de vaches de race Brahman en rotation de pâture. Crédit : M.Hamon

ii. Perception de la problématique tique créole

La tique créole est problématique chez une majorité d'éleveurs interrogés (49/73 soit 67%). La question fait appel à l'impression de l'éleveur sans avoir fixé de niveau d'infestation au préalable.

A la question portant sur la variation du niveau d'infestation par la tiques créole au cours de l'année, au sein du troupeau (variation individuelle de sensibilité à l'infestation) et selon la parcelle, 43 éleveurs sur 73 (59%) font un lien entre la présence importante de tiques créoles et la survenue d'épisodes pluvieux. 56 éleveurs sur les 62 (90%) rapportent un facteur de variabilité intra-troupeau, selon la présence d'animaux de races européennes, qui seraient plus fréquemment et/ou plus fortement infestés par la tique créole. Les autres paramètres rapportés comme facteur de sensibilité d'un animal à l'infestation de tiques sont les poils longs (12 éleveurs), la sensibilité individuelle sans distinction phénotypique connue (4 éleveurs) et l'âge de l'animal (2 éleveurs). Sur 30 éleveurs rapportant une variation selon la parcelle, 10 (33%) et 8 (27%) éleveurs rapportent respectivement la présence d'épineux et de graminées de genres *Brachiaria* et *Sporobolus* (aussi appelée « kabuya » en créole) comme facteurs favorisant la présence de tiques dans une parcelle. L'humidité, la chaleur, les embruns, la présence de sous-bois, la pente de la parcelle sont d'autres facteurs rapportés.

iii. Pratiques de détiqage et inefficacité rapportée des acaricides

Tous les éleveurs interrogés (73) utilisent des acaricides pour traiter contre les tiques. Globalement, la majorité des éleveurs utilisent plusieurs produits, pratiquent l'alternance de produits et traitent au moins toutes les 3 semaines.

Parmi eux, 29 éleveurs (40%) réalisent un traitement à intervalle de 7 ou 15 jours, jugé court si l'on se réfère au temps du cycle de vie complet de la tique créole de trois semaines (Figure 17).

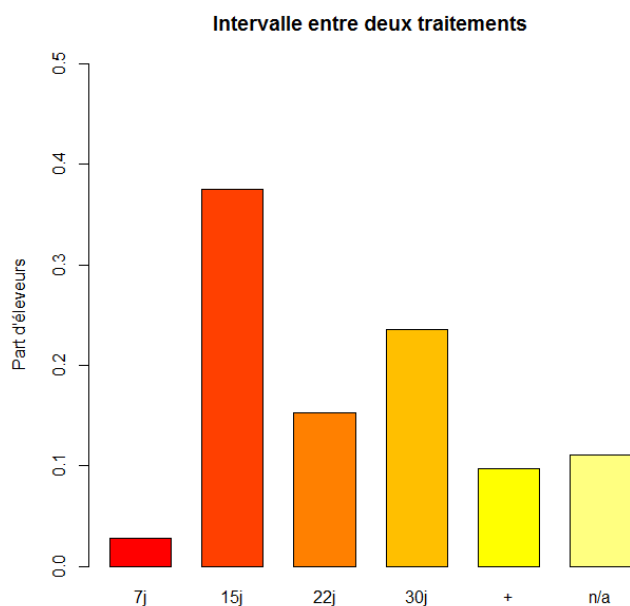


Figure 17 : Intervalle de temps entre deux traitements acaricides

Le tableau 4 met en avant les résultats principaux des pratiques de traitement acaricide, considérées comme favorables pour retarder la mise en place de résistance.

Tableau 5 : Pratiques de traitement acaricide

Principales pratiques de lutte chimique contre la tique créole	Nombre d'éleveurs (%)
Utilisation de plusieurs produits	58 (79)
Alternance des produits	45 (62)
Fréquence de traitement d'au moins 3 semaines	44 (60)
Traitement non systématique, uniquement en présence de tiques	35 (48)
Traitement collectif	62 (85)

Une majorité d'éleveurs suivent ces pratiques à l'exception du détiqage non systématique (48%) (Tableau 5). Ce résultat est à moduler par le fait que 30% des éleveurs (22/73) effectuent un traitement programmé à quelques jours près, qui reste déclenché par la présence de tiques (Annexe VIII).

Une large majorité des éleveurs (85%) traitent le troupeau entier et non au cas par cas selon le niveau d'infestation d'un animal (Tableau 5).

Sur les 45 éleveurs alternant les produits acaricides dans leur plan de traitement, 29 (64%) sont motivés par la prévention de l'installation d'une accoutumance et d'un phénomène de résistance, argument faisant parti du discours tenu par le GDS à l'attention des éleveurs. Seulement 17 (38%) pratiquent une réelle alternance cyclique de leurs produits, i.e. utilisent un produit différent à chaque traitement ou changent le produit tous les deux traitements.

Peu d'éleveurs (3 sur 73) rapportent mélanger le produit acaricide commercial avec un autre composé (eau de mer, grésil, javel), et aucun rapporte mélanger deux produits acaricides commerciaux.

Si l'on confronte les pratiques de détiqage avec le type d'élevage, on observe que la part des éleveurs pratiquant le détiqage systématique est significativement plus élevée chez les éleveurs ayant des bovins croisés charolais (χ^2 , $p=0,048$). Cette race européenne étant perçue comme plus sujette à

l'infestation et sans doute plus sensible aux maladies tropicales, les éleveurs n'attendraient pas la présence et la croissance des tiques pour détiquer. La part des éleveurs traitant à une fréquence variable selon la période de l'année est significativement plus importante parmi les éleveurs affirmant que le climat influe sur la population de tiques (F, p=0,02). Les éleveurs conscients d'une variabilité saisonnière des tiques adapteraient ainsi leurs pratiques de détiquage au niveau d'infestation des animaux qu'ils fixent eux- même.

Une part significativement importante d'éleveurs pratique à la fois l'alternance des produits et le détiquage uniquement en présence de tiques (χ^2 , p=0,04).

De même, la part des éleveurs déclenchant le traitement lors de présence de tiques est significativement différente selon la fréquence de traitement (F, p=0,003). La tendance observée est la suivante : il y a plus d'éleveurs traitant de façon programmée parmi ceux traitant à intervalle court hebdomadaire que parmi ceux traitant à intervalle long de 30 jours ou plus. Il n'y a que 16 éleveurs sur 73 (22%) effectuant un détiquage programmé systématique. Les pratiques actuelles évoluent dans le sens des recommandations données par le GDS.

Enfin, le volet sanitaire de l'enquête montre que les verrues et la dermatophilose apparaissent comme un problème sanitaire pour respectivement 25% (18/73) et 16% (12/73) des éleveurs (18/73). De plus, 34% des éleveurs ont déjà eu des cas de suspicion de piroplasmose dans leur troupeau. Les cas de suspicion de piroplasmose clinique apparaissent peu nombreux par rapport à la prévalence estimée en Martinique. L'anaplasmose et la babésiose ne sont pas des maladies toujours connues des éleveurs en termes de symptômes et d'agents pathogènes. Les cas de suspicion seraient plus rapportés chez les éleveurs ayant un troupeau avec des animaux croisés de phénotype majoritaire européen que ceux ayant un troupeau avec des animaux croisés de phénotype majoritaire brahman (F, p=0,04). Ce résultat confirmerait l'atteinte clinique majoritaire des races européennes ou croisés avec des races européennes.

Il y a significativement plus d'éleveurs programmant le détiquage de façon systématique parmi les éleveurs ayant eu des cas de dermatophilose (χ^2 , p=0,04). De plus, il y a significativement moins d'éleveurs ayant une fréquence de traitement adaptée en fonction des saisons parmi ceux ayant eu des cas de dermatophilose (F, p=0,05). Le plan de lutte contre les tiques est moins souple lorsque l'éleveur a été confronté à la dermatophilose, maladie souvent incurable et très étroitement liée à la présence de tique sénégalaise. Les éleveurs concernés font toujours l'objet d'un suivi rapproché (2 à 4 visites de surveillance par an) et de recommandations spécifiques : fréquence de traitement fixe avec un seul produit acaricide (Bayticol®, fluméthrine).

Les éleveurs utilisant le Bayticol® ont des troupeaux de taille plus importante que ceux ne l'utilisant pas (Figure 18). Le Bayticol® faisant parti des produits les plus onéreux, le facteur financier ne semble pas apparaître comme un frein au traitement dans les troupeaux de grande taille. De plus, les structures seraient plus adaptées pour la contention des animaux et l'application du produit.

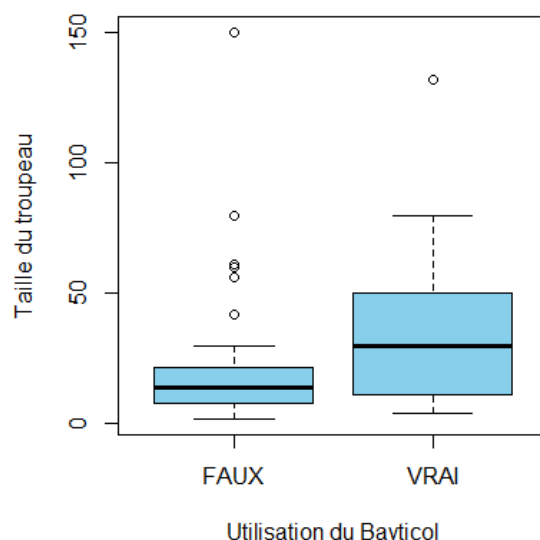


Figure 18 : Utilisation du Bayticol® (fluméthrine) dans les grands troupeaux

Une grande majorité, 58 éleveurs sur 73 (79%), utilisent au moins deux produits acaricides dans leur plan de traitement contre les tiques.

Tableau 6 : Durée d'utilisation et problème d'efficacité rapporté des acaricides

Molécule (nom déposé)	Nombre d'éleveurs (pourcentage) utilisant les molécules		Nb d'éleveurs rapportant un problème d'efficacité Au total	Parmi ceux utilisant l'acaricide	
	Actuellement	Depuis plus de 10 ans		Actuellement	Depuis plus de 10 ans
	Amitraz (Tactic®)	66 (90%)	49 (74%)	12 (16%)	8 (12%)
Fluméthrine (Bayticol®)	33 (45%)	19 (58%)	7 (10%)	4 (12%)	3 (16%)
Deltaméthrine (Butox®)	33 (45%)	24 (73%)	38 (52%)	23 (70%)	15 (63%)
Phoxim (Sébacil®)	31 (42%)	13 (42%)	4 (5%)	4 (13%)	0

D'après le Tableau 6, le produit acaricide majoritairement utilisé actuellement est le Tactic® (amitraz) et les trois autres produits sont utilisés en part équivalente. Les deux composés majoritairement utilisés depuis plus de 10 ans sont le Tactic® et le Butox® (deltaméthrine), et environ trois quart des éleveurs qui utilisent ces acaricides actuellement les utilisent depuis plus de 10 ans.

Relativement peu d'éleveurs rapportent des problèmes d'efficacité des acaricides qu'ils utilisent actuellement, sauf pour le Butox® avec lequel une grande majorité d'utilisateurs rapportent des problèmes d'efficacité. Peu d'éleveurs utilisant le Tactic® et le Bayticol® depuis plus de 10 ans rapportent des problèmes d'efficacité contrairement à ceux utilisant le Butox®. Les problèmes semblent plus fréquents pour le Butox® que pour le Tactic®, mais la différence n'est pas significative. Le Sébacil® (phoxim) semble être efficace chez une majorité d'utilisateurs, et aucun éleveur utilisant le Sébacil® depuis plus de 10 ans ne rapporte de problèmes d'efficacité.

La part des éleveurs pratiquant l'alternance des produits est significativement plus élevée chez les éleveurs utilisant le Bayticol® (χ^2 , $p=0,004$). Le Bayticol® étant le seul produit s'appliquant en pour-

on le long de la ligne du dos, pratique moins traditionnelle que la pulvérisation de la solution sur l'ensemble de l'animal, et représentant un coût plus élevé pour les éleveurs, on peut penser que les éleveurs ne veulent ou ne peuvent pas utiliser uniquement cette molécule, et par conséquent alternent avec un autre produit. De même, une part significative d'éleveurs utilisant le Sébacil®, pratique l'alternance des produits acaricides (χ^2 , $p= 0,003$). Ce produit est utilisé par les éleveurs depuis plus récemment (première entrée au GDS en 1996 bien après celle des autres acaricides) et de coût plus élevé à l'achat. On peut émettre l'hypothèse que le choix du Bayticol® ou du Sébacil® témoigne d'une volonté marquée de choisir des solutions alternatives adaptées dans la lutte contre la tique.

Tableau 7 : Abandon et inefficacité rapportée des acaricides

Molécule (nom déposé)	Nb d'éleveurs ayant abandonné l'acaricide	
	Au total	Et ayant rapporté des problèmes d'efficacité
Amitraz (Tactic®)	4	4
Fluméthrine (Bayticol®)	7	2
Deltaméthrine (Butox®)	14	8
Phoxim (Sébacil®)	5	0

Tous les éleveurs ayant abandonné le Tactic® reportaient des problèmes d'efficacité du traitement avec ce produit (Tableau 7). Parmi les éleveurs utilisant le Tactic®, les éleveurs rencontrant des problèmes d'efficacité l'ont majoritairement abandonné (F, $p= 0,0005$), résultat qui n'est pas retrouvé avec le Butox® qui reste utilisé par les éleveurs malgré d'importants taux d'inefficacité rapportée par les éleveurs (F, $p= 0,02$). En effet, les éleveurs utilisent principalement ce produit contre les mouches et non contre les tiques.

iv. Résultats du LTT et dires d'éleveurs

Les résultats des tests *in vitro* de diagnostic de résistance montrent qu'il existe de la résistance aux acaricides vis-à-vis des 4 composés actuellement utilisés dans la lutte contre les tiques en Martinique et représentant 3 familles chimiques.

Sur les 16 élevages analysés, 14 ont été diagnostiqués avec de la résistance pour au moins une des molécules testées (Tableau 8).

Tableau 8 : Synthèse des résultats LTT

Molécules testées	Nb de résultats LTT disponibles	Statut de résistance	RR ₅₀		RR ₉₀	
			μ	σ	μ	σ
Amitraz	15	7	64,2	96,4	532,2	1073,9
Fluméthrine	12	10	112,5	40,8	711,6	304,6
Deltaméthrine	16	14	119,2	85,3	546,9	514,2
Phoxim	13	1	4,0	0	24,4	0

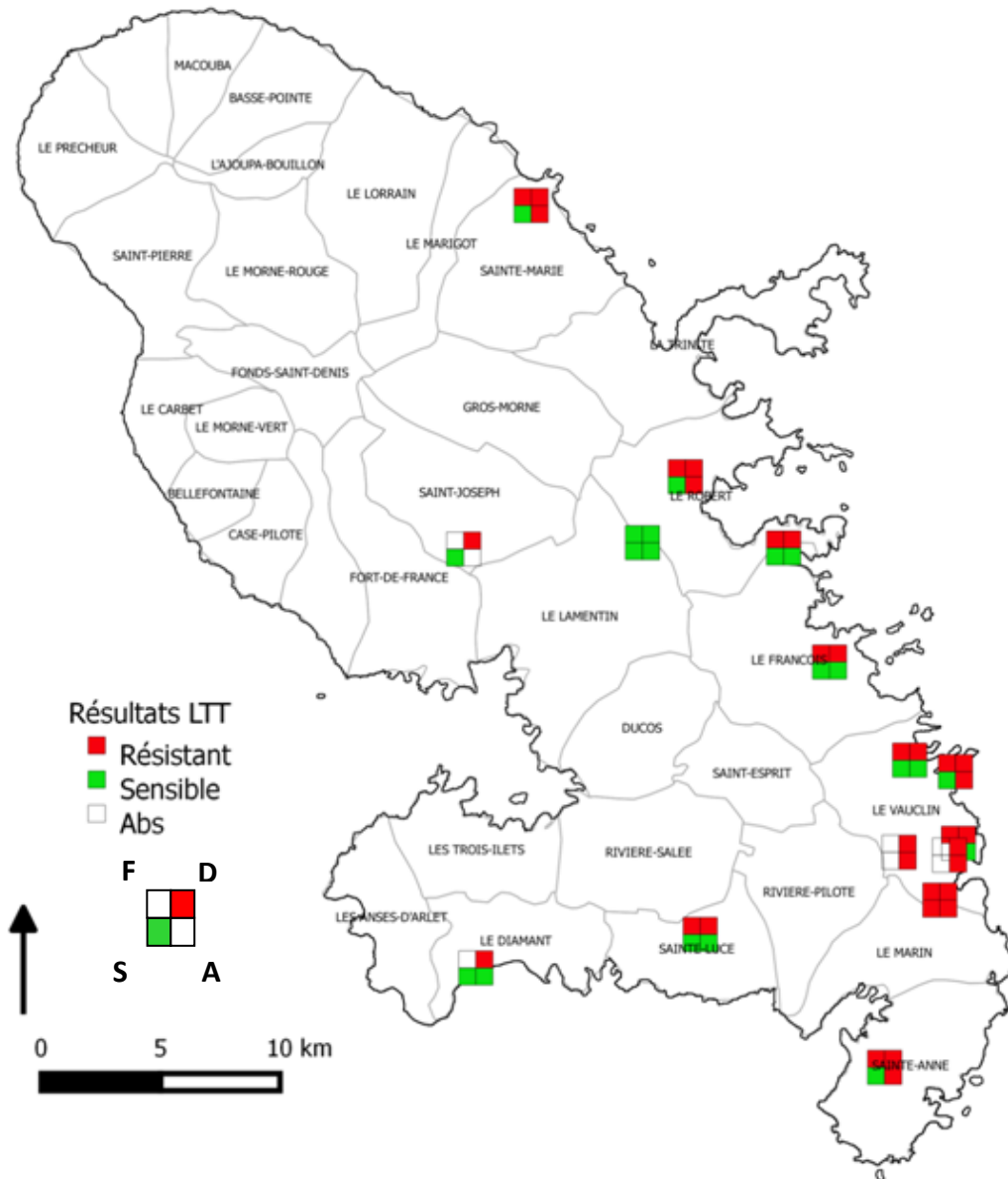


Figure 19 : Répartition géographique des élevages avec un résultat LTT et statut de résistance

Légende : D = deltaméthrine, F = fluméthrine, A = amitraz, P = phoxim.

* Les coordonnées géographiques n'ont pas été obtenues pour un éleveur

La figure 19 met en évidence l'existence d'une résistance multiple à au moins deux familles d'acaricides pour près de la moitié des élevages (7/16). Toutes les courbes dose-réponse sont en Annexe VIII.

Tableau 9 : Croisement des résultats du LTT et pratiques d'utilisation des acaricides dans les élevages

Molécule testée	Nb total de résultats LTT	Statut de résistance parmi différentes catégories d'éleveurs								
		Hautement Résistant (a)			Sensible (a)			Modérément Résistant (a)		
		Ayant un résultat LTT	Utilisant l'acaricide testé (b)	N'ayant jamais utilisé l'acaricide testé	Ayant un résultat LTT	Utilisant l'acaricide testé (b)	N'ayant jamais utilisé l'acaricide testé	Ayant un résultat LTT	Utilisant l'acaricide testé (b)	N'ayant jamais utilisé l'acaricide testé
Amitraz	15	6	6 (6)	0	8	8 (4)	0	1	1 (1)	0
FluM	12	10	3 (2)	5	2	0	2	0	-	-
DeltaM	16	14	7 (4)	3	2	0	2	0	-	-
Phoxim	13	0	0	0	12	6 (3)	6	1	0	1

(a) HR : $RR_{50} > 10$; S : $RR_{50} < 4$; MR : $RR_{50} \in [4; 10]$

(b) Nombre d'éleveurs utilisant l'acaricide depuis plus de 10 ans

FluM=Fluméthrine ; DeltaM=Deltaméthrine

Plus de 80% des résultats du LTT montrent une résistance à la deltaméthrine et à la fluméthrine contre environ 45% pour l'amitraz et moins de 10% pour le phoxim (Tableau 9).

100% des éleveurs ayant un résultat LTT de résistance à l'amitraz l'ont utilisé pendant plus de 10 ans, mais sur les 11 éleveurs utilisant l'amitraz depuis plus de 10 ans, 4 ont un résultat sensible des tiques à la molécule.

100% des éleveurs ayant utilisé la deltaméthrine ou la fluméthrine pendant plus de 10 ans ont un résultat LTT résistant des tiques à ces molécules. Les seuls résultats sensibles à la deltaméthrine et à la fluméthrine concernent des éleveurs n'ayant jamais utilisé aucune des 2 molécules.

Lorsque les résultats LTT sont disponibles à la fois pour la fluméthrine et la deltaméthrine au sein d'un élevage, les statuts de résistance des populations de tiques testées sont les mêmes (F, $p=0,01$): résistance ou sensibilité aux 2 molécules. 5 éleveurs ayant des résistances fortes vis-à-vis de la deltaméthrine et de la fluméthrine, n'ont jamais utilisé la fluméthrine, par contre ont tous utilisés la deltaméthrine.

Un résultat LTT rapporte un cas de résistance au phoxim alors que l'éleveur concerné n'a jamais utilisé le phoxim, ni d'autre composé organophosphoré rapporté.

Tableau 10 : Confrontation des résultats LTT avec les problèmes rapportés d'efficacité des acaricides

Molécule testée (nom déposé)	Nb résultats LTT	Statut des populations de tiques											
		Parmi les éleveurs:											
		Rapportant des pb d'efficacité de l'acaricide				NE rapportant PAS de pb d'efficacité de l'acaricide				NE rapportant AUCUN pb pour TOUS les acaricides			
		Total	HR	S	MR	Total	HR	S	MR	Total	HR	S	MR
Amitraz (Tactic®)	15	4	3	1	0	11	3	7	1	5	0	5	0
Fluméthrine (Bayticol®)	12	0	-	-	-	12	10	2	0	5	3	2	0
Deltaméthrine (Butox®)	16	9	9	0	0	7	5	2	0	5	3	2	0
Phoxim (Sébacil®)	13	2	0	2	0	11	0	10	1	5	0	5	0

HR= Hautement Résistant ; S= Sensible ; MR= Modérément résistant

Le tableau 10 confronte les résultats des tests aux remontées des éleveurs.

Le LTT a permis de confirmer la résistance chez des éleveurs rapportant un problème d'efficacité de l'acaricide (amitraz et phoxim). Des résistances à l'amitraz, la fluméthrine et la deltaméthrine ont été diagnostiqués pour des éleveurs n'ayant pas rapporté de problème d'efficacité de ces acaricides dans leur troupeau, et ce de manière assez fréquente pour la fluméthrine et la deltaméthrine

Les résultats LTT confirment une résistance des tiques à la deltaméthrine pour tous les éleveurs ayant rapportés des suspicions de résistance à cette molécule (soit 57 % des éleveurs ayant un résultat LTT) (Tableau 10). Pour les 10 éleveurs ayant un diagnostic de résistance à la fluméthrine, aucun ne rapporte de problème d'efficacité avec cette molécule.

3 éleveurs ne rapportant aucun problème d'efficacité pour tous les acaricides ont un résultat LTT montrant de la résistance à la deltaméthrine et la fluméthrine (Tableau 10, Figure 20).

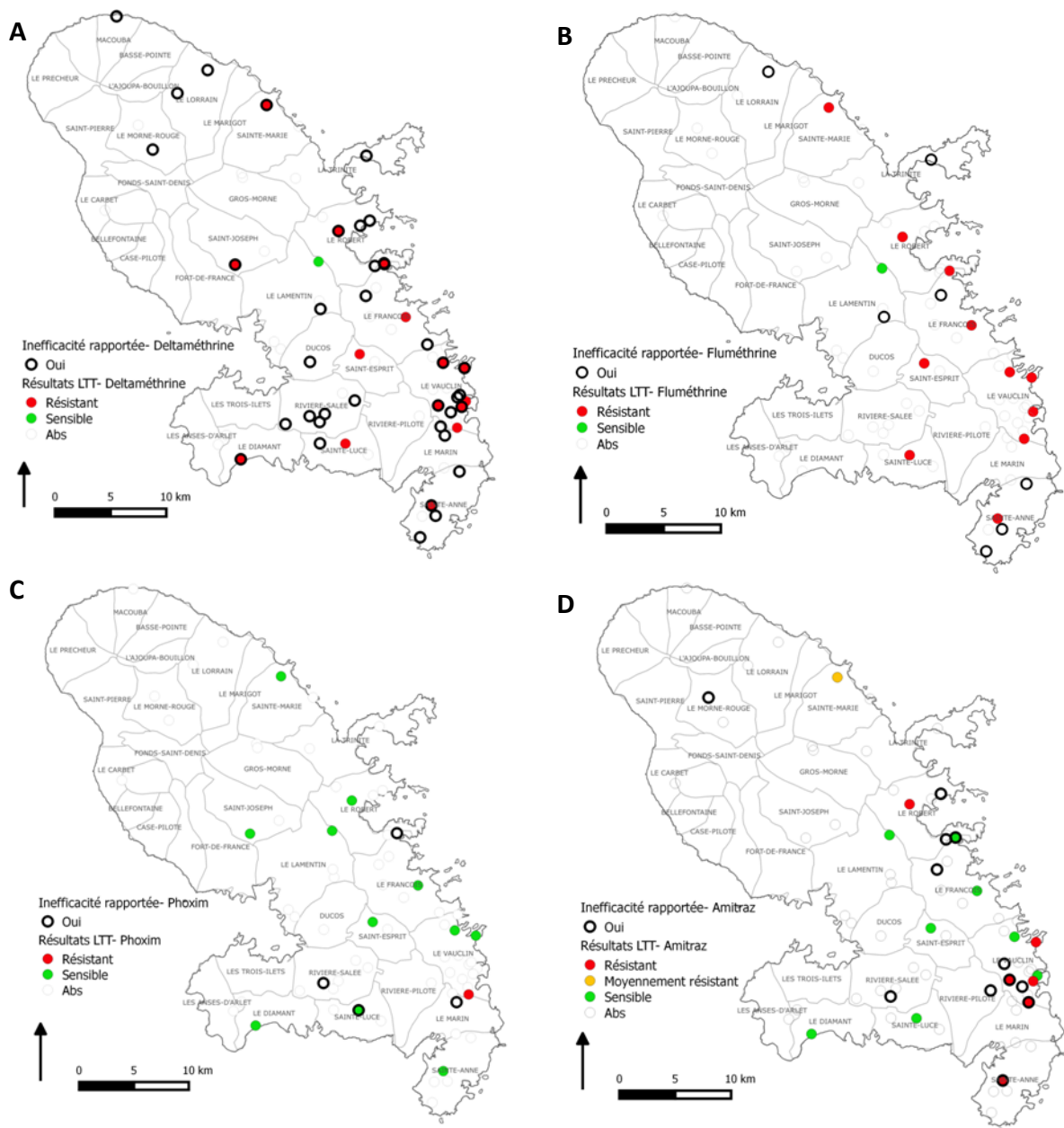


Figure 20: Suspensions de résistance et résultats diagnostic vis-à-vis des 4 composants acaricides utilisés en Martinique, la deltaméthrine (A), la fluméthrine (B), le phoxim (C), l'amitraz (D).

Enfin, la tique sénégalaise a été observée dans le courant de l'année chez 17 éleveurs (23%) et elle a déjà été présente dans 13 élevages (base de données GDS de la surveillance tique sénégalaise). Sur les 16 éleveurs ayant un résultat LTT, 3 ont leur troupeau infesté par la tique sénégalaise l'année précédente et ont tous un statut de résistance vis-à-vis de la fluméthrine, de la deltaméthrine et de l'amitraz.

5. Discussion

L'un des résultats majeur de l'étude est la démonstration *in vitro* de l'existence de résistances des tiques créoles aux 4 composés acaricides principaux actuellement utilisés en Martinique, et représentant 3 familles acaricides. Cependant, ce résultat nécessite d'être nuancé. D'une part, le nombre de tiques collectées par troupeau visité était souvent en deçà du quota fixé d'au moins 10 tiques femelles gorgées sur au moins 5 animaux. Certains résultats LTT ont été obtenus avec moins de 10 femelles, partiellement gorgées et prélevées sur un seul animal et toutes les molécules n'ont pas pu être testées sur tous les élevages. Etant donnée les difficultés rencontrées pour la collecte d'un nombre suffisant de tiques, il y a ainsi un manque de représentativité de la population de tiques au sein du troupeau. Un résultat « sensible » des tiques à un acaricide ne signifie pas qu'il n'y a pas de résistance dans la population de tiques du troupeau vis-à-vis de cet acaricide. Il est envisagé de poursuivre les collectes de tiques à la fois chez les éleveurs dont le résultat LTT n'a pas été obtenu pour les 4 molécules et chez lesquels aucune ou peu de tiques femelles gorgées ont été prélevées.

Le seuil du taux de survie des œufs et des larves fixé pour intégrer les résultats LTT dans notre étude était de 30% minimum. L.Lovis a rarement obtenu un taux de survie de moins de 60% dans ses travaux de thèse (L.Lovis, 2012). Certains résultats ont été obtenus avec deux répliquats au lieu de 3 et devraient donc être complétés. Malgré ce faible taux de survie, nous pouvons avoir confiance dans les résultats pour les raisons suivantes. Le taux de mortalité du LTT prend en compte à la fois la non éclosion des œufs et la mortalité des larves. La mortalité « naturelle » non liée aux acaricides est mise en évidence dans la ligne contrôle. Le LPT considère uniquement dans le comptage final les larves mortes. Le seuil de mortalité obtenu pour le LTT peut donc être beaucoup plus élevé que pour d'autres tests *in vitro*. De plus, les taux de mortalité étaient similaires pour les 3 plaques répliquats traduisant un problème d'éclosion plus que de manipulation. Les 9 répliquats de la souche de référence ont très bien marché. Enfin, les courbes dose-réponse étaient cohérentes graphiquement.

Le fort taux de mortalité des œufs dans les lignes contrôle peut être expliqué par la différence de sensibilité des souches de terrain avec la souche sensible de référence quant à leurs facultés d'adaptation de survie en laboratoire. Une autre réflexion s'est portée sur une collecte de tiques trop rapprochée du précédent détiqage entraînant une ponte plus importante d'œufs non viables. La date précise du dernier détiqage n'est pas connue. Cependant, aucune collecte de tiques n'a été effectuée à moins de 7 jours d'intervalle du traitement acaricide, et les produits utilisés ont une rémanence estimée de quelques jours seulement. Les conditions de stockage et d'envoi peuvent être améliorées en augmentant les surfaces d'aération des tubes contenant les tiques et en diminuant le nombre de tiques par tube pour assurer une oxygénation suffisante et optimiser la ponte une fois arrivées au laboratoire. Des boîtes avec un matériel inerte remplaceront les anciennes dont l'exposition à des aérosols toxiques est une des hypothèses de cause de mortalité des œufs. Il est prévu de tester ces hypothèses par la suite au laboratoire du CIRAD, afin d'apporter des améliorations aux résultats obtenus par le LTT.

La courbe dose-réponse de la souche sensible de référence a été obtenue à partir d'un lot d'œufs de la souche de laboratoire Deutch, sachant qu'il aurait été idéal de construire la courbe à partir de plusieurs

envois, afin d'obtenir des données à partir de tiques de générations différentes. Cependant, 9 répliquats ont été effectués pour augmenter la précision de la courbe de référence. Il est prévu de ré-évaluer la souche de référence avec un nouvel envoi d'œufs prévu pendant le 2^{ème} semestre 2015, afin d'augmenter la précision des résultats.

Il est prévu de tester ces hypothèses par la suite au laboratoire du CIRAD, afin d'apporter des améliorations aux résultats obtenus par le LTT.

Un résultat résistant a été obtenu vis-à-vis du Butox® (deltaméthrine) et du Bayticol® (fluméthrine) pour tous les éleveurs ayant utilisé ces composés depuis plus de 10 ans. En revanche, les éleveurs ayant utilisé le Tactic® (amitraz) pendant plus de 10 ans n'ont pas tous un résultat résistant des tiques (4/11). La mise en place d'une résistance dans une population de tiques serait plus lente pour l'amitraz ce qui a déjà été montré par Jonsson et Hope en 2007, sous réserve de considérer d'une part le manque de représentativité de la population de tiques d'un troupeau mentionné en amont, et d'autre part, la manque de connaissance quant à la fréquence et la dose auxquelles l'amitraz a été utilisé jusqu'aujourd'hui..

On recense un seul résultat LTT résistant des tiques au Sébacil® (phoxim) chez un éleveur qui n'utilise pas la molécule. Seulement 4 éleveurs rapportant des problèmes d'efficacité avec la molécule. Le statut sensible ne signifie pas qu'il n'y a pas de tiques résistantes au produit dans le troupeau. En outre, ce produit a été introduit récemment en Martinique (1996). On pourrait mettre en valeur le fait que la population de tiques est en contact avec l'acaricide depuis peu et chez un certain nombre d'éleveurs, n'a jamais été en contact. Cependant, l'utilisation passée d'un composé acaricide de la même famille des organophosphorés il y a une quarantaine d'années en Martinique (coumaphos - Asuntol®), ne permet pas de recommander le Sébacil®. En cas de résistance croisée entre les deux composés de la même famille, une population de tiques déjà résistante au premier composé pourrait engendrer l'apparition rapide d'une résistance pour le deuxième... même si aucune résistance croisée n'a été démontrée jusqu'à l'heure actuelle (Miller *et al.*, 2008).

L'alternance des produits acaricides est une pratique dont la recommandation doit être mieux définie. L'enquête montre qu'une partie seulement des éleveurs pratique une alternance, si l'on considère la définition d'alternance comme un changement de produit à chaque traitement ou tous les deux traitements. La pratique d'alternance se réfère à des notions de temps, de composé, de famille de composé, de mode d'utilisation qu'il apparaît nécessaire de clarifier en vue d'établir des recommandations au plus juste des attentes des éleveurs et en fonction des situations. Parallèlement, 6 résultats LTT mettent en évidence une multirésistance à au moins deux familles de composés acaricides : pyréthrinoïdes de synthèse et amidines, ou pyréthrinoïdes de synthèse et organophosphates. Un éleveur présente un résultat résistant à toutes les familles testées. Sachant qu'il y a 3 familles de composés acaricides commerciaux sur le marché en Martinique, il faudra en tenir compte dans les recommandations en particulier sur la meilleure manière de pratiquer l'alternance dans ces cas précis de multirésistance. La poursuite des collectes de tiques permettrait d'évaluer l'importance des multirésistances.

Il a été présenté précédemment qu'on obtient un résultat résistant très similaire pour tous les résultats LTT disponibles pour le Butox® (deltaméthrine) et le Bayticol® (fluméthrine). Ce résultat suggère un mécanisme de résistance croisée entre ces deux composés de la même famille, les pyréthrinoïdes de synthèse, ce qui est connu. En effet, les pyréthrines ont un mécanisme d'action similaire et il a déjà été observé des résistances croisées au sein de cette famille d'acaricides (cyperméthrine, deltaméthrine, fluméthrine) (Aguilar- Tipacamú *et al.*, 2011). Cela confirme qu'il n'est pas recommandé d'alterner

des produits intégrant deux composés de la même famille des pyréthriinoïdes de synthèse, le Bayticol® et le Butox®. De plus, il est admis par la communauté d'éleveurs que le Butox® n'est plus fonctionnel en tant qu'acaricide mais toujours utilisé contre les mouches, le Butox® est donc toujours utilisé. 88% des résultats LTT montrent un statut de résistance fortes (aucun cas de résistance modérée), tous parmi des éleveurs utilisant la molécule, qu'ils rapportent ou non des problèmes d'efficacité au Butox®. Ainsi, une introduction du Bayticol® chez des éleveurs utilisant déjà le Butox® n'apporterait pas une solution efficace dans la lutte contre les tiques et représenteraient une perte financière directe pour les éleveurs.

Une étude plus approfondie du profil de la courbe dose-réponse nous permet d'apporter des informations supplémentaires sur le statut de résistance. Une courbe avec un RR_{50} en deçà de 4 associé à un RR_{90} supérieur à 4 traduirait une résistance émergente (ou la disparition d'une résistance dans le cas d'une molécule abandonnée largement utilisée par le passé) (communication personnelle de L.Lovis, 2015). Il faut une dose au moins 4 fois plus importante pour tuer 90% des larves de la souche de terrain, traduisant la présence d'une petite fraction de tiques résistantes. Il s'ensuit une discussion quant aux recommandations données par la suite à l'éleveur sur ses pratiques de détiqage. Ce profil d'émergence permet d'apporter des précisions sur l'évolution possible du statut de résistance dans ces cas où l'on se trouve à la limite du seuil de résistance, et d'ainsi mieux appréhender le futur et d'accentuer les mesures de prévention d'installation de résistance.

Parallèlement aux résultats LTT, la tique créole apparaît problématique chez une majorité d'éleveurs. Cela confirme l'importance et l'intérêt pour les éleveurs adhérents du GDS d'avoir mené cette étude exploratoire, même si le niveau d'exigence vis-à-vis d'un niveau problématique d'infestation de tiques dépend hautement des éleveurs (manque d'objectivité du résultat). En outre, les éleveurs rapportant des problèmes d'efficacité n'étaient pas très précis dans leur définition de l'inefficacité, celle-ci pouvant varier d'un individu à l'autre : réapparition plus rapide des tiques dans le troupeau, animal plus infesté qu'auparavant, stades de la tiques plus visibles que d'autres, tiques restant accrochées au poil de l'animal (mais peut être mortes quand même, c'est le cas du Sébacil® dont le mode d'action diffère de celui du Tactic®, produit très largement apprécié des éleveurs pour sa rapidité d'action (l'animal est assaini en moins de 24 heures)), mode d'application du produit pas efficace (Bayticol® en pour-on). Ainsi, des problèmes d'efficacité de produits acaricides rapportés par des éleveurs n'ont pas été confirmés par le LTT. Le manque de recul sur la représentativité de la population de tiques sur les élevages à partir des échantillons collectés empêche de conclure sur le fait qu'il n'y a pas de résistance mais un suivi plus rapproché des pratiques de détiqage doit être discuté. La perception de l'éleveur quant au manque d'efficacité d'un produit peut traduire des mauvaises pratiques d'utilisation du produit comme le sous-dosage si bien que sera moins efficace mais pas à l'origine d'une résistance des tiques. En outre, certains éleveurs ne rapportent pas de problème d'efficacité avec une molécule tout en ayant un résultat LTT résistant. Il faudra voir si l'éleveur utilise ce produit (possible résistance croisée), auquel cas sensibiliser sur les bonnes pratiques de détiqage et la problématique de résistance de la tique créole. De même, aucune corrélation statistique n'a pu être établie entre la perception de la problématique de la tique créole d'une part, et les pratiques d'élevage, de détiqage et les résultats du LTT d'autre part. Un protocole de suivi des éleveurs (Annexe IX) doit être organisé par le GDS pour évaluer les pratiques de détiqage et leur efficacité.

Au sujet des pratiques de détiqage, on tend à distinguer deux groupes d'éleveurs : un premier majoritaire utilisant les « bonnes » pratiques recommandées par le GDS, un deuxième minoritaire qui ne les met pas en œuvre. L'utilisation de plusieurs produits, l'alternance des produits, le traitement à intervalle de plus de trois semaines, déclenché seulement en présence de tiques sont des pratiques

étroitement liées et adoptées par le premier groupe d'éleveurs. Cependant, la fréquence d'utilisation de l'alternance ainsi que celle du détiqage plus généralement étaient difficiles à définir, les questions étant ouvertes. De même, peu d'éleveurs notent la date de leurs détiqages et le nom du produit utilisé. Pour une majorité des éleveurs ayant répondu alterner les produits acaricides au cours des traitements, un produit majoritaire était souvent utilisé ou les produits n'étaient pas toujours alternés à la même fréquence. Les dires d'éleveurs nécessiteraient d'être objectivés par un calendrier des traitements suivi tout au long de l'année et d'assister au détiqage. De même, certaines visites ont conduit à des observations de pratiques non recommandées comme une mauvaise appréciation du dosage de l'acaricide, un traitement acaricide des épineux ou encore un traitement en cours d'épisode pluvieux. Des recommandations sur les « bonnes » pratiques de détiqage doivent être poursuivies.

En prenant du recul, peu de tests ont été réalisés au regard du nombre d'enquêtes effectuées. Des difficultés ont été rencontrées pour collecter des tiques créoles, gorgées, en grand nombre, et sur plusieurs animaux. En effet, la synchronisation du jour de la visite avec la présence de tiques était difficile à organiser, restant aléatoire et le déplacement pas assez efficace en matière de collecte. Les éleveurs, habitués à détiqer de façon relativement programmée, motivés par la peur de maladies et soucieux du bien-être général de leurs animaux, ne laissaient pas les tiques se gorger. Ils traitaient les animaux au stade nymphe de la tique (quand elles commencent à être visibles). Peu laissaient des animaux à l'écart du reste du troupeau sans traitement acaricide comme suggéré au cours des visites pour limiter la contrainte de collecter des tiques gorgées à un petit nombre d'animaux. Il a en effet été vu que la majorité des éleveurs traitent le troupeau collectivement et non les animaux au cas par cas. Biologiquement, les tiques femelles gorgées se décrochent de l'animal très tôt le matin, pour rechercher un environnement favorable à la ponte, à l'abri du soleil et de la dessiccation. Les obstacles s'additionnant, une stratégie a été mise en place visant à solliciter les éleveurs à être très attentifs et à collecter eux-mêmes les tiques gorgées, en leur fournissant un tube lors du questionnaire d'enquête. Une mobilisation de l'ensemble de l'équipe du GDS a été nécessaire pour encourager et motiver les éleveurs à faire cette démarche autonome.

L'échantillon n'est pas représentatif de la population des éleveurs bovins de Martinique et les résultats discutés ici ne peuvent pas être étendus à cette population car l'échantillon d'éleveurs n'a pas été sélectionné de façon aléatoire.

6. Perspectives

Un temps d'approfondissement des analyses sera entrepris et l'étude complétée dans le courant du 2^{ème} semestre, certains résultats LTT étant en cours de lecture lors de l'écriture de ce rapport. Un cinquième composé acaricide, le coumaphos, a été testé également mais les résultats n'ont pas été présentés. L'acaricide est un organophosphoré, de la même famille que le phoxim, et utilisé il y a une quarantaine d'années en Martinique sous le nom commercial Asuntol®. L'intérêt du test de cette molécule est de savoir s'il existe de la résistance des tiques après des dizaines d'années d'absence d'utilisation et d'évaluer éventuellement l'existence de résistances croisées même si elles n'ont pas été mises en évidence par ailleurs dans la littérature.

Une poursuite des collectes de tiques est envisagée pour compléter les résultats des tests pour lesquels on n'a pas testé les 5 molécules, et pour évaluer le statut de résistance chez les autres éleveurs ayant participé à l'étude. Une stratégie de priorisation sera définie avec le GDS pour assurer un temps de collectes efficace en accord avec la poursuite du reste de leurs activités et en fonction des capacités de laboratoire au CIRAD de Guadeloupe.

Après le succès de son implantation au laboratoire CIRAD de Guadeloupe, le LTT peut être désormais utilisé comme un outil de confirmation de diagnostic de résistance pour d'autres pays et territoires caribéens (qui seront encouragés à utiliser des tests nécessitant moins d'équipement de laboratoire) pour un premier résultat) et d'accompagnement des éleveurs (en Martinique) dans le changement des pratiques et le suivi des nouvelles recommandations qui doivent être élaborées par le groupe de travail tique. Les perspectives du test se situent à deux échelles: celle de la Martinique et celle de la Caraïbe. Le système d'envoi et d'acheminement des prélèvements de tiques gorgées est en place en Martinique et pourra faire l'objet d'améliorations, mais il doit être pensé et adapté pour toutes les autres îles intéressées par un diagnostic de résistance de la tique créole aux acaricides sur leur territoire. De plus, des difficultés ayant été rencontrées avec l'étape d'évaporation du solvant DMSO (Diméthylsulfoxyde) qui rallongent considérablement le temps de préparation des plaques et obligent à être équipé d'un matériel placé sous hotte, il est envisagé de le remplacer par un autre solvant, plus facile et rapide à évaporer. De même, il est envisagé d'évaluer la durée de conservation des plaques LTT. Elles sont préparées actuellement en extemporanée et ne permettent pas de préparer en avance les plaques ce qui est contraignant et oblige une certaine coordination entre le terrain et la préparation au laboratoire. Enfin, les capacités du laboratoire (humaines) devraient être adaptées si le test venait à être utilisé dans le cadre d'autres études épidémiologiques ou si la demande au niveau de la région devenait forte.

L'étude a contribué à renforcer la proximité des éleveurs avec le GDS de Martinique et le CIRAD de Guadeloupe. Elle était l'occasion d'entretenir cette relation tripartite forte pour aller plus loin dans l'amélioration des connaissances des pratiques et la mise en place d'activités de communication, de conseil et de suivi de leurs pratiques et du statut de résistance à l'aide du LTT. Le GDS prévoit de mettre en place un carnet indiquant la date et l'application des traitements acaricides effectués au cours de l'année, afin d'approfondir et d'améliorer le suivi individuel des pratiques de contrôle des éleveurs. De plus, un protocole d'évaluation des pratiques de détiqage et d'évaluation terrain de l'efficacité des acaricides a été réalisé dans le cadre du projet mais non appliqué lors de l'étude de terrain pour des raisons pratiques de temps imparti relativement court (Annexe IX). Il viendra compléter et objectiver les résultats aussi bien de l'enquête que du LTT. Il consiste dans un premier temps à revoir les bonnes pratiques de détiqage le jour de sa réalisation par l'éleveur, i.e. appliquer de façon recommandée le produit utilisé, et d'évaluer le niveau d'infestation du troupeau ; puis de suivre dans un deuxième temps chaque semaine pendant 3 semaines (durée moyenne du cycle de la tique) le niveau d'infestation des animaux jusqu'à observer des tiques adultes femelles gorgées. Les tiques seront collectées pour réaliser le LTT, si besoin. L'intérêt du suivi est de confronter les résultats *in vitro* du LTT avec les problèmes rapportés par l'éleveur et ses pratiques de détiqage au niveau du troupeau. Il s'ensuit des recommandations dont l'impact peut être suivi de nouveau par un protocole de suivi ou plus simplement par un LTT quelques mois après.

Ce protocole pourrait être mis en place dans un premier temps chez les éleveurs rencontrant d'importants problèmes de résistance, ou pour lesquels les résultats du LTT ne sont pas concordant avec la perception de l'éleveur.

Les résultats obtenus dans cette étude préliminaire justifient pleinement les autres activités prévues dans le cadre de ResisT. Ils permettront d'améliorer la réalisation de plusieurs documents techniques de sensibilisation et de recommandations destinés aux éleveurs sur l'importance de la problématique de la résistance. Ils serviront de guide pour l'évaluation de résistance à destination des services vétérinaires et des groupements d'éleveurs ayant des missions sanitaires. Ce document pourra intéresser directement les éleveurs de Martinique, en particulier ceux ayant participé à l'étude mais servira aussi aux autres membres de CaribVET, et en particulier des Petites Antilles. Ces îles ont

connu un passé très similaire à celui de la Martinique avec une lutte intensive contre la tique sénégalaise et des impacts possibles sur la tique créole, et où la situation des résistances commence à inquiéter les éleveurs et les services vétérinaires pour le coût engendré pour la filière bovine. Il est par ailleurs envisagé de convier toute la classe des éleveurs bovins martiniquais et acteurs de la filière à une réunion de restitution de l'étude qui sera organisée conjointement avec la 5^{ème} réunion du groupe de travail Tiques et Maladies transmises de CaribVET pour clôturer le projet ResisT, en fin d'année 2015. L'étude en Martinique ouvre également la perspective régionale de mettre en place de nouvelles activités sur la thématique de la résistance en argumentant la communication par des observations de terrain et des résultats démontrés. L'accent sera mis sur la sensibilisation des éleveurs caribéens sur le sujet mais les objectifs sont aussi de mieux connaître les pratiques de lutte contre les tiques dans les autres pays et territoires caribéens par le biais d'une enquête régionale, et de promouvoir l'utilisation d'un test diagnostique de résistance simple et rapide pour faire une première évaluation du statut de résistance de la tique créole dans d'autres îles, qui pourrait être confirmé et complété par le LTT. Un atelier de formation sur les techniques de laboratoire sur les tiques et les maladies transmises s'est déroulé sur une semaine en mai 2015 au CIRAD de Guadeloupe¹. Le questionnaire d'enquête de la Martinique peut être valorisé et adapté à chaque île pour mieux définir les pratiques localement. L'étude de Martinique est aussi l'occasion d'envisager des activités de recherche opérationnelles sur des stratégies alternatives de lutte contre les tiques.

¹ <http://antilles-guyane.cirad.fr/actualites/2015/tiques-creoles-evaluer-leur-resistance-aux-acaricides-pour-proposer-des-alternatives>

Références bibliographiques :

- Aguilar- Tipacamú G. *et al.*, Phenotypes changes inherited by crossing pyrethroid susceptible and resistant genotypes from the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Experimental and Applied Acarology*, 2011, 54(3): 301-311.
- Alonso M. *et al.*, Situation actuelle des hémoparasitoses bovines en Martinique (Antilles françaises), *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1992, 45(1): 9-14.
- Arantes G.J. *et al.*, The cattle tick *Boophilus microplus* in the municipality of Uberlandia, MG: analysis of its resistance to commercial acaricides, *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 1996, 4: 89-93.
- Barré N. & Uilenberg G., Propagation de parasites transportés avec leurs hôtes: cas exemplaires de deux espèces de tiques du bétail, *Revue scientifique et technique OIE*, 2010, 29(1): 135-147.
- Barré N., Les tiques des ruminants dans les Petites Antilles: biologie, importance économique, principes de lutte, *INRA Production Animale*, 1997, 10(1): 111-119.
- Barré N. et Garris G.I., Biology and ecology of *Amblyomma variegatum* (Acari: Ixodidae) in the Caribbean: implications for a regional eradication program, *Journal of Agricultural Entomology*, 1990, 7(1): 1-9.
- Bock R.E. *et al.*, Effect of breed of cattle of innate resistance to infection with *Babesia bovis*, *B. bigemina* and *Anaplasma marginale*, *Australian Veterinary Journal*, 1997, 75: 337-340.
- Bock R.E. *et al.*, Effect of breed of cattle on transmission rate and innate resistance to infection with *Babesia bovis* and *B. bigemina* transmitted by *Boophilus microplus*, *Australian Veterinary Journal*, 1999, 77: 461-464.
- Bock R.E. *et al.*, Babesiosis of cattle, *Parasitology*, 2004, 129: S247-S269.
- Bock R.E. *et al.*, Tick-borne diseases of cattle. In: Australian and New Zealand Standard Diagnostic Procedures, 2006. http://www.scahls.org.au/Procedures/Documents/ANZSDP/tick_borne_diseases.pdf
- Brake D.K. et Pérez de Leon A.A., Immunoregulation of bovine macrophages by factors in the salivary glands of *Rhipicephalus microplus*, *Parasites & vectors*, 2012, 5:38.
- Camus E. et Barré N., Vector situation of tick-borne diseases in the Caribbean islands, *Veterinary parasitology*, 1995, 57: 167-176.
- Cardoso F.F. *et al.*, Accuracy of genomic prediction for tick resistance in Bradford and Hereford cattle, 2012, in *Proceedings of the 10th World Congress on genetics applied to livestock production* .

- Cardoso F.F. *et al.*, Estimates of heritability for resistance to *Boophilus microplus* tick evaluated by an alternative method in a commercial polled Hereford x Nelore population in Brazil, 2006, in *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock production*, GALP, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Champanhet F. et Tatareau J.C., Le cheptel bovin à la Martinique: choix génétiques et systèmes d'élevage, Rencontres Caraïbes Recherche Agronomique et Développement Rural, Utilisation des populations bovines locales pour la production de viande dans la Caraïbe, 1996.
- Chauvin A. *et al.*, La babésiose bovine à *B. divergens*: stabilité, émergence et interactions avec les protozoaires co-circulants chez le bovin ou la tique vectrice, *INRA Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 2008, 15: 29-32.
- Frisch J.E. *et al.*, Comparative evaluation of beef cattle breeds of African, European and Indian origins to resistance to cattle ticks and gastrointestinal nematodes, *Animal Science*, 1998, 67: 39-48.
- Frisch J.E. *et al.*, Using genetics to control cattle parasites- The Rockhampton experience, *International Journal for Parasitology*, 2000, 30: 253-264.
- Geri L. *et al.*, Puerto Rico tick eradication program benefit-cost analysis, 1989, USDA, APHIS, Hyattsville, MD.
- Goff W.L. *et al.*, Age-related innate immune response in calves to *Babesia bovis* involves IL-12 induction and IL-10 modulation, *Annals of the New York Academy of sciences*, 2002, 969: 164-168.
- Guerrero F.D. *et al.*, Acaricide resistance mechanisms in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 2012, 21(1): 1-6.
- Howell J.M. *et al.*, Transovarial transmission efficiency of *Babesia bovis* tick stages acquired by *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* during acute infection, *Journal of Clinical Microbiology*, 2007, 45(2): 426-431.
- Institut de l'élevage, Panorama des filières animales et typologie des systèmes d'exploitation avec élevage de Martinique, Programme POSEI France, 2008.
- Jonsson N.N. *et al.*, Possible risk factors on Queensland dairy farms for acaricide resistance in cattle tick (*Boophilus microplus*), *Veterinary Parasitology*, 2000, 88(1-2): 79-82.
- Jonsson N.N. et Hope M., Progress in the epidemiology and diagnosis of amitraz resistance in the cattle tick *Boophilus microplus*, *Veterinary Parasitology*, 2007, 146: 193-198.
- Jonsson N.N. *et al.*, Rotation of treatments between spinosad and amitraz for the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* populations with amitraz resistance, *Veterinary Parasitology*, 2010, 169: 157-164.
- Joydhar N.B. *et al.*, Laboratory studies on the life cycle of *Boophilus microplus*, *International Journal of Biological Research*, 2010, 2(9): 13-18.

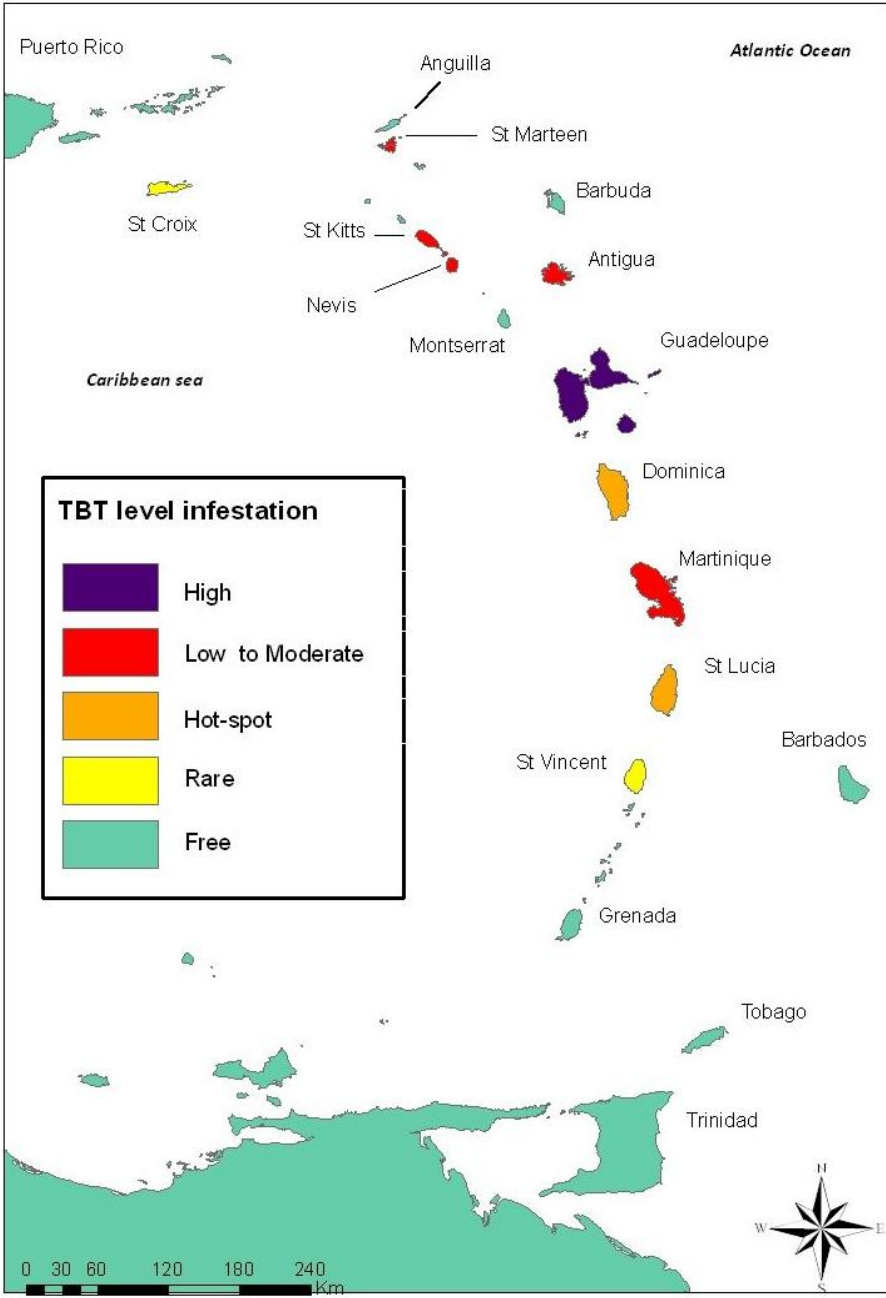
- Kunz S.E. et Kemp D.H., Insecticides and acaricides : resistance and environmental impact, *Revue Scientifique et Technique OIE*, 1994, 13(4): 1249-1286.
- L'Hostis M. et Seegers H., Tick-borne parasitic diseases in cattle/ Current knowledge and prospective risk analysis related to the ongoing evolution in French cattle farming systems, *Veterinary Research*, 2002, 33: 699-611.
- Lovis. L., Evaluation of acaricide resistance in the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, using a new *in vitro* test and molecular tools, Thèse doctorale, Université de Neuchatel, 2012.
- Lovis L., Overview on cattle tick resistance to acaricides : resistance distribution, mechanisms and diagnostic methods, Tick resistance and Tick borne diseases diagnostic regional training workshop, Guadeloupe, 10 mai 2015.
- Lovis L. *et al.*, A new *in vitro* test to evaluate the resistance level against acaricides of the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Veterinary Parasitology*, 2011, 182: 269-280.
- Mahieu M. *et al.*, Des techniques intégrées pour un élevage de ruminants productif et durable aux Antilles- Guyane, *Innovations Agronomiques*, 2011, 16: 89-103.
- Miller R.J. *et al.*, Differential response to diazinon and coumaphos in a strain of *Boophilus microplus* (Acari : Ixodidae) collected in Mexico, *Journal of medical entomology*, 2008, 45(5): 905-911.
- Morel P.C., Etude sur les tiques du bétail en Guadeloupe et Martinique. I. Les tiques et leur distribution (Acariens, Ixodoidea), *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 1966, 19: 307-321.
- Morel P.C., Etude sur les tiques du bétail en Guadeloupe et Martinique. II. Agents pathogènes transmis par les tiques (Acariens, Ixodoidea), *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 1967, 20: 291-299.
- Morel P.C. *et al.*, Maladies à tiques du bétail en Afrique, Précis de parasitologie vétérinaire tropicale, Maisons-Alfort Ministère de la Coopération et du développement, 1981.
- Murrell A. et Barker S.C., Synonymy of *Boophilus* Curtice, 1891 with *Rhipicephalus* Koch, 1844 (Acari : Ixodidae), *Systematic Parasitology*, 2003, 56: 169-172.
- Naves M. *et al.*, Etat des lieux et perspectives des programmes d'amélioration génétique des ruminants dans les départements d'Outre Mer, *INRA Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 2009, 16: 283-286.
- Pegram R.G. *et al.*, The Caribbean *Amblyomma* Program, some ecologic factors affecting its success, *Annals of the New York Academy of sciences*, 2004, 1026: 302-311.
- Peter R.J. *et al.*, Tick, fly, and mosquito control- Lessons from the past, solutions for the future, *Veterinary Parasitology*, 2005, 132(3-4): 205-215.

- Piper E.K. *et al.*, Gene expression in the skin of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle infested with the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2008, 126(1): 110-119.
- Rajput Z.I. *et al.*, Importance of ticks and their chemical and immunological control in livestock, *Journal of Zhejiang University Science B*, 2006, 7(11): 912-921.
- Rieck R.F., The life cycle of *Babesia bigemina* (Smith and Kilborne, 1893) in the tick vector *Boophilus microplus*, *Australian Journal of Agricultural Research*, 1964, 15(5): 802-821.
- Zintl A. *et al.*, Possible mechanisms underlying age-related resistance to bovine babesiosis, *Parasite Immunology*, 2005, 27: 115-120.

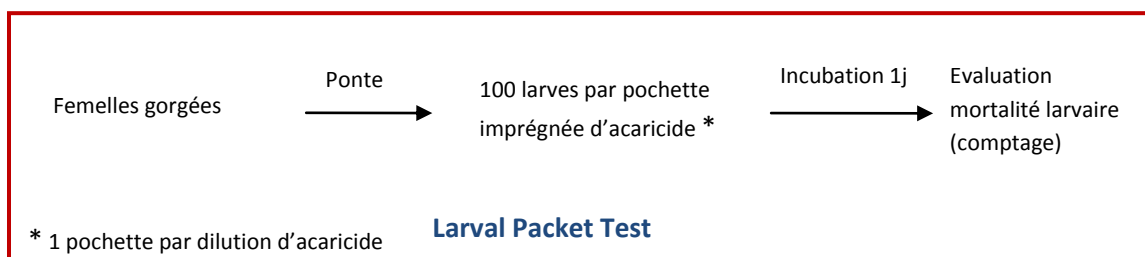
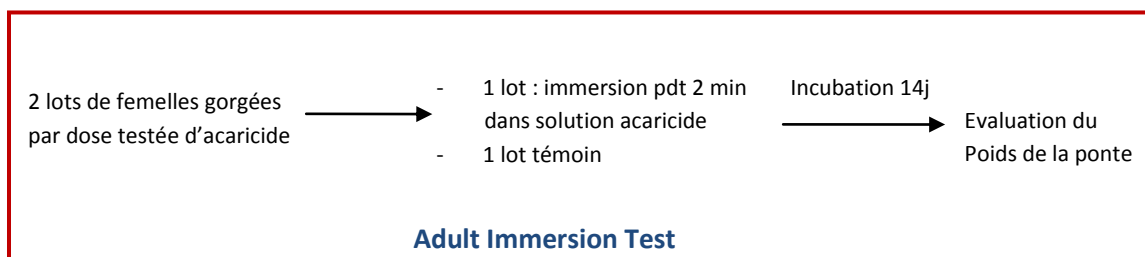
ANNEXES :

- I. Niveau d'infestation des îles de la Caraïbe par *Amblyomma variegatum***
- II. Récapitulatif des protocoles des tests de diagnostic de résistance**
- III. Fiche d'enquête préliminaire pour la sélection des éleveurs**
- IV. Questionnaire d'enquête**
- V. Fiches techniques de communication à l'attention des éleveurs :
« Créole ou sénégalaise ? »**
- VI. Fiche envoi de colis (douane)**
- VII. Protocole complet du Larval Tarsal Test**
- VIII. Résultats complémentaires : tableaux descriptifs, tableaux des croisements statistiques, cartes, courbes dose-réponse**
- IX. Protocole de suivi**

Annexe I : Niveau d'infestation des îles de la Caraïbe par *Amblyomma variegatum* en 2011. CaribVET



Annexe II : Protocole des tests *in vitro* AIT et LPT



Annexe III : Fiche d'enquête préliminaire pour la sélection des éleveurs

Information acaricides – éleveur de bovins adhérent au GDS

Nom :

Prénom :

Commune :

Numéro de téléphone :

Nombre de bovin :

Race :

- Quels acaricides utilisez-vous le plus souvent dans votre élevage ?
- A quelle fréquence ?
- Est-ce que certains produits acaricides ne marchent pas bien sur la tique créole dans votre élevage ?
 - Non. Ils fonctionnent tous bien
 - Oui, un seul. Lequel ?
 - Oui, au moins deux. Lesquels ?
- Est-ce que vous voyez des tiques créoles adultes sur vos animaux ? Oui Non

Commentaires : -----

Annexe IV : Questionnaire d'enquête au format Word



Questionnaire d'enquête



G.D.S. de la Martinique

1. Description de l'élevage

Code postal : 972

Adresse :

NOM de l'éleveur :

PRENOM de l'éleveur :

Téléphone (portable ou fixe) : 05 96 .. / .. / ..

06 96 .. / .. / ..

Nombre de bovins dans le troupeau :

Nombre total de bovins dans l'élevage :

Race :

- Européenne pure
- Brahman pure
- Croisée :
 - Brahman
 - Européen : limousin, charolais, brune, autre

Depuis combien de temps avez-vous ce troupeau ?

- Moins de 1 an
- Entre 1 et 5 ans
- Entre 5 et 10 ans
- Depuis plus de 10 ans

Type d'élevage

- Piquet
- Pâturage

2. Pâturage

Pâturage sur leur propre parcelle :

- Oui : Superficie (en ha) _____ Nombre de parcelles disponibles : _____
Fréquence de rotation (en semaine) : _____
- Non

Si pâturage :

- Type de savane :
 - Naturelle
 - Artificielle : préciser espèce(s) plantée(s) _____

Elevages voisins (savanes voisines) :

- Oui :
 - préciser bovin, petits rum, autre
 - partage des pâturages : oui non
 - contact possible avec les animaux du voisinage : oui non
- Non

3. Gestion

Achat ou introduction de nouveaux animaux au sein du troupeau pour le renouvellement

- Oui
- Non

Si oui, préciser la conduite mise en place avant le contact avec le troupeau

- Pas de conduite particulière
- Isolement des nouveaux animaux : préciser le lieu _____/ la durée (en jours)_____
- Traitement acaricide : préciser_____
- Autre traitement (vermifuge, vaccin, ...) : préciser _____
- Autre

4. Présence de tiques

Etes-vous beaucoup touché par l'infestation de tiques

- Oui
- Non

Y-a-t'il de la tique créole...

- Toute l'année
- Par période : _____
- Sur tout le troupeau
- Que sur certains animaux : _____
- Dans toutes les savanes
- En particulier sur certaines savanes : (type, utilisation, superficie)_____

Commentaires

Présence de la tique sénégalaise (dans l'année précédente)

- Oui
- Non

5. Traitement acaricides

Produits utilisés actuellement et temps d'utilisation

- Taktic
- Bayticol
- Butox
- Butox (pour-on)
- Sebacil
- Asuntol
- Autre_____
- En mélange
- En alternance :
 - A quelle fréquence:_____
 - Pour quelle(s) motivation(s) :_____

Quels sont les facteurs déclenchant le traitement

- En cas de présence de tiques
- En cas de maladie
- Planifié à intervalle régulier
 - 1sem
 - 2 sem
 - 1 mois

- Plus
- Autre raison : _____

Commentaires : _____

Même fréquence de traitement acaricide toute l'année :

- Oui
- Non

Intervalle entre deux traitements :

- 1 semaine
- 2 semaines
- 1 mois
- Plus

Les animaux sont traités :

- Tous en même temps
- Au cas par cas

Est-ce que certains produits acaricides ne fonctionnent pas bien sur la tique créole

- Non, ils fonctionnent tous bien
- Oui, un seul
- Oui, au moins deux

Si oui,

- Tactic
- Bayticol
- Butox
- Butox(pour-on)
- Sebacil
- Asuntol
- Autre : _____

Préciser le mauvais fonctionnement constaté

- Toutes les tiques ne meurent pas après le traitement
- Les tiques semblent réapparaître plus rapidement sur l'animal après le traitement
- Autre

Commentaires : _____

Est-ce qu'il y a des acaricides que vous avez abandonnés

- Oui
- Non

Si oui, préciser avec temps d'utilisation (en années) et temps écoulé depuis (en années)

- Tactic _____/_____
- Bayticol _____/_____
- Butox _____/_____
- Butox (pour-on) _____/_____
- Sebacil _____/_____
- Asuntol _____/_____
- Autre _____/_____

6. Maladies

Symptômes/ maladies les plus fréquent(e)s dans le troupeau : _____

Avez-vous déjà eu des cas suspects de piroplasmose :

- Oui
- Non

Sur combien d'animaux as-t-on prélevé des tiques : ____

7. Localisation

Description :

- Chez l'éleveur
- Position du troupeau lors de l'échantillonnage
- Autre

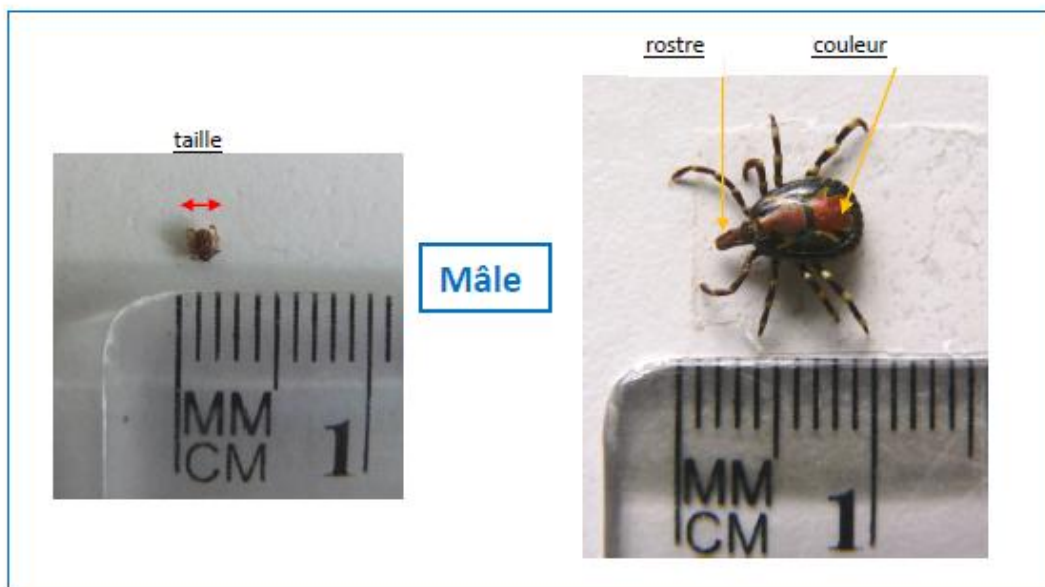
Coordonnées GPS : _____

Annexe V : Fiches techniques de communication à l'attention des éleveurs

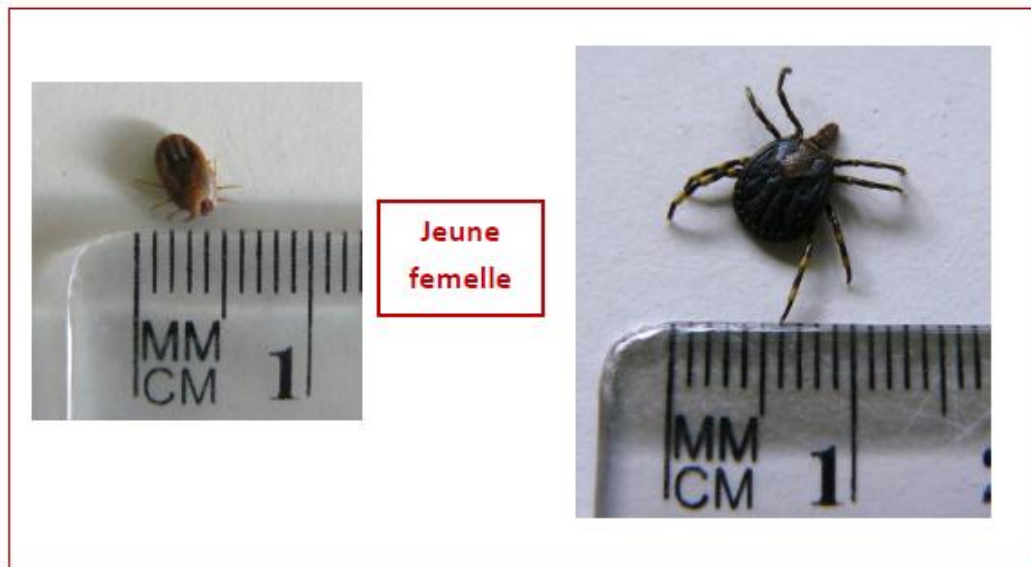
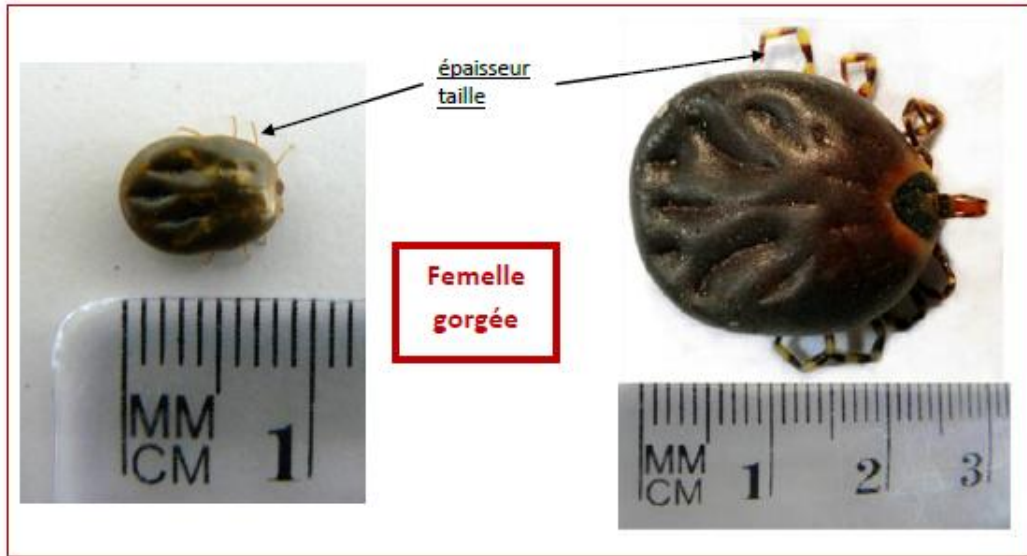
Créole ou sénégalaise ?

Rhipicephalus (Boophilus) microplus

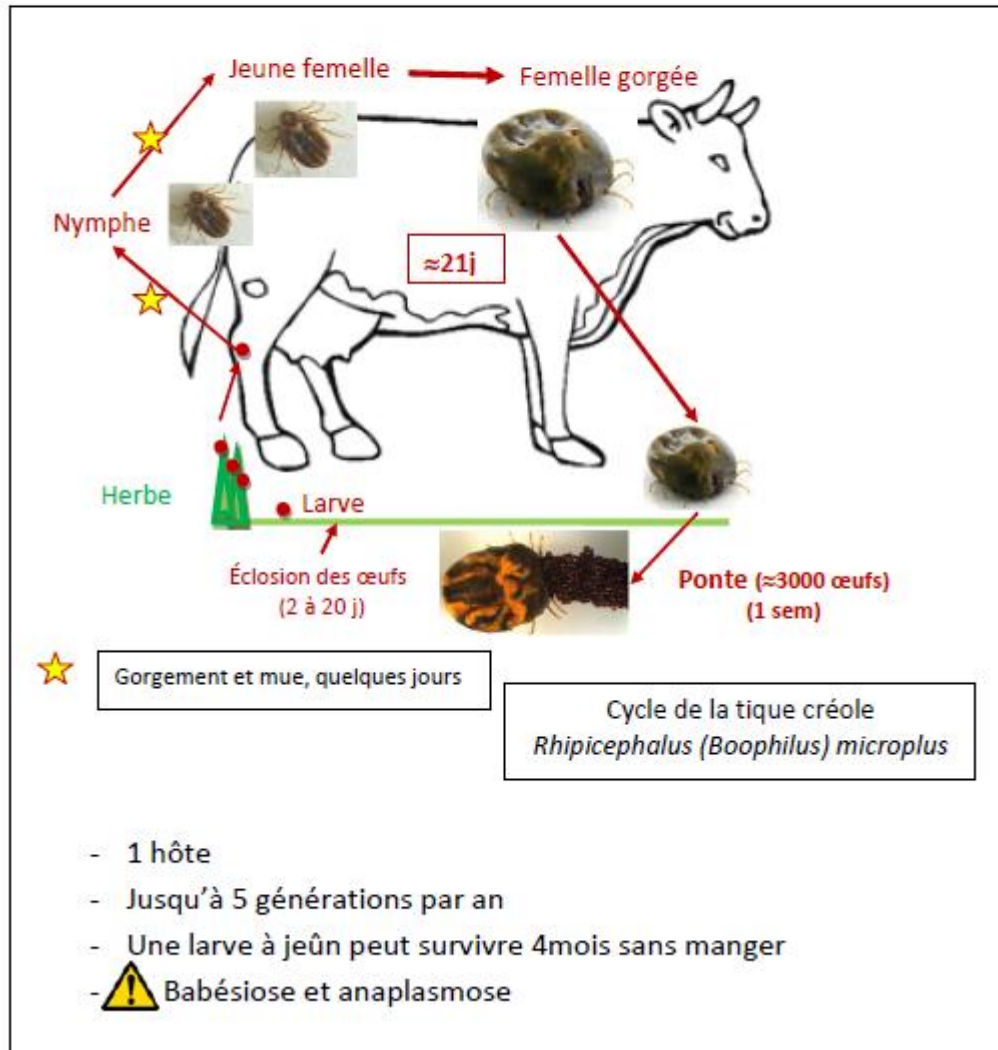
Amblyomma variegatum



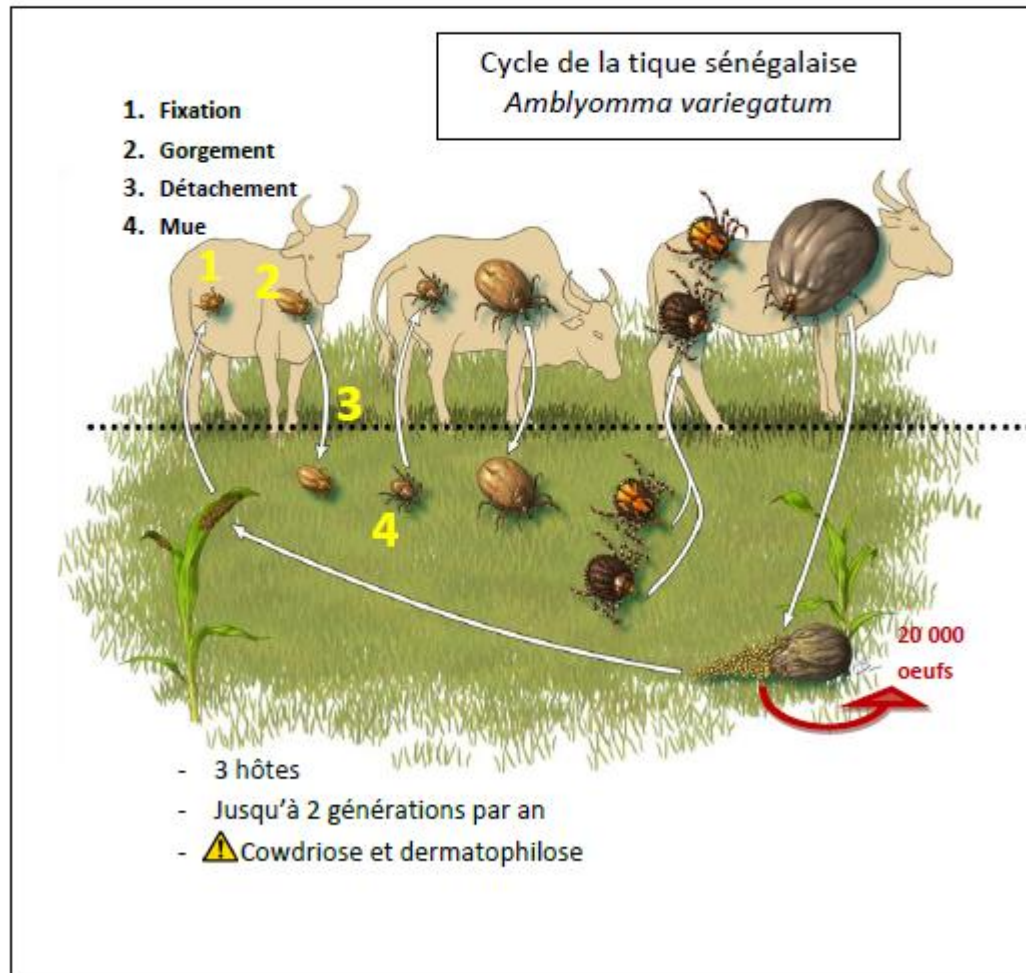
Créole ou sénégalaise ?



Créole ou sénégalaise ?



Créole ou sénégalaise ?



Annexe VI : Fiche envoi de colis (douane)

Note d'expédition colis

Date d'envoi:

Le colis a été préparé par :

PELONDE Philippe

GDSM

Pôle animalier de Carrère

97232 Le Lamentin

0596640430

Le colis es envoyé à :

Stéphanie Depraz

CIRAD- Domaine de Duclos

Prise d'eau

97170 Petit Bourg

Guadeloupe

Phone : (+590) 590 25 54 44

Fax : (+590) 590 94 03 96

Contenu du colis :

Matériel biologique (tiques femelles *Boophilus microplus*)

X tubes contenant X tiques au total

Pays d'origine : Martinique

Valeur du colis : pas de valeur commerciale, valeur en douane : 0 euros

Le contenant est NON INFECTIEUX, NON PATHOGENE & NON DANGEREUX

Le contenu sera utilisé uniquement à des fins DIAGNOSTIC/ RECHERCHE

« Exclusivement destiné à usage technique »

« Produit non destiné à l'alimentation humaine ou animale »

PELONDE Philippe
Directeur du GDSM

Annexe VII : Protocole complet du Larval Tarsal Test

Etapes Larval Tarsal Test

Durée du test : **40- 42 jours (6 semaines)**

Collecte tique :

Prendre si possible 15-20 tiques femelles gorgées dans un même troupeau, sur **5 à 10 animaux** (quelque soit la partie du corps).

Transport dans une boîte fermée non hermétiquement et maintien de l'humidité (lingette éponge absorbante humide hors des tubes).

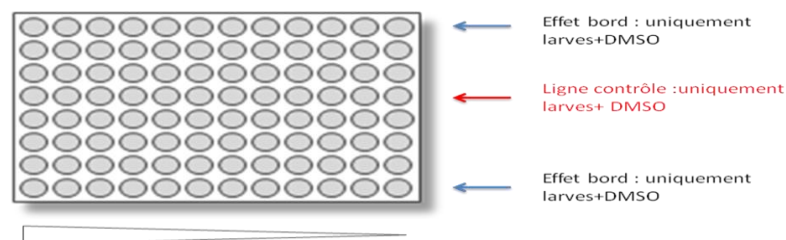
Code d'identification du tube: 2 derniers chiffres du code postal (972 **XX**) et initiales de l'éleveur

Etape 1 : stockage des tiques femelles gorgées et ponte (pendant 2-3 semaines) / **salle parasitologie**

- Mettre les tiques dans des boîtes de pétri en verre ouvertes, sans superposer les boîtes, recouvertes par une grille.
- Etuve : Contrôler que la température soit maintenue à **28+/- 2°C** et l'humidité de **65 à 85°C** (sol saturée Na₂CO₃). Si besoin préparer une nouvelle solution saturée (cf. fiche annexe 1).

Etape 2 : préparation des plaques (entre J16 et J20 après la collecte des femelles) / **Salle d'analyse.**

- **Evaporation du mélange éthanol-huile la veille** : 20 µl de solution d'éthanol 100% + huile olive (400 :1) est disposé au fond de chaque puit (il faut 2,1ml de mélange par plaque= **2,1ml éthanol+ 5,25 µl d'huile olive** – cf fiche annexe 2). On laisse l'éthanol s'évaporer entre 8h à toute la nuit (jusqu'à 72h on n'a pas d'impact négatif) dans une hotte, à environ 20°C, sans trop d'humidité.
- 5 µl de l'acaricide dilué dans le DMSO (à la concentration adaptée) est déposé dans chaque puit. (voir fiche annexe 3 pour détail des concentrations).
- Pour chaque élevage, chaque dilution est testée en triplicata, sur 3 plaques différentes.



- **Evaporation du DMSO** avec le concentrateur d'échantillon et le compresseur d'air (fiche annexe 4) :
 - o Evaporation pendant **1h30/2h**, avec support chauffant à **54°C** (pression de 0.5 à 1bar en sortie du compresseur et estimation de 0,3 bars à l'entrée de l'appareil). Allumer l'appareil 10min avant de l'utiliser, pour atteindre la température souhaitée.

- **Conservation des plaques** (maximum 2- 3 jours) **salle des tiques** : déposer les plaques dans une boîte hermétique avec du Silicagel, à l'abri de la lumière, à une T°C de **20 à 28°C**.

Etape 3 : Séparation des œufs (2 semaines ½ à 3 semaines après la ponte, quand les œufs vont presque éclore) : **sur un tapis antistatique/salle parasitologie**.

- Dans le flacon de 100ml : mettre les billes de verres de 3mm (jusqu'au niveau 40ml au moins), avec du talc (environ 30mg) et secouer le tout.
- Ajouter les paquets d'œufs et remuer tout doucement le flacon en le retournant (les gros amas peuvent être séparés doucement avec une spatule préalablement). Si besoin on peut rajouter du talc pour que les œufs ne se collent pas aux billes.
- Quand les œufs sont bien séparés, faire passer les œufs+ billes dans le tamis et récupérer les œufs dans une boîte de pétri en verre.
- A la fin de l'étape, on peut réutiliser les billes (les passer sous l'eau et les sécher).

Etape 4 : Distribution des œufs dans la plaque : **sur tapis antistatique /salle parasitologie**.

Rem : on a besoin au minimum de 4-5 femelles pleinement gorgées pour remplir une plaque.

- Remplir la curette à chalazion à ras bord d'œufs et les placer dans un puit (on doit obtenir une moyenne de 50 œufs par puit).
- Laisser les plaques non fermé 24h dans l'étuve à 90% humidité.



Etape 5 : Incubation des plaques : (pendant 3,4 semaines) / **salle parasitologie**

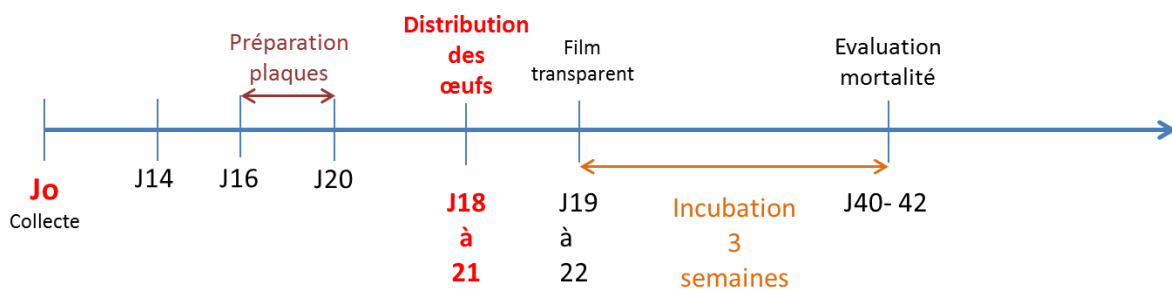
- Après 24h dans l'étuve, fermer les plaques à l'aide du film transparent (VIEWseal, Greiner bio-one), toujours sur le tapis antistatique. On sort les plaques une part une de l'étuve, pour les exposer les moins longtemps possible dehors, à l'air sec !
- Mettre les plaques dans **l'étuve à 80 - 90%** et **28+/- 2°C** (sol. Saturée KH₂PO₄)
- On laisse les plaques pendant 3 à 4 semaines (1 à 2 semaines pour avoir tous les œufs éclos et 2 semaines de contact des larves avec l'acaricide).
- On peut mettre comme témoin supplémentaire dans l'étuve un amas d'œufs placée dans un tube en verre (œufs étalés sur les parois), pour lequel on évaluera le taux de mortalité par une estimation visuelle.

Etape 6 : Evaluation de la mortalité : (40 à 42 jours après la collecte des tiques) : **salle d'analyse**.

- on observe la mortalité des larves à 2 semaines de vie (3 semaines (voir 4) après le dépôt des œufs)

- Comptage : env 30 minutes/ plaque.
- Stimulation des larves en passant son index sur le film au-dessus des puits.
- Observation au microscope : les larves qui se déplacent (ou ont une bonne apparence générale mais sont au bord d'un puit et ne bougent que très peu) sont considérées comme vivantes.
- *Rem: lorsqu'il y a une grande proportion de larves vivantes (ligne contrôle par ex), on compte alors les larves mortes et les œufs non éclos et on en déduit le nombre de vivantes.*
- On doit obtenir un taux de mortalité assez semblable pour les contrôles des 3 plaques répliquas provenant d'un même élevage. Chaque souche terrain doit avoir son propre contrôle. Si on obtient un taux de mortalité des contrôles >30%, on recommence par précaution (sauf si on a les même taux sur les 3 plaques).
- Le nombre de larves vivantes par puit est rapporté dans un tableau excel (voir tableau annexe). On en déduit la mortalité, corrigée par la formule d'Abbott. On extrapole ensuite la courbe dose-réponse et le LC50, puis le ratio de résistance ($RR = LC50 \text{ souche terrain} / LC50 \text{ souche sensible de référence}$). La dose discriminante ($DD = 2 * LC99 \text{ souche de ref sensible}$) peut être calculée pour voir la capacité de la DD à différencier les populations résistantes des sensibles.
- La population est définie comme **sensible pour un composé spécifique quand $RR \leq 4$; modérément résistance quand $4 < RR \leq 10$ et hautement résistante pour $RR > 10$.**

Planning :



Annexe 1 : Solutions saturées

Préparation de la solution saturée Na_2CO_3 (pour obtenir un taux d'humidité entre 70 et 80%)

- Faire chauffer de l'eau jusqu'à ébullition.
- Placer l'eau sur une plaque chauffante à 125°C et vitesse 4 et rajouter petit à petit la solution jusqu'à saturation du mélange.
- Pour un petit bac : mettre au moins **150g de Na_2CO_3** (étagère 2 : carbonate de sodium) dans **500ml d'eau** puis rajouter si besoin jusqu'à saturation de la solution.

Préparation de la solution saturée KH_2PO_4 (pour obtenir un taux d'humidité entre 85 et 95%)

- Faire chauffer de l'eau jusqu'à ébullition.
- Placer l'eau sur une plaque chauffante à 125°C et vitesse 4 et rajouter petit à petit la solution jusqu'à saturation du mélange.
- Pour le grand bac : mettre au moins **450g de KH_2PO_4** (dihydrogénophosphate de potassium) dans **1L d'eau** puis rajouter si besoin jusqu'à saturation de la solution.

Annexe 2 : Coating Solution – ethanol+huile

Préparation du mélange éthanol+ huile d'olive

20 µl de solution d'éthanol 100% + huile olive (400 :1) dans chaque puit

Plaques	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ethanol (ml)	2.1	4.2	6.3	8.4	10.5	12.6	14.7	16.8	18.9	21
Huile (µl)	5.25	10.5	15.75	21	26.25	31.5	36.75	42	47.75	52.5

Plaques	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ethanol (ml)	23.1	25.2	27.3	29.4	31.5	33.6	35.7	37.8	39.9	42
Huile (µl)	57.75	63	68.25	73.5	78.75	84	89.25	94.5	99.75	105

Annexe 3: Concentration des acaricides

- Les molécules d'acaricides testées sont :
Fluméthrine / Deltamethrine / Amitraz / Phoxime / Coumaphos
- Les acaricides sont dilués dans du DMSO pour obtenir une **solution mère de 10,000ppm (=10mg/ml)**, que l'on peut garder environ 1an, dans une enceinte climatisée.
- On fait des doubles dilutions pour obtenir 12 concentrations.
 - **Flumethrine** : 6,25 à 0,003 mg/m² = **0,0354 mg/ml** à 0,017*10⁻³ mg/ml
 - **Deltamethrine et Phoxim** : 566 à 0,28 ppm= **0,566 mg/ml** à 0,28*10⁻³ mg/ml = 100 à 0,05mg/m².
 - **Amitraz** : 100 à 0,05 mg/m² (lovis 2011) ou 200 à 0,1 mg/m²= **1,132 mg/mL** à 0,566*10⁻³ mg/ml (Lovis 2013) ou 800 à 0,4 mg/m² (lovis 2013b)
 - **Coumaphos** : 800 à 0,4 mg/m² (=4448 à 2,224 ppm= **4,5 mg/ml** à 2,3*10⁻³mg/ml)
- Préparation de 15 plaques (soit 5 élevages) : il nous faut 75 µl de chaque solution/ on prépare 80 µl de chaque concentration pour les pertes de pipetages.
 - Les 12 concentrations sont préparées dans une plaque 96 puits à fond rond dans laquelle on prélèvera les 5 µl pour chaque plaque.
 - On prépare **160 µl de la concentration C1** (80 µl pour la C1 et 80 µl pour les dilutions suivantes) à partir de la solution mère (SM).

	Deltamethrine	Phoxime	Flumethrine	Amitraz	Coumaphos
Plaques	15	15	15	15	15
C1	9,056 µl SM+ 150,944 µl DMSO(=160 µl)	9,056 µl SM+ 150,944 µl DMSO	0,56 µl SM+ 159,44 µl DMSO	18,1 µl SM+ 141,9 µl DMSO	72,45 µl SM+ 87,55 µl DMSO

- Puis on prélève **80 µl de la C1** que l'on dépose dans le puits suivant, auquel on rajoute **80 µl de DMSO pour obtenir la C2** (de même jusqu'à la concentration 12).
- 5 µl de chaque solution est déposé dans le puit adéquate de chaque plaque testée.

Annexe 4 : Fonctionnement du concentrateur d'échantillons et compresseur

Le concentrateur d'échantillon :

- Il doit avoir une pression en entrée de 0.3bar environ.
- Hauteur du support tenant les aiguilles : entre 6.8 et 6.9 cm

Le compresseur d'air :

- Il est réglé avec une pression de sortie de 0.5 à 1 bar.
- La pression dans l'appareil s'autorégule entre 6 et 8 bars.
- Il peut fonctionner en continu pendant 1h30 puis doit être mis impérativement au repos pendant au minimum 30minutes, 1h si possible.
- Entretien : à définir

L'évaporation d'une plaque se fait pendant 1h30, à 54°C.

Annexe VIII : Résultats complémentaires : tableaux descriptifs, tableaux des croisements statistiques, cartes, courbes dose-réponse

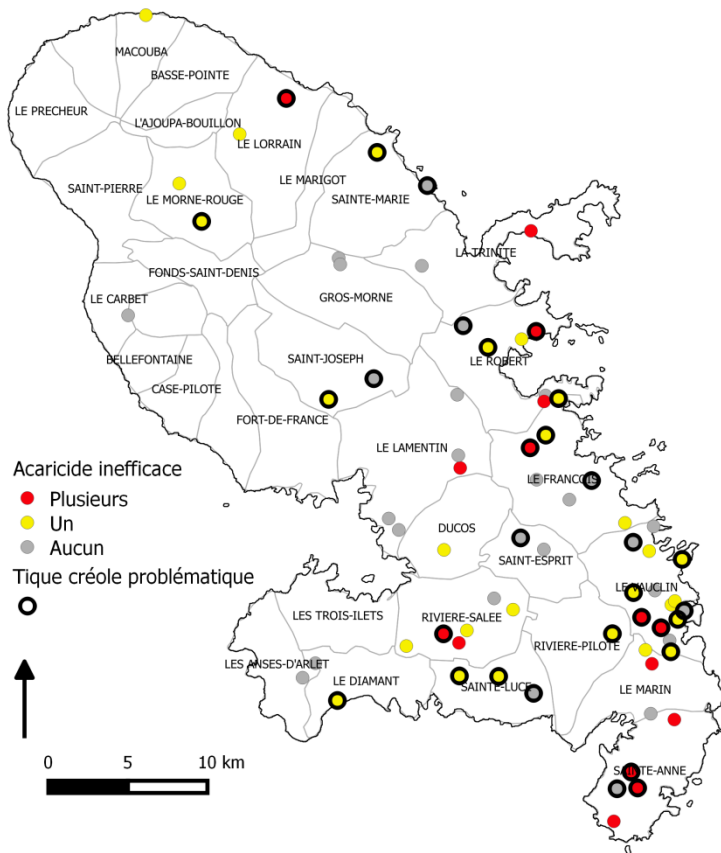


Figure 21: Niveau d'infestation de la tique créole élevé (à dire d'éleveur) et inefficacité rapportée des acaricides

Tableau 11: Description des variables quantitatives

	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Minimum	Maximum
Taille de troupeau	-	20 _a	-	2	150
Surface totale des pâtures (ha)	-	8 _a	-	2	95
Chargement (UGB/ ha SFP)	2.6 _b	-	1.4	-	-

a : variable ne suivant pas une loi de distribution normale

b : variable suivant une loi de distribution normale

Tableaux de croisement statistique, tests de χ^2 et de Fisher

Détiquage systématique	Animaux croisés Charolais	
	Oui	Non
Oui	16	4
Non	11	12

Facteur climatique Pop tiques	Variation saisonnière de la fréquence de détiquage	
	oui	non
Oui	38	21
Non	3	6

Alternance des produits	Détiquage en présence de tiques	
	oui	non
Oui	39	6
Non	17	10

Fréquence de traitement	Détiquage en présence de tiques	
	oui	non
7j	0	2
15j	21	6
22j	5	6
30j	15	2
> 30j	7	0

Utilisation actuelle		Alternance des produits	
		oui	non
Bayticol	Oui	27	6
	Non	18	21
Sébacil	Oui	26	5
	Non	19	22

Tactic® inefficace (amitraz)	Abandon du Tactic® (amitraz)	
	oui	non
Oui	4	8
Non	0	58

NB : parmi les éleveurs utilisant ou ayant utilisé le Tactic®

Utilisation actuelle Butox	Inefficacité Butox	
	oui	non
Oui	23	1
Non	15	5

Résultat LTT Fluméthrine	Résultats LTT Deltaméthrine	
	HR	S
HR	11	0
S	0	2

Phénotype dominant du croisement	Cas de suspicion Piroplasmose	
	Oui	Non
Brahman	4	15
Européen	14	34

Cas de dermatophilose	Détiquage planifié		Saisonnalité de la fréquence de traitement	
	oui	non	oui	non
Oui	10	2	3	9
Non	28	33	21	38

Courbes dose-réponse :

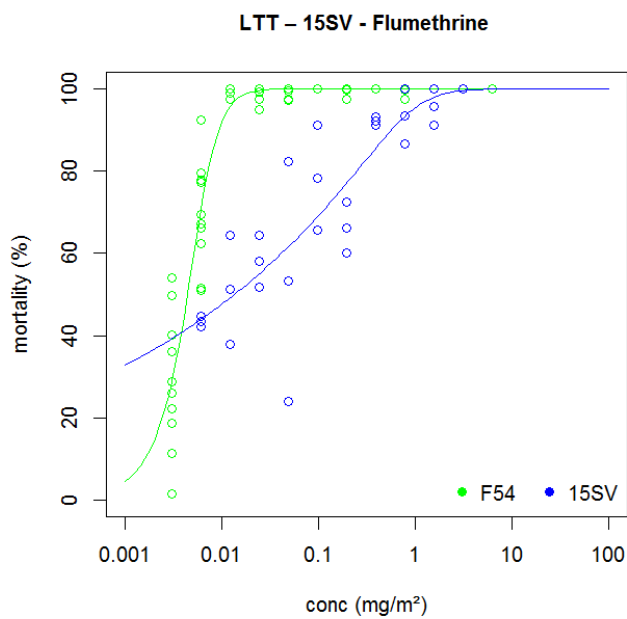
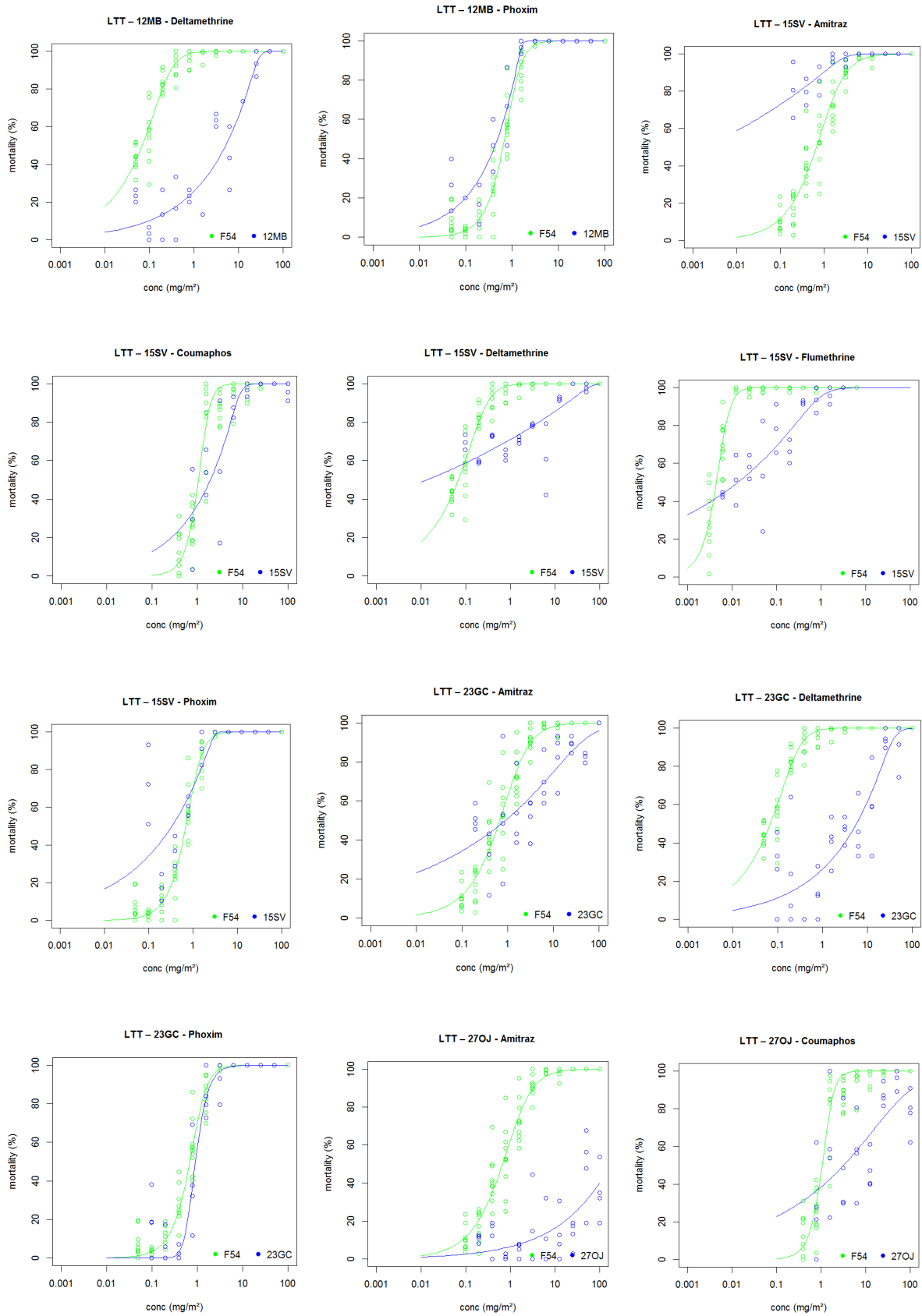
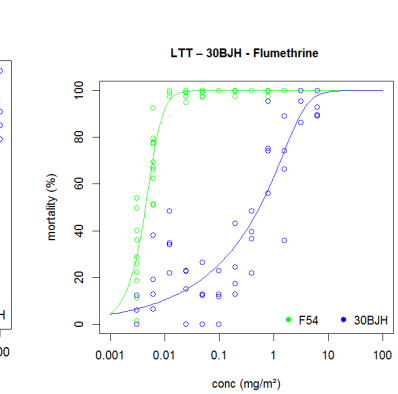
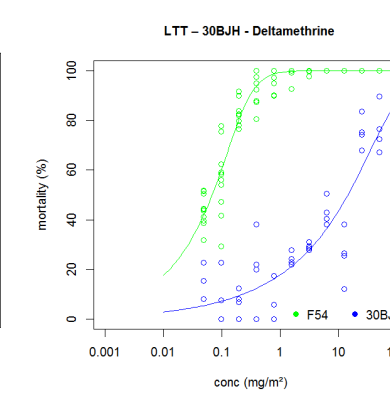
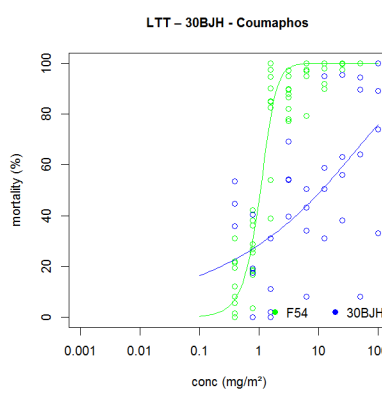
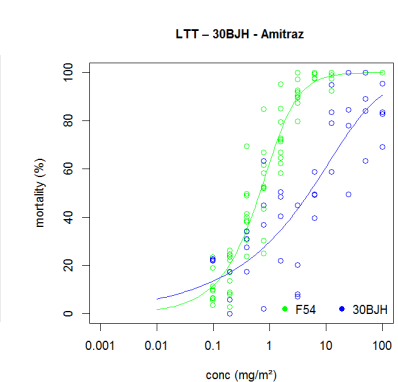
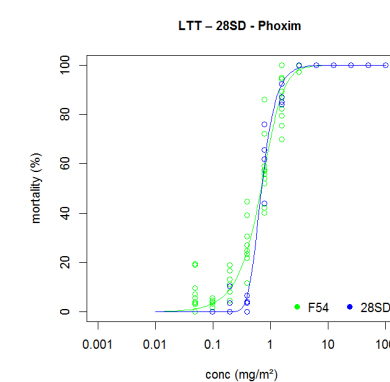
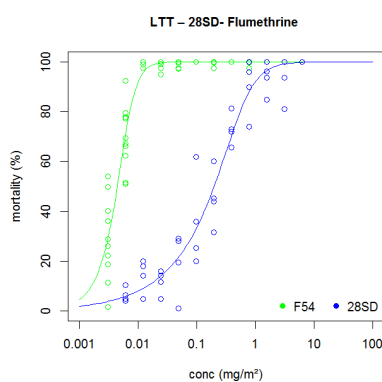
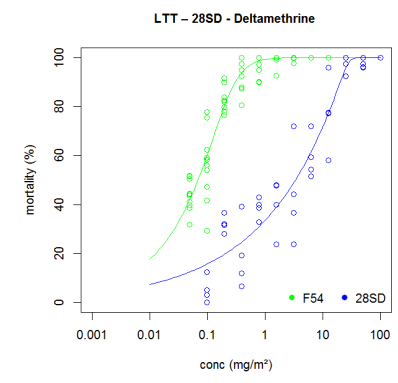
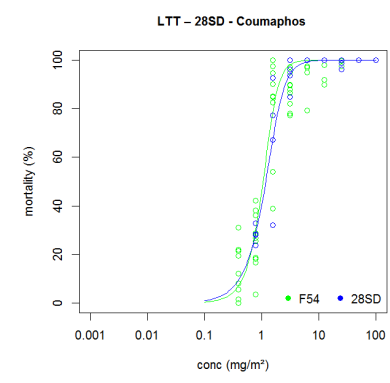
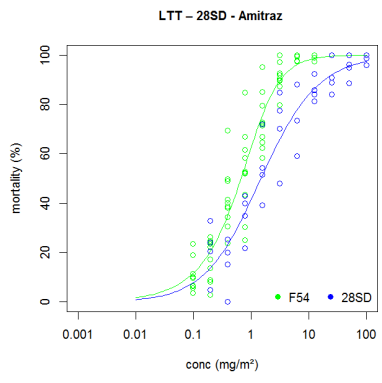
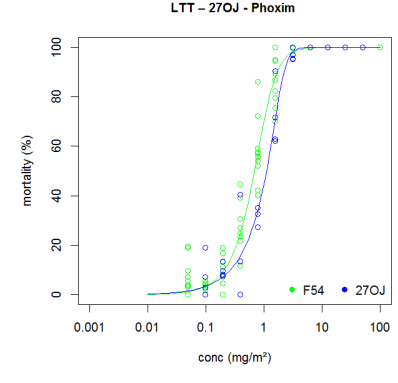
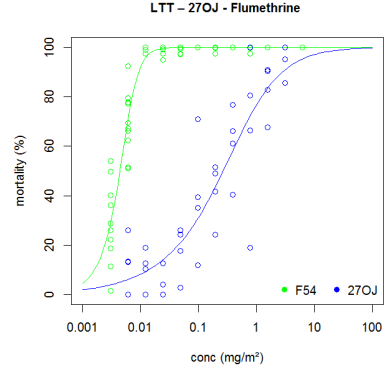
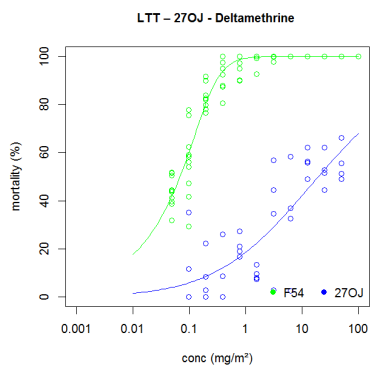
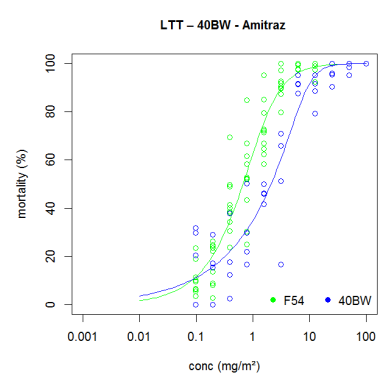
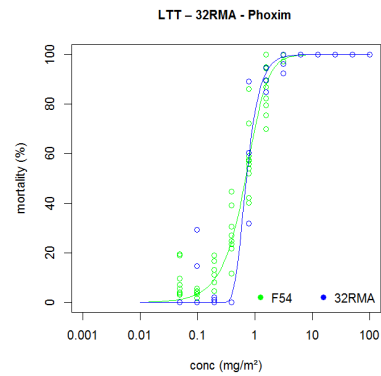
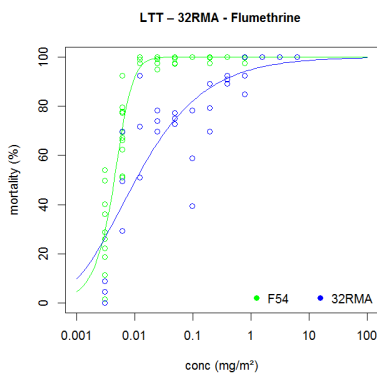
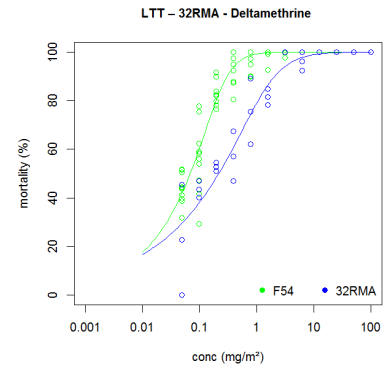
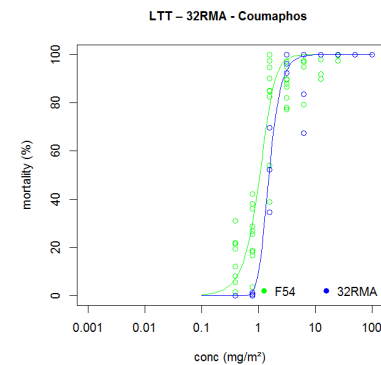
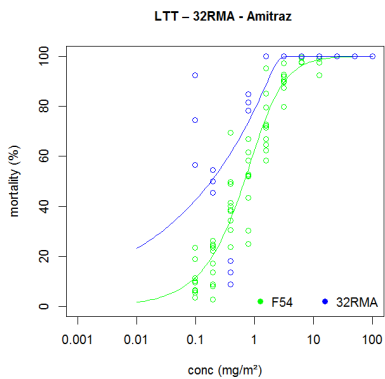
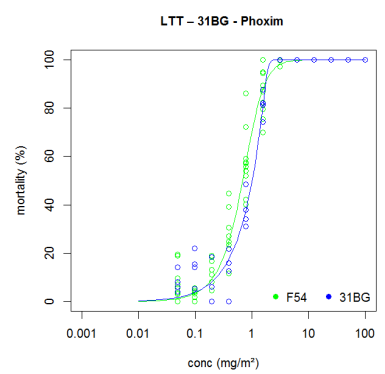
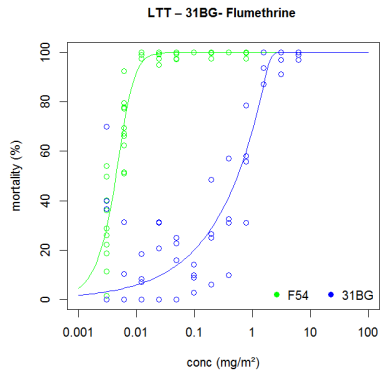
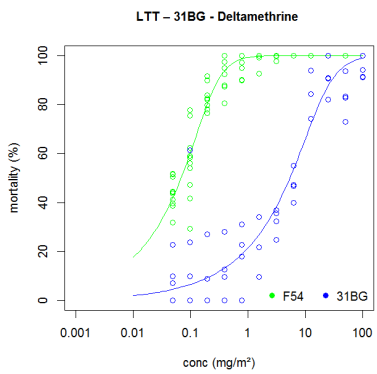
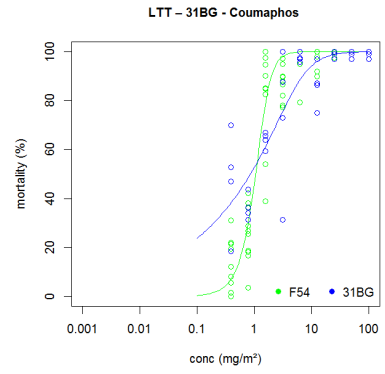
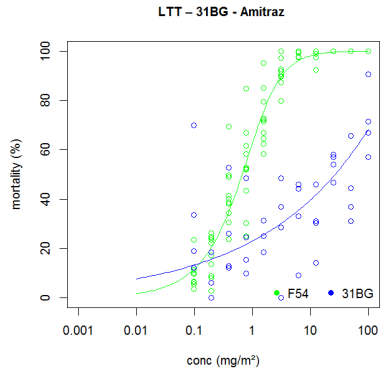
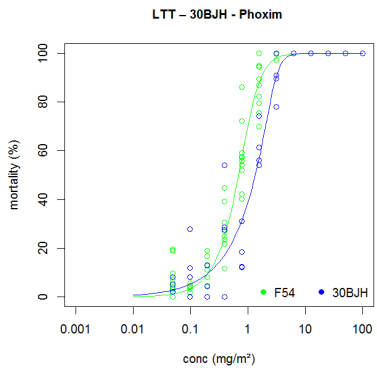
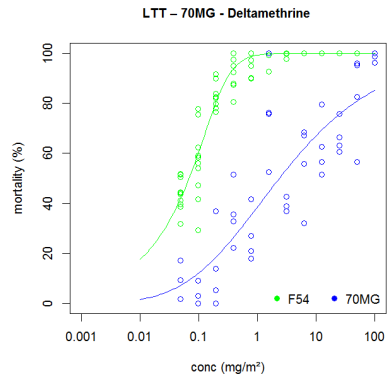
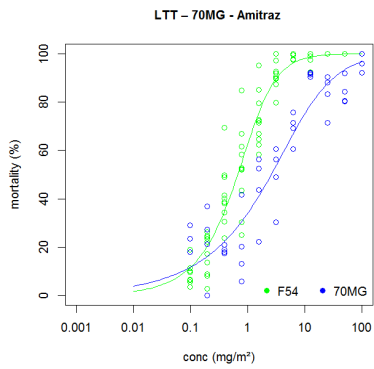
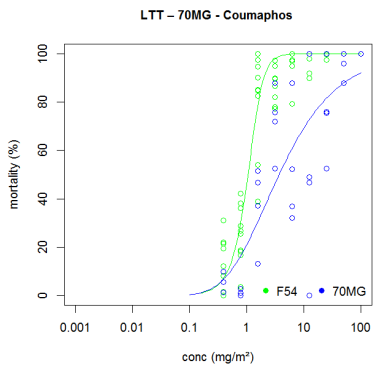
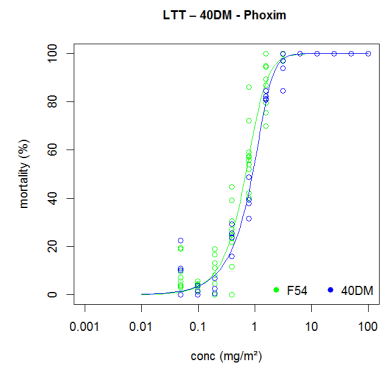
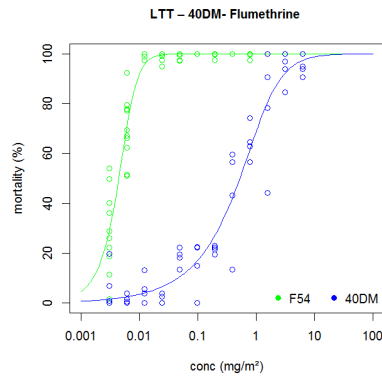
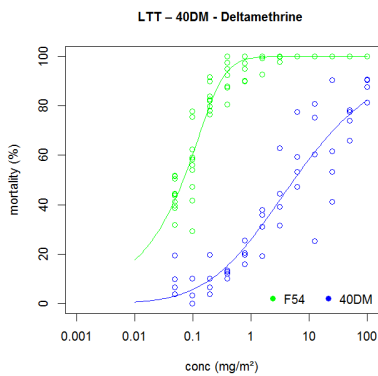
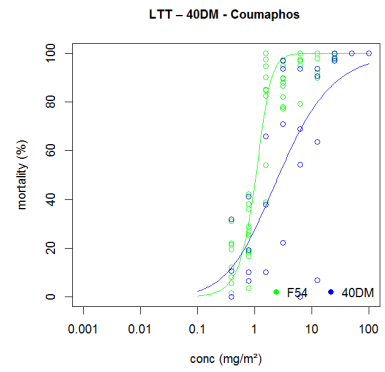
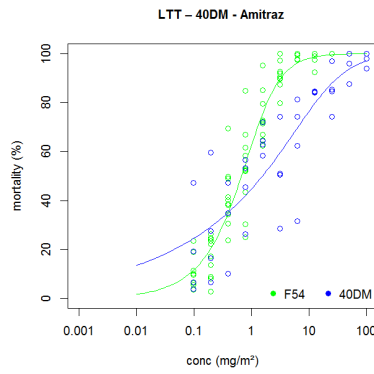
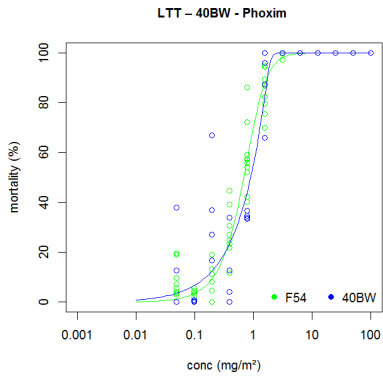
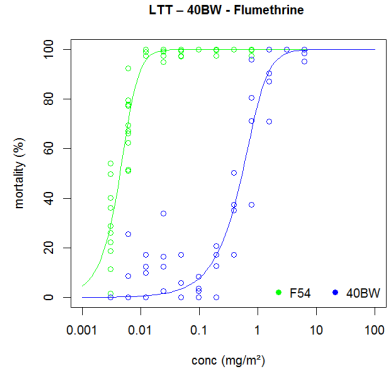
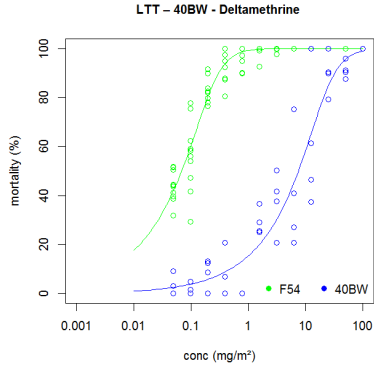
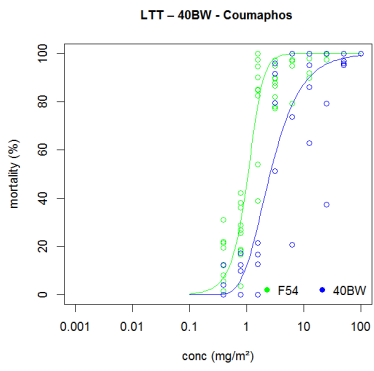


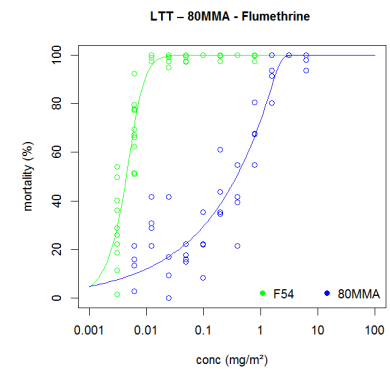
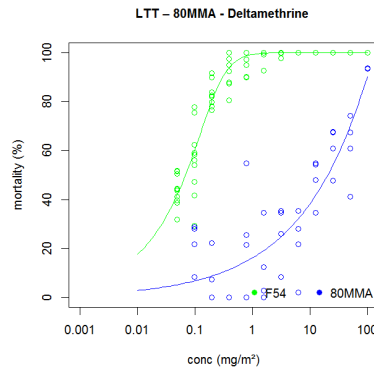
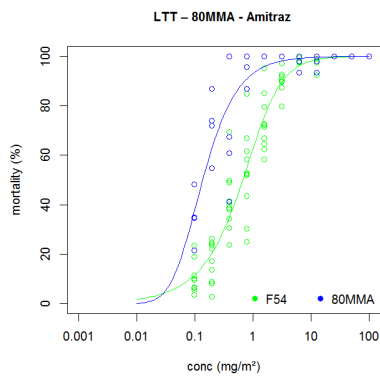
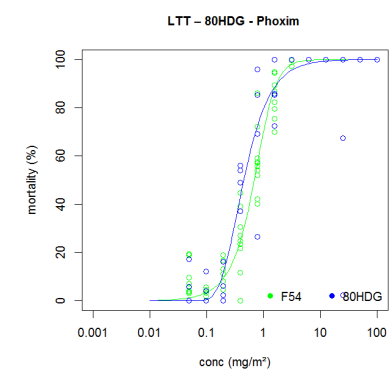
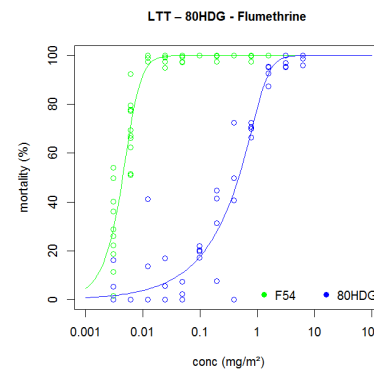
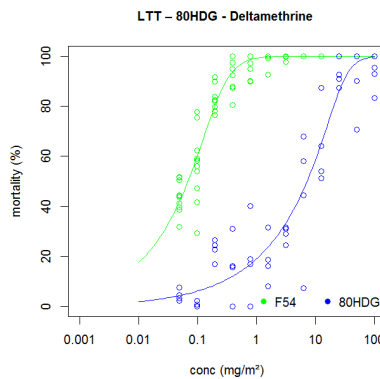
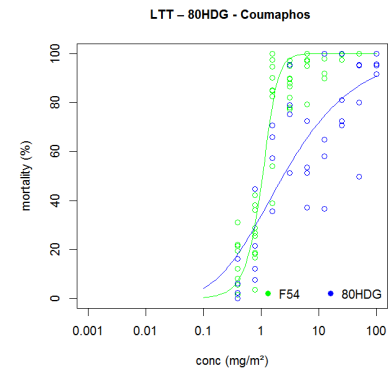
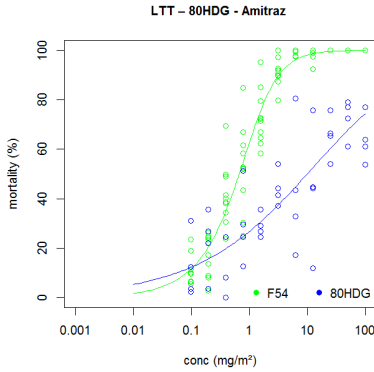
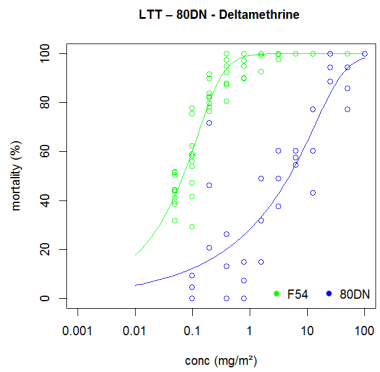
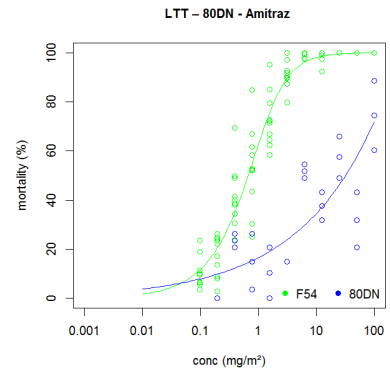
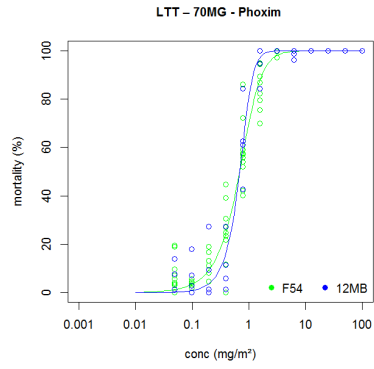
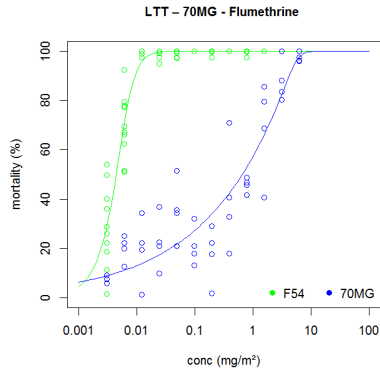
Figure 22 : Profil d'émergence de résistance

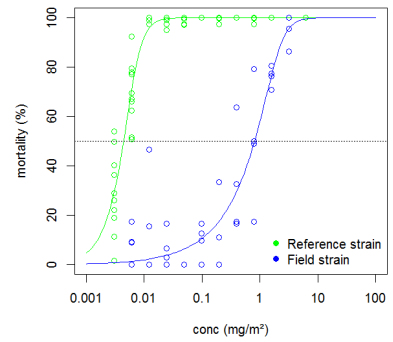
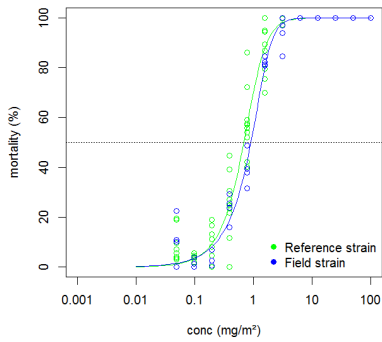
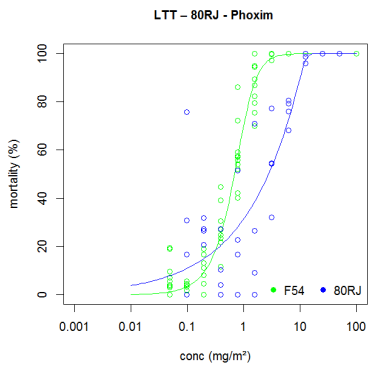
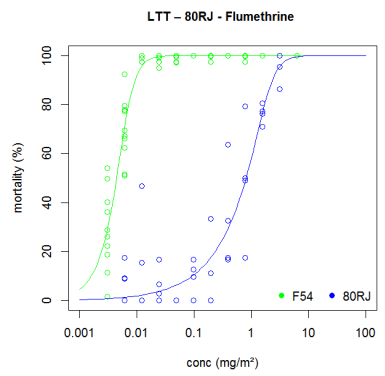
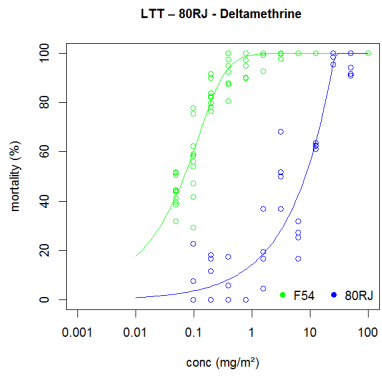
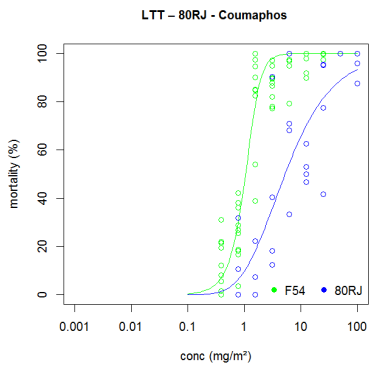
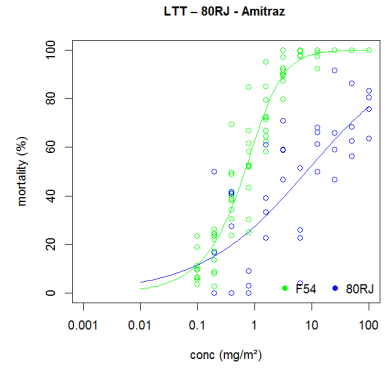
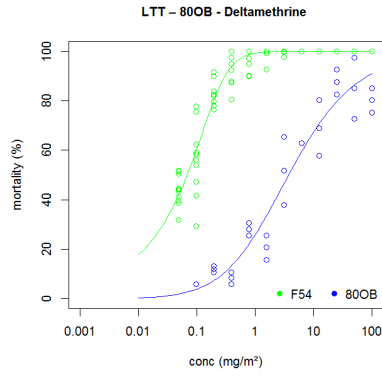
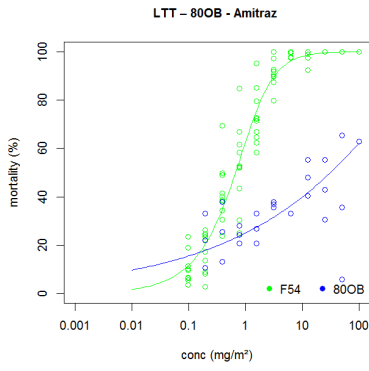












Annexe IX : Protocole de suivi

Etude terrain - Observation des méthodes de détiqage en Martinique : Information sur les problèmes d'efficacité des traitements acaricides

I – INTRODUCTION

Contexte : La tique créole (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) est cosmopolite dans les Petites Antilles et entraîne de lourdes pertes économiques dans l'élevage des bovins en Martinique. Le contrôle du niveau d'infestation par les tiques repose essentiellement sur la lutte par des méthodes chimiques. Depuis quelques années, plusieurs éleveurs se plaignent de l'inefficacité plus ou moins prononcée de certaines familles d'acaricides.

Cette étude terrain se fera dans le cadre de l'étude plus générale de « Caractérisation et évaluation du niveau de résistance de la tique créole, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aux acaricides en Martinique avec un nouveau test *in vitro* (Larval Tarsal Test) et mise en relation avec les pratiques de lutte contre les tiques chez les bovins ».

Objectif général : Observer et évaluer les méthodes de détiqage utilisées dans les élevages de bovins.

Objectifs spécifiques :

- Comparer les résultats de résistance *in vitro* du test LTT (Larval Tarsal Test) et les données de terrain *in vivo* indiquant à quel moment les tiques créoles réapparaissent après traitement acaricides.
- Evaluer par des observations terrains strictes ce que l'éleveur rapporte comme mauvais fonctionnement des acaricides.
- Observer les méthodes de détiqage utilisées par les éleveurs et les accompagner dans leur pratique et leur suivi de l'infestation par les tiques.

Les acaricides ciblés en particulier sont ceux les plus fréquemment utilisés en Martinique : le Bayticol® (fluméthrine, famille des pyréthriinoïdes de synthèse), le Tactic® (amitraz, famille des formamidines) ; ainsi que le Sebacil® (phoxim, famille des organophosphorés) et le Butox® (deltaméthrine, familles des pyréthriinoïdes de synthèse).

Principe : L'observation des pratiques de détiqage et la confirmation ou non de l'inefficacité de l'acaricide se fera par une estimation qualitative de la présence de tiques sur les bovins, à différents intervalles de temps après l'application du traitement.

Utilisation, adaptation et diffusion du protocole : les protocoles seront diffusés pour pouvoir être adaptés et utilisés dans d'autres contextes / pays / situations.

II- PROTOCOLE

1/ Unité statistique : troupeau de bovins et population de tiques associée au troupeau

2/ Taille de l'échantillon : 5 élevages environ

3/ Critère d'inclusion des troupeaux dans l'étude

- ✓ **Choix des élevages** : le suivi se fera dans des élevages volontaires parmi ceux participant à l'étude de résistance (LTT). Nous choisirons des élevages dans lesquels l'éleveur rapporte des problèmes d'efficacité de traitement avec au moins une molécule. C'est ce produit acaricide qui sera appliqué et évalué durant le suivi. L'élevage devra remplir les conditions suivantes pour pouvoir être inclus dans l'étude :
- ✓ **Espèce de tique présente**: Présence confirmée de tiques créoles (par le GDS) et de préférence avec absence de tique sénégalaise
- ✓ **Identification des animaux** : l'éleveur doit identifier correctement ses animaux
- ✓ **Taille et race des troupeaux** : troupeau d'au moins 10 bovins/ bovins allaitants
- ✓ **Structures & main d'œuvre disponible** : Les élevages doivent posséder une structure adaptée pour l'observation des tiques :
 - Possibilité de contention des animaux (présence d'un parc de contention, couloir fixe ou accessibilité pour permettre l'acheminement du couloir de contention mobile du GDS).
 - Main d'œuvre disponible sur l'élevage lors des visites (techniciens, famille, employés) pour faciliter la contention des animaux.

3/ Une fiche de commémoratifs est remplie pour chaque troupeau (Cf **Enquête élevage** de l'étude de résistance).

4/ protocole détaillé

Les éleveurs candidats pour l'étude testent l'acaricide qu'ils utilisent en routine et qui ne fonctionne pas correctement (au dire de l'éleveur).

Si l'éleveur rapporte des problèmes d'efficacité de plusieurs molécules on pourra tester une autre molécule dans le même élevage en répétant le protocole ci-dessous. On utilisera en priorité l'acaricide pour lequel l'éleveur rapporte des problèmes depuis plus longtemps.

L'étude se fait en 2 étapes dans chaque troupeau :

- **Etape 1 : Visite V0 le jour du détiage**

Lorsque l'éleveur constate la présence de tiques créoles sur ses animaux et souhaite faire un détiage, il prévient le GDS qui viendra faire une visite de l'élevage le jour de l'application du traitement (V0). Le GDS fournira l'acaricide à tester.

Lors de cette visite, une observation des animaux et des tiques est faite avant l'application de l'acaricide (cf 5. Pour le détail de l'observation). Une plaquette d'identification des tiques sera fourni à l'éleveur si besoin. L'éleveur sera ensuite invité à effectuer le détiage tel qu'il le réalise habituellement, avec l'acaricide qu'il utilise en routine, sur les premiers animaux prêts à être traités (deux ou trois).

Si cela ne correspond pas aux recommandations faites par les fabricants et aux bonnes pratiques d'application de l'acaricide (cf évaluation dans la fiche de suivi V0), on rediscutera avec l'éleveur des bonnes pratiques d'utilisation du produit et on appliquera correctement le traitement avec lui, pour la suite de l'évaluation.

S'il n'est pas possible de re-traiter correctement les animaux ayant été traités en premier par l'éleveur, ils seront écartés du suivi.

- Etape 2 : Suivi de la réapparition des tiques post traitement

Suite au détiquage réalisé lors de la visite V0, l'éleveur devra rappeler le GDS dès qu'il notera la réapparition de tiques créoles sur ses animaux. Le GDS/stagiaire devra alors se déplacer au plus tard le lendemain de l'appel afin de réaliser la visite V1, pour évaluer la présence de tiques, et les différents stades présents (cf 5. Pour le détail de l'observation effectuée).

Si l'éleveur n'a pas appelé avant J7-post traitement, le GDS/stagiaire planifiera automatiquement la visite V1 au bout d'une semaine afin de faire un suivi des animaux.

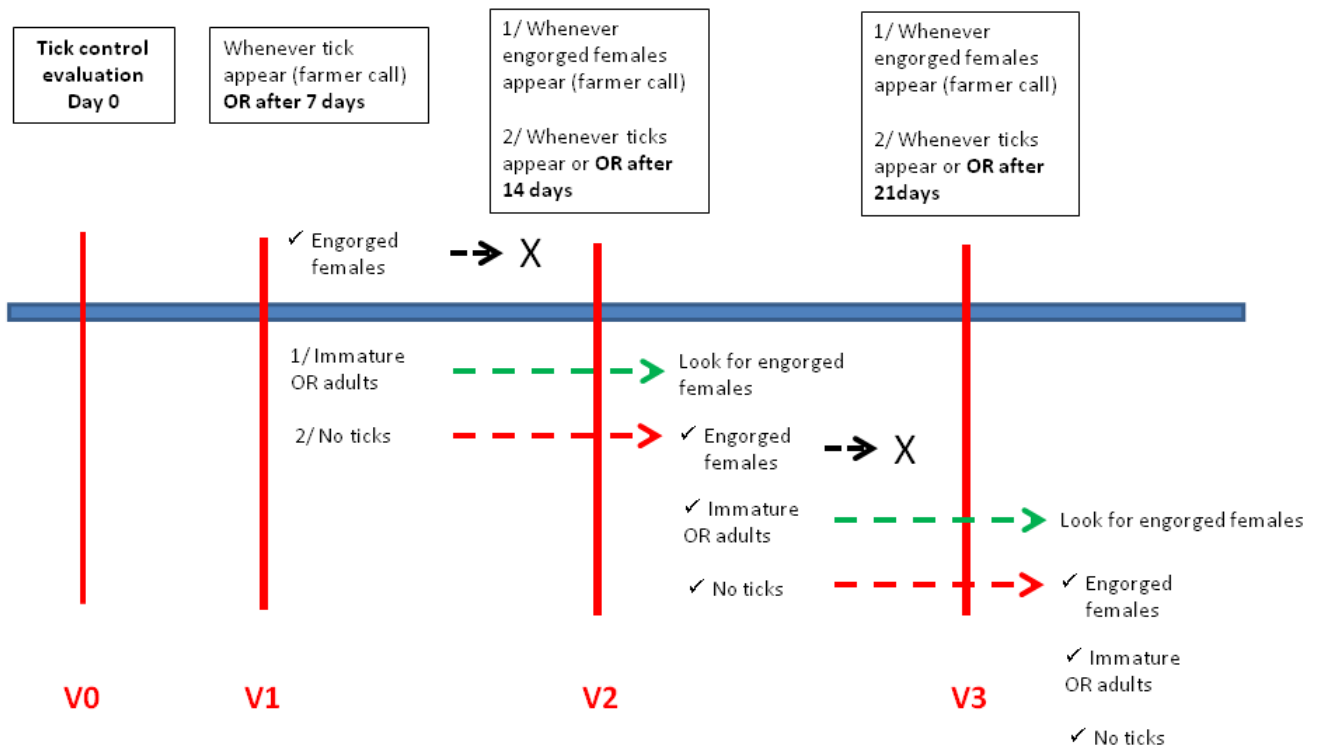
Une deuxième visite (V2) sera ensuite planifiée afin d'observer les tiques au stade femelles gorgées si des tiques immatures ou adultes ont été vu à V1, ou lorsque l'éleveur notera l'apparition de tiques si cela n'a pas été le cas lors de V1.

Si l'éleveur n'appelle toujours pas au bout de 14 jours, la visite V2 sera faite automatiquement à J14 post-traitement.

Si des tiques immatures ou adultes sont vues à V2, une dernière visite (V3), sera prévue afin d'observer le stade tiques gorgées sur les animaux. Si aucune tique n'est vue à V2, une dernière visite (V3) pourra être planifiée lorsque l'éleveur notera de nouveau la présence de tiques ou à J21+rémanence de la molécule.

Lorsque la présence de tiques adultes gorgées a été mise en évidence, l'observation est arrêtée et l'éleveur peut détiquer quand il le souhaite.

Rem : Si l'éleveur ne souhaite pas laisser tout le troupeau sans traitement jusqu'à l'apparition de femelles gorgées, on pourra lui demander de laisser au moins certains animaux suivis sans traitement afin de faire la dernière visite.



5/ Evaluation de la présence de tiques sur les animaux lors des visites V0- V1 – V2 –(V3 si besoin)(Cf **Fiche de suivi**)

- A V0 : seule une évaluation globale sur l'ensemble du troupeau sera faite pour confirmer la présence de tiques ainsi que les stades présents. Cela sera suivi d'une évaluation des méthodes de détiqage.
- V1 – V2 – V3 :
 - Une évaluation globale de l'infestation du troupeau sera faite puis une évaluation plus précise sur 10 animaux choisis parmi ceux étant le plus susceptible d'avoir des tiques à V1. Si la contention est difficile on pourra suivre uniquement 5 animaux.
 - Pour les animaux sélectionnés, l'évaluation se fera sur un seul côté de l'animal: on notera le niveau global estimé de l'infestation de l'animal (échelle de 0 à 3), la localisation des tiques (tout stade confondu), et les stades rencontrés (immature, femelle en gorgement, femelle gorgée).

Note :

- **Entretien du couloir mobile/balance mobile** : prévoir après chaque visite un nettoyage/désinfection du couloir pour éliminer les résidus d'acaricides, tiques ou autres pathogènes et éviter les contaminations croisées des différents troupeaux.
- **Aucun animal du troupeau** ne doit être mis en contact avec des animaux provenant d'autres troupeaux durant tout le suivi.

III- ANALYSE DES DONNEES ET INTERPRETATION DES RESULTATS

- Toutes les données des **Fiches Enquête élevage** et **Fiche de suivi** seront entrées dans une base de données (via Kobocollect pour la fiche d'enquête d'élevage).
- Les données seront analysées par le GDS et le CIRAD (stagiaire).

- **Résultats attendus :**

L'étude permettra de mettre en évidence uniquement des problèmes d'inefficacité du traitement, car si l'on ne trouve pas de tiques, on ne pourra pas conclure directement sur l'efficacité du traitement. En effet, il n'y a pas de groupes témoins dans cette étude, ce qui permettrait de comparer la situation avec une situation sans traitement. De plus il est possible que certains stades aient été présents sur les animaux lors des visites effectuées, mais non observés par l'examineur.

Selon l'acaricide utilisé et les stades de tiques rencontrées lors des différentes visites, une interprétation des observations sera faite.

En se basant sur la durée du cycle de la tique créole, l'observation de la présence de tique adulte gorgée à J7 indique donc que les tiques au stade adulte non gorgé ou nymphes à J0 n'ont pas été tuées par l'acaricide / la présence de tique adulte gorgée à J14 indique que les tiques au stade nymphe à J0 n'ont pas été tuées par l'acaricide et la présence de tique adulte gorgées à J21 indique donc que les tique au stade larve à J0 n'ont pas été tuées par l'acaricide.

Remarque : Le test ne donne aucune information sur la capacité de l'acaricide à altérer la fertilité et la fécondité des tiques.

IV - EVALUATION DES BESOINS POUR LA REALISATION DU PROTOCOLE

Planning

Suivi pendant au moins 1 semaine après V0

Matériels

- Pulvérisateur à pression si besoin (éleveur)
- Couloir et balance mobiles : prêtées par le GDSM si besoin + parc à contention de l'éleveur
- Protection : gants caoutchouc, masques, (tablier)
- Marqueurs ou sprays pour identifier les 10 animaux suivis
- Fiches papiers de suivi
- Acaricides : Tactic®, Bayticol® (voir Sebacil® ou Butox®) fournis par le GDS.

Troupeau (nom de l'éleveur):

Taille du troupeau :

Fiche Suivi VO

VO – Date :

Evaluation globale du troupeau :

% estimé d'animaux ayant des tiques créoles

Stades rencontrés (immatures/adultes/femelles gorgées) :

Préciser si besoin le niveau d'infestation global :

VO : Observation des méthodes de détiquage par l'éleveur

Molécule utilisée :

Dosage :

Correspondant aux recommandations : Oui Non

Quantité moyenne de solution utilisée par animal :

Ou/et quantité totale de solution préparée pour le troupeau à VO :

Application homogène sur l'animal: Oui Non – Préciser :

(tout le corps+ toute la surface du poil avec peau)

Matériel de pulvérisation : manuel (volume :) thermique

Conclusion - Application correcte du traitement par l'éleveur : Oui Non

Si mauvaise application du traitement

Préciser si besoin les animaux à écarter de l'étude :

N° identification :

Préciser si certains animaux n'ont pas été traités à VO (à écarter pour la suite de l'étude):

N° identification :

Cause :

Troupeau (nom de l'éleveur):

Fiche Suivi V1/V2/V3

V1/V2/V3 – Date :



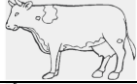







Information complémentaire : Pluie survenue les deux jours suivant V0 ? Oui Non

Changement de pâture depuis le détiquage ? Oui Non – Si oui quand :

Evaluation globale du troupeau :

% estimé d'animaux ayant des tiques créoles

Suivi des 10 animaux sélectionnés :

	Numéro identification	Localisation	Niveau d'infestation Femelles gorgées (0à 3) *	Stades rencontrés (Im/FEG/FG)**	Commentaire
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

* : estimation du nombre de tiques GORGEES visibles sur l'ensemble du ½ côté : 0= aucune tique, 1=infestation faible (<5 tiques /animal) – 2= inf. moyenne (entre 5 et 10 tiques), 3 = inf. importante (>10 tiques) ** : Im= immature/ FEG= femelles en gorgement / FG=Femelles gorgées