



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

## **Résistance de la Tique Invasive *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* à la Nouvelle Gamme d'Acaricides Distribués en Côte d'Ivoire**

***Boka Ohoukou Marcel***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Biguezoton Abel***

Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide(CIRDES), Burkina Faso

***Achi Yaba Louise***

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire  
Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Kande Souleymane***

***Koffi Serge Landry***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Akoto Rita Prisca***

Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Yapi Yapi Grégoire***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p284](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p284)

Submitted: 12 January 2023

Accepted: 27 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

*Cite As:*

Boka O.M., Biguezoton A., Achi Y.L., Kande S., Koffi S.L., Akoto R.P & Yapi Y.G. (2023). *Résistance de la Tique Invasive Rhipicephalus (Boophilus) microplus à la Nouvelle Gamme d'Acaricides Distribués en Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 284.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p284>

### **Résumé**

La tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) est un ectoparasite qui cause des dégâts importants dans les élevages de bovins en Côte d'Ivoire. Ce travail avait pour objectifs (i) de répertorier les acaricides

distribués en Côte d'Ivoire pour le détiqage des bovins et (ii) d'évaluer le niveau de résistance-sensibilité de la tique *R. (B.) microplus* à la nouvelle gamme d'acaricides dans les élevages péri-urbains de bovins au sud de la Côte d'Ivoire, précisément dans la zone d'Azaguié où *R. (B.) microplus* a été découverte pour la première fois en Afrique de l'Ouest. La méthode de référence LPT (Larval Packet Test) standardisée par la FAO a été utilisée pour l'évaluation du niveau de résistance de cette tique invasive aux acaricides. Il ressort de l'étude que sept molécules acaricides sont officiellement commercialisés en Côte d'Ivoire pour le contrôle des tiques chez les bovins (Alphacyperméthrine, Cyperméthrine, Amitraz, Fluméthrine, Deltaméthrine, Fipronil et le Chlorpyrifos) sous divers noms commerciaux. Face aux échecs thérapeutiques récurrents et aux plaintes des éleveurs, la nouvelle gamme d'acaricides proposée pour le détiqage des bovins est essentiellement constituée de produits à base de fipronil, de fluméthrine, de deltaméthrine ou de cyperméthrine associée au chlorpyrifos. Les résultats du LPT ont montré une variation de la résistance des populations de tiques *R. (B.) microplus* vis-à-vis d'un acaricide à l'autre. Les tiques ont présenté une résistance à la deltaméthrine et à la fluméthrine, mais un niveau de sensibilité acceptable ( $RR_{50} < 4$ ) à l'association cyperméthrine-chlorpyrifos-butoxide de pipéronyl-citronnelle.

---

**Mots-clés:** Larval Packet Test (LPT), *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, acaricide, résistance, Côte d'Ivoire

---

## **Resistance of the Invasive Tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* to the New range of Acaricides Marketed in Côte d'Ivoire**

***Boka Ohoukou Marcel***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et  
Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Biguezoton Abel***

Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone  
Subhumide(CIRDES), Burkina Faso

***Achi Yaba Louise***

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire  
Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Kande Souleymane***

***Koffi Serge Landry***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et  
Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

***Akoto Rita Prisca***

Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA),  
Côte d'Ivoire

***Yapi Yapi Grégoire***

Université Alassane Ouattara (UAO), Centre d'Entomologie Médicale et  
Vétérinaire (CEMV), Côte d'Ivoire

---

### **Abstract**

The tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) is an ectoparasite that causes significant damage in cattle farms in Côte d'Ivoire. The objectives of this work were (i) to inventory the acaricides marketed in Côte d'Ivoire for tick control in cattle and (ii) to estimate the level of resistance-sensitivity of *R. (B.) microplus* to the new range of acaricides in peri-urban cattle farms in southern Côte d'Ivoire, precisely in the Azaguié area where *R. (B.) microplus* was first discovered in West Africa. The reference method LPT (Larval Packet Test) standardized by the FAO was used to estimate the level of resistance of this invasive tick to acaricides. It appears from the study that seven acaricidal molecules are officially marketed in Côte d'Ivoire for the control of ticks in cattle (Alphacypermethrin, Cypermethrin, Amitraz, Flumethrin, Deltamethrin, Fipronil and Chlorpyrifos) under various trade names. Faced with recurrent treatment failures and farmers' complaints, the new range of acaricides proposed for tick control in cattle

mainly consists of products based on fipronil, flumethrin, deltamethrin or cypermethrin combined with chlorpyrifos. The LPT results showed a variation of the resistance of *R. (B.) microplus* tick populations to one acaricide to another. The study showed a resistance of *R. (B.) microplus* tick populations to deltamethrin and flumethrin, but an acceptable level of *R. (B.) microplus* ticks susceptibility ( $RR_{50} < 4$ ) to the association of acaricides (cypermethrin-chlorpyrifos-piperonyl butoxid-citronella).

---

**Keywords:** Larval Packet Test (LPT), *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, acaricide, resistance, Côte d'Ivoire

## Introduction

L'élevage des bovins en Afrique subsaharienne est confronté à plusieurs contraintes qui limitent son rendement et freinent son développement. Au nombre de ces dernières, les tiques et les maladies à tiques sont particulièrement redoutables. Depuis des décennies, la lutte contre les tiques entreprise par les éleveurs dans les cheptels bovins et ovins en Afrique de l'Ouest avait pour but principal de limiter les dégâts causés par *Amblyomma variegatum* (Farougou et al., 2007). Cependant, depuis le début des années 2000, l'émergence de la tique exotique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) dans les troupeaux bovins constitue une menace très sérieuse pour les éleveurs en Côte d'Ivoire. Il s'agit en effet de l'espèce de tique associée aux plus fortes pertes économiques au monde (Frisch, 1999). Elle est beaucoup plus fréquente chez les bovins et est responsable de la babésiose bovine à *Babesia bovis*, l'espèce de babésie la plus meurtrière chez le bovin.

La résistance aux acaricides est un problème central pour le contrôle de la tique du bétail *R. (B.) microplus* (Cossío-Bayúgar et al., 2020). Cette tique est reconnue pour sa résistance à la plupart des acaricides. De ce fait, il résulte une utilisation accrue et anarchique desdits acaricides par les éleveurs afin de protéger leurs animaux contre les fortes morbidités, les mortalités et les pertes de productions (lait, viande, peau et cuir). Après son introduction dans les années 2002-2004 au sud de la Côte d'Ivoire, l'aire de distribution de cette tique exotique s'est étendue à l'ensemble du territoire national (Boka et al., 2017). Ses variations saisonnières sont également connues dans le nord, le centre et le sud du pays (Boka, 2016). Enfin, selon les régions, elle présente une résistance soit à l'amitraz, la deltaméthrine ou à l'alphacyperméthrine (Achi et al., 2022). *Rhipicephalus (B.) microplus* constitue ainsi un grand cauchemar pour l'élevage bovin et surtout pour les populations rurales qui dépendent de l'élevage pour leur survie.

Face aux échecs thérapeutiques récurrents et aux plaintes des éleveurs, une gamme variée d'acaricides est actuellement proposée aux éleveurs

déseparés par divers distributeurs sans une évaluation préalable de leur efficacité dans les conditions locales. D'où la justification de la présente étude.

L'objectif général de cette étude était d'améliorer la lutte contre la tique *R. (B.) microplus* en Côte d'Ivoire en apportant une assistance aux éleveurs dans le choix des acaricides qui leur sont proposés. De façon spécifique, il s'agissait (i) de répertorier les acaricides distribués en Côte d'Ivoire pour le détiage des bovins et (ii) d'évaluer le niveau de résistance de *R. (B.) microplus* à la nouvelle gamme d'acaricides dans les élevages péri-urbains de bovins au sud de la Côte d'Ivoire.

## Matériel et Méthodes

### Zone d'étude

La zone d'étude (Figure 1) est représentée par le département d'Azaguié situé dans la partie Sud-Est de la Côte d'Ivoire (longitude - 4,083333, latitude 5,633333). Cette partie de la Côte d'Ivoire est située dans la zone forestière humide, caractérisée par un climat équatorial guinéen à quatre (4) saisons dont deux saisons des pluies (une grande d'avril à juillet et une petite d'octobre à novembre) alternées avec deux saisons sèches (une petite d'août à septembre et une grande de décembre à mars). Avec une température moyenne annuelle comprise entre 25 et 30 °C et des précipitations abondantes pouvant atteindre 1766 mm à Abidjan, le sud-est constitue une zone propice à l'agriculture. Les principales cultures sont le cacao, le café, l'hévéa, le palmier à huile, l'ananas, la banane douce, la banane plantain et le manioc.

La localité d'Azaguié, distante de 40 km de la capitale économique d'Abidjan, est une zone assez sollicitée pour l'élevage péri-urbain (élevage de volailles, de porcins, de petits ruminants et de bovins).

Les types de bovins élevés dans cette localité sont les taurins locaux (Ndama et Lagunaire) dans une grande mesure, les zébus, les bovins de races exotiques importées essentiellement de l'Europe et du Brésil (Montbéliard, Holstein, Girolando, etc.) et des métis issus de croisements divers. Les élevages sont de type sédentaire et sont pratiqués essentiellement selon un mode extensif avec le recours au pâturage naturel comme principale source d'alimentation pour les animaux (MIPARH, 2003).

Il est à souligner que la tique *R. (B.) microplus* a été découverte pour la première fois en Afrique de l'Ouest en 2007 à Azaguié (Madder et al., 2007), où des jeunes ivoiriens ont été installés depuis 1996 dans la production laitière par l'ex-projet « laitier sud » cofinancé par la Coopération Belge et l'Etat de Côte d'Ivoire de 1996 à 2009. Le département d'Azaguié a par ailleurs abrité en 2008, l'investigation de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (IMTA) qui a révélé un remplacement de 96% de la tique *R. (B.) decoloratus* par la tique exotique *R. (B.) microplus* (Madder et al., 2011).

### **Approche méthodologique**

Pour la réalisation de l'étude, une enquête transversale a été réalisée en décembre 2018 dans le département d'Azaguié où la tique *R. (B.) microplus* est bien établie depuis sa découverte pour la première fois au sud de la Côte d'Ivoire. Cette enquête a permis de prélever des tiques femelles gorgées de *R. (B.) microplus* sur des bovins dans quatre (4) fermes où la résistance des tiques aux acaricides est soupçonnée.

Ces fermes ont été sélectionnées en fonction des types de production, soit 2 fermes laitières (exploitant des bovins de race exotique ou métis) et 2 fermes d'embouche (exploitant des bovins de race locale). Dans chaque ferme, une dizaine d'animaux a été détiquée et des femelles bien gorgées de *R. (B.) microplus* ont été collectées par ferme et acheminées au laboratoire pour analyse.

La Direction des Services Vétérinaires (DSV), ainsi que les grossistes importateurs et répartiteurs de produits vétérinaires ont été par ailleurs contactés et un répertoire des acaricides distribués officiellement en Côte d'Ivoire a été réalisé.

### **Echantillons**

Le niveau de résistance des populations de tiques *R. (B.) microplus* a été testé à trois produits acaricides : delthaméthrine, fluméthrine et une association de molécules (cyperméthrine, chlorpyrifos, butoxide de pipéronyl et citronnelle). Ces acaricides représentent des molécules distribuées officiellement en Côte d'Ivoire pour le contrôle des tiques chez les bovins, mais pour lesquelles, aucun test de résistance de la tique *R. (B.) microplus* vis-à-vis de ceux-ci n'a encore été effectué dans le contexte de l'élevage ivoirien, exception faite de la deltaméthrine.

Les échantillons sont des larves de tiques *R. (B.) microplus* âgées de 14 à 21 jours issues des femelles gorgées récoltées sur le terrain au sud de la Côte d'Ivoire (Azaguié). Une souche de référence de *Rhipicephalus (Boophilus) geigy*, sensible aux produits acaricides et récoltée à l'origine à Houndé au Burkina Faso a été ajoutée aux lots d'échantillons récoltés en Côte d'Ivoire pour effectuer les tests de résistance LPT (Larval Packet Test ou test d'emballage larvaire).

### **Collecte des échantillons de tiques**

La collecte des tiques a été réalisée dans les différentes fermes sélectionnées au moins deux semaines après le dernier traitement acaricide. Elle a été réalisée dans la matinée (entre 9h et 11h) afin d'avoir plus de chance de prélever des femelles de tiques bien gorgées. Les tiques ont été collectées sur les animaux âgés de plus d'un an et préalablement contentionnés en

décubitus latéral par les bouviers à l'aide d'un dispositif de cordage. La collecte s'est faite pendant 10 minutes sur une moitié du corps, plus précisément dans les zones de prédilection des tiques, notamment : l'oreille, le fanon, l'ars, le flanc, les mamelles, le périnée, le toupillon de la queue et la face interne de la cuisse. Au moins 30 femelles *R. (B.) microplus* bien gorgées ont été collectées par ferme et conditionnées dans des flacons préalablement préparés à cet effet. Ces flacons ont été distinctement identifiés et déposés dans un bac contenant un tissu propre imbibé d'eau pour maintenir le milieu humide et permettre ainsi la survie des tiques. Les couvercles des flacons et des bacs ont été perforés et protégés respectivement par un filet et un grillage à mailles fines afin de procurer de l'air aux tiques collectées.

Ensuite, les tiques *R. (B.) microplus* non gorgées et les autres espèces de tiques (quelque soit le stade de développement) ont été conditionnées dans des pots en plastique contenant de l'éthanol à 70° et acheminées également au laboratoire. La collecte de mâles accouplés aux femelles gorgées a été particulièrement réalisée afin de faciliter l'identification des espèces au laboratoire. Il est à souligner que les différents pots ont été correctement identifiés. Sur la face externe, un code a été porté à l'aide d'un « marker permanent » et à l'intérieur du pot, il a été introduit un bout de papier sur lequel le code et d'autres informations de reconnaissance (date, nom de l'éleveur, race, âge, numéro de l'animal si possible) ont été inscrits à l'aide d'un crayon à papier. Les femelles gorgées de *R. (B.) microplus* maintenues vivantes ont été acheminées à Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso, au laboratoire d'acarologie du Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES).

#### **Analyses de laboratoire**

❖ **Identification des tiques** : Au laboratoire, les tiques du genre *Rhipicephalus (Boophilus)* ont été identifiées à l'aide d'une loupe binoculaire à partir de la clé d'identification de Walker et al. (2003) et celle développée par Madder (2012a et 2012b).

❖ **Test de résistance** : L'évaluation de la résistance des tiques aux acaricides a été faite par la méthode du « Larval Packet Test » (LPT) d'après le protocole de la FAO adapté par le CIRDES. Ce test est réalisé à partir des larves âgées de 14 à 21 jours issues des femelles de tiques gorgées. Il est à préciser que les femelles gorgées ont été mises à l'étuve à une température de 27°C et une hygrométrie variant entre 80 et 90% jusqu'à la ponte. Les larves obtenues ont été traitées avec une série de dilutions de chaque acaricide à différentes concentrations : 0,0039 g/l ; 0,0078 g/l ; 0,0156 g/l ; 0,0312 g/l ; 0,0625 g/l ; 0,125 g/l ; 0,25 g/l ; 0,5 g/l ; 1 g/l ; 2 g/l. Le taux de mortalité des larves induite a été par la suite évalué et comparé à celui

enregistré chez une souche de référence sensible du CIRDES, la souche *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* (Adakal et al., 2012).

### **Traitement des données**

Les données du LPT ont été analysées grâce à la librairie drc (Ritz et al., 2015) disponible dans le logiciel R (R Core Team, 2013). Il s'agit d'une analyse de régression non linéaire de dose-mortalité à l'aide de la fonction `drm`. Ensuite, les concentrations léthales (LC) LC50 et LC90 (concentrations qui peuvent causer la mort de 50% et 90% des échantillons respectivement) avec leur intervalle de confiance à 95 % et les Ratios de Résistance (RR) ont été déterminés. Ces derniers correspondent au rapport de la concentration létale d'un échantillon donné (échantillon de terrain) sur celle de la souche de référence sensible. Un échantillon est considéré comme sensible si le  $RR < 4$ , modérément résistant si  $4 < RR < 10$  et fortement résistant si  $RR > 10$  (Jonsson et Hope, 2007).

## **Résultats**

### **(i) Différents types d'acaricides distribués en Côte d'Ivoire**

Le tableau I en annexes présente le répertoire des acaricides distribués en Côte d'Ivoire suite à l'enquête réalisée auprès de la Direction des Services Vétérinaires (DSV) et des grossistes importateurs et répartiteurs de produits vétérinaires.

Il ressort de ce répertoire que sept molécules d'acaricides sont distribuées officiellement en Côte d'Ivoire sous divers noms commerciaux. Il s'agit de : l'amtiaz, l'alphacyperméthrine, la deltaméthrine, la fluméthrine, la cyperméthrine, le fipronil et l'association de deux principes actifs (cyperméthrine et chlorpyrifos), d'un synergisant (butoxide de pipéronyl) et d'un répulsif (la citronnelle).

L'enquête a montré que la nouvelle gamme d'acaricides proposés aux éleveurs pour le contrôle des tiques chez les bovins est à base de fluméthrine, de fipronil, de delthaméthrine ou de cyperméthrine associée au chlorpyrifos, au butoxide de piperonyl et à la citronnelle. Cependant, les larves de tiques *R. (B.) microplus* n'ont pas été testées au fipronil au cours de cette étude.

### **(ii) le niveau de résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides**

Les résultats d'analyses de laboratoire sont présentés dans le tableau II et les figures 2, 3 et 4 consignés en annexes. Les résultats indiquent de fortes résistances des populations de tiques testées à la delthaméthrine et à la fluméthrine, mais une résistance modérée à l'association cyperméthrine - chlorpyrifos - citronnelle - butoxide de pipéronyl. Le niveau de résistance des tiques varie donc en fonction du produit acaricide utilisé.

L'association de principes actifs, a permis d'enregistrer des LC50 variant de  $10,18 \times 10^{-3}$  g/l à  $28,25 \times 10^{-3}$  g/l et des LC90 de  $4,26 \times 10^{-2}$  g/l à  $5,11 \times 10^{-2}$  g/l (Tableau II). Les ratios de résistance (RR) à 50% de mortalité étaient de 1,45 à 4,03 (RR <4). La souche de référence a fourni des valeurs de LC50 et LC90 plus faibles que les échantillons de tiques analysés. Cette différence est illustrée dans la Figure 2. En considérant le produit à base de delthamétrine, les valeurs de LC50 sont situées entre  $1.10 \times 10^{-1}$  g/l et  $2.20 \times 10^{-1}$  g/l tandis que celles de LC90 sont  $2.24 \times 10^{-1}$  g/l et  $5.05 \times 10^{-1}$  g/l. En ce qui concerne les ratios de résistance à 50% de mortalité elles varient de 34,80 à 69,86 (RR >10). La souche de référence a fourni également des valeurs de LC50 et LC90 plus faibles que les échantillons analysés avec ce produit (Figure 3). Avec le produit à base de la fluméthrine, des LC50 de  $7.77 \times 10^{-2}$  g/l à  $2.98 \times 10^{-1}$  g/l et des LC90 de  $1.56 \times 10^{-1}$  g/l à  $5.01 \times 10^{-1}$  g/l ont été enregistrées. Les RR à 50% vont de 50,66 à 194,02 (RR >10). Comme pour les autres produits, la souche de référence a fourni également des valeurs de LC50 et LC90 plus faibles (Figure 4).

## Discussion

La résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides serait la cause majeure de l'échec des stratégies de lutte contre cette tique. Cette résistance fait depuis longtemps, l'objet d'inquiétudes et de plusieurs recherches dans le monde vétérinaire (FAO, 2004). En Afrique, elle a été signalée dans de nombreux pays dont l'Afrique du sud (Baker et al., 1981), le Ghana (Kaljouw, 2008), le Burkina Faso (Kandé, 2014), le Bénin (Adehan et al., 2016), l'Ouganda (Vudriko et al., 2016), la Côte d'Ivoire (Achi et al., 2022), etc. L'étude réalisée plus particulièrement en Côte d'Ivoire par Achi et al. (2022) a porté sur l'étude de la résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides usuels tels que l'alphacyperméthrine, la deltaméthrine et l'amitraz. La présente étude vient compléter la précédente en fournissant des données complémentaires sur la résistance de la tique invasive *R. (B.) microplus* en Côte d'Ivoire. Elle permet en effet de communiquer les résultats de recherche sur l'évaluation de la résistance de *R. (B.) microplus* à un autre pyréthrianoïde de synthèse (fluméthrine) et à une association de molécules (cyperméthrine – chlorpyrifos - butoxide de pipéronyl – citronnelle) qui font partie de la nouvelle gamme d'acaricides proposés aux éleveurs. Ces deux produits n'ont jamais été testés dans les conditions de terrain en Côte d'Ivoire.

Les résultats de l'étude ont montré une variation de la résistance des populations de tiques *R. (B.) microplus* d'un acaricide à un autre. Cette même variation a été constatée dans plusieurs études dont celle menée par Adehan et al. (2016) au Bénin sur les populations de tiques *R. (B.) microplus* provenant de 5 fermes bovines. Les bioessais réalisés au cours de notre étude ont montré une résistance de la tique *R. (B.) microplus* à la deltaméthrine et à la

fluméthrine. En ce qui concerne la deltaméthrine qui est un pyréthrianoïde de synthèse qui a fait l'objet de plusieurs études, nos résultats corroborent ceux obtenus par les auteurs (Achi et al., 2022 ; Adehan et al., 2016 et Kandé, 2014) à travers des études de résistance-sensibilité menées sur des populations de tiques issues respectivement de la Côte d'Ivoire, du Bénin et du Burkina Faso. Ces études ont par ailleurs montré que la tique *R. (B.) microplus* représente dans ces trois pays précédemment cités un véritable problème de santé animale en raison de sa résistance à d'autres acaricides usuels comme l'amtiaz et l'alphacyperméthrine. Selon Adakal et al. (2013), la Côte d'Ivoire, le Bénin et le Burkina Faso représentent les pays où la tique *R. (B.) microplus* a été découverte en premier lieu en Afrique de l'Ouest. La résistance de la tique *R. (B.) microplus* à la deltaméthrine a été également trouvée dans d'autres pays en dehors de l'Afrique dont l'Inde et la Nouvelle-Calédonie comme le montre respectivement les études réalisées par Kumar et al. (2021) et Hüe et al. (2016).

En ce qui concerne la fluméthrine, nos résultats corroborent ceux de Rodriguez-Vivas et al. (2021) qui ont également observé un niveau de résistance élevé de la tique *R. (B.) microplus* par l'utilisation du bioessai LPT au Mexique. Par contre, une étude menée en Inde par Shyma et al. (2015) sur des populations de tiques *R. (B.) microplus* a montré une résistance de niveau faible à la fluméthrine par l'utilisation du même test. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la résistance aux acaricides bien qu'étant un phénomène héréditaire (Brown, 1967), peut varier notamment en fonction des tests utilisés, des fréquences ou aux pratiques de traitements qui diffèrent selon les régions (Bianchi et al., 2003; Lovis, 2012). Cela justifie pourquoi, il est important de promouvoir la bonne utilisation des produits et de procéder à la surveillance continue de la résistance de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides afin de mieux assister les éleveurs dans le choix des acaricides qui sont commercialisés.

En dehors des deux pyréthrianoïdes de synthèse (deltaméthrine et fluméthrine), notre étude a aussi évalué l'association cyperméthrine-chlorpyrifos-butoxide de pipéronyl-citronnelle. Conformément aux résultats obtenus, les éleveurs de bovins en Côte d'Ivoire pourraient être encouragés à utiliser l'association cyperméthrine-chlorpyrifos-butoxide de pipéronyl-citronnelle pour laquelle une sensibilité de la tique *R. (B.) microplus* a été observée. Ces résultats pourraient se justifier par le fait que cette spécialité est d'utilisation récente comparativement aux autres acaricides distribués en Côte d'Ivoire. Aussi, l'association de la cyperméthrine à une autre substance active (le chlorpyrifos), à un synergisant (le butoxide de pipéronyl) et à un répulsif (la citronnelle) aurait contribué à augmenter l'efficacité du produit vis-à-vis de la tique *R. (B.) microplus*. En effet, le chlorpyrifos est un organophosphoré chloré qui présente un effet insecticide et acaricide à large

spectre. Aussi, le butoxyde de pipéronyl est connu pour induire un effet synergique avec d'autres insecticides et acaricides par l'inhibition de l'activité de détoxification microsomaux des insectes et acariens. L'association de substances actives permet de potentialiser leurs effets acaricides (Li et al., 2007 ; Rodriguez-Vivas et al., 2013). Ainsi, en Nouvelle-Calédonie l'adjonction d'amitraz à une solution de deltaméthrine a permis de contrôler des populations de tiques résistantes à la deltaméthrine (Barré et al., 2008). Le succès des mélanges repose sur l'espoir qu'un individu ne portera probablement pas d'allèles résistants pour deux acaricides ayant des modes d'action différents. Par contre, Higa et al. (2016) ont montré dans une étude menée au Brésil à travers la méthode de LPT sur des populations de tiques *R. (B.) microplus*, une résistance à l'association de molécules acaricides cyperméthrine-chlorpyrifos-citronnelle-butoxide de pipéronyl. Cela justifierait qu'il n'est pas exclu qu'à la longue, la tique *R. (B.) microplus* développe une résistance contre cette spécialité en Côte d'Ivoire. D'où la nécessité de bien encadrer les éleveurs sur l'utilisation rationnelle de ce produit qui présenterait actuellement une efficacité acceptable contre la redoutable tique *R. (B.) microplus*. Le recours à des bio acaricides ou à d'autres stratégies de lutte anti-tiques telles que la rotation des pâturages, l'élevage de « races » bovines dites résistantes pourrait également aider à réduire la pression d'utilisation des acaricides chimiques (Hüe et al., 2016). Plusieurs auteurs ont en effet pu isoler des plantes médicinales à effets acaricides ou bio acaricides dans plusieurs pays dont la Côte d'Ivoire (Azokou et al. 2016 ; Diaha-Kouamé et al. 2017) et le Bénin (Adehan et al. 2022). Par ailleurs, l'alternance des acaricides est aussi ciblée comme stratégie pour réduire ou ralentir le développement de la résistance des tiques aux acaricides (Lovis, 2012).

## Conclusion

Cette étude fait remarquer que les acaricides distribués officiellement en Côte d'Ivoire pour le contrôle des tiques chez les bovins sont à base de sept principes actifs : l'amitraz, l'alphacyperméthrine, la deltaméthrine, la fluméthrine, la cyperméthrine, le fipronil et l'association de deux principes actifs (cyperméthrine et chlorpyrifos). Elle a permis de montrer que la tique *R. (B.) microplus* est résistante à la deltaméthrine et à la fluméthrine dans la zone d'étude. L'association cyperméthrine - chlorpyrifos - butoxyde de pipéronyl – citronnelle qui est une nouvelle spécialité d'acaricide distribuée en Côte d'Ivoire, composée de deux principes actifs (cyperméthrine et chlorpyrifos), d'un synergisant (butoxide de pipéronyl) et d'un répulsif (citronnelle), présenterait pour le moment un niveau d'efficacité acceptable contre la tique *R. (B.) microplus*.

En termes de perspectives, il est prévu d'étendre cette étude à d'autres régions de la Côte d'Ivoire afin d'apprécier dans ces zones, le niveau de résistance de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides usuels et nouveaux, y compris le fipronil qui n'a pas encore été évalué dans les conditions de terrain du pays. Face au défi de la lutte contre les tiques, il importe d'assurer une surveillance périodique de la résistance aux acaricides, de promouvoir la rotation des pâturages quand cela est possible, l'alternance des acaricides y compris les bio acaricides et l'encadrement des éleveurs pour leur utilisation rationnelle.

**Remerciements:** Nous remercions le LAMIVECT-2 pour avoir financé ces travaux de recherche.

### References:

1. Achi Y. L., Boka M., Biguezoton A., Yao K. P., Adakal H., Kandé S., Koffi L., Akoto P. R., & Koné M. (2022). Resistance of the cattle tick *Rhipicephalus microplus* to alphacypermethrin, deltamethrin and amitraz in Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 16(3): 910-922.
2. Adakal H., Stachurski F., & Chevillon C. (2012). Tick control practices in Burkina Faso and acaricide resistance survey in *Rhipicephalus (Boophilus) geigyi* (Acari: Ixodidae) (2012) *Experimental and Applied Acarology* 59(4): 483–491.
3. Adakal H., Biguezoton A., Zoungrana S., Courtin F., De Clercq E.M., & Madder M. (2013). Alarming spread of the Asian cattle tick *Rhipicephalus microplus* in West Africa: another three countries are affected: Burkina Faso, Mali and Togo. *Exp Appl Acarol* 61:383–386
4. Adehan S.B., Biguezoton A., Adakal H., Assogba M.N., Zoungrana S., Gbaguidi A.M., Tonouhewa A., Kandé S., Achi L., Kagone H, Adehan R., Mensah G.A., De Deken R., Madder M., & Farougou S. (2016). Acaricide resistance of *Rhipicephalus microplus* ticks in Benin. *African journal of agricultural research*, 11(14):1199-1208.
5. Adehan S. B., Dah-Nouvlessounon D., Badarou K. O., Akpo Y., Zinsou S. E., Kounonzo M. L., Kandé S., Gbaguidi A. M., Mama T., Boko K. C., & Farougou S. (2022). Evaluation in vivo en station de l'activité acaricide de l'huile essentielle de *Ocimum gratissimum* sur une infestation contrôlée de bovins Borgou par la tique exotique *Rhipicephalus microplus* au Bénin. *J.Anim.Plant Sci.*,Vol. 51 (1) : 9201-9212.
6. Azokou A., Achi Y. L., & Koné M. W. (2016). Lutte contre les tiques du bétail en Côte d'Ivoire par des méthodes traditionnelles. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (4) : 52.
7. Baker J. A. F., Jordan J. O., & Robertson W. D. (1981). A comparison of the resistance spectra to ixodocides of *Boophilus decoloratus* (Koch)

- and *Boophilus microplus* (Canestrini) in the Republic of South Africa and Transkei. In: Tick Biology and Control. Whitehead GB, Gibson JD, editors. Tick Research Unit, Rhodes University, Grahamstown, 103 - 108.
8. Barré N., Li A.Y., Miller R.J., Gaïa H., Delathière J.-M., Davey R.B., & George J.E. (2008). In vitro and in vivo evaluation of deltamethrin and amitraz mixtures for the control of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) in New Caledonia. *Vet. Parasitol.* 155 (1-2): 110-119. DOI: 10.1016/j.vetpar.04.016.
  9. Bianchi M. W., Barré N., & Messad S. (2003). Factors related to cattle infestation level and resistance to acaricides in *Boophilus microplus* tick populations in New Caledonia. *Vet. Parasitol.* 112 (1-2): 75-89. DOI: 10.1016/s0304-4017(02)00415-6.
  10. Boka, O. M. (2016). Emergence de la tique *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en Afrique de l'Ouest : étude de sa distribution et de sa capacité de remplacement des espèces autochtones de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat unique. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Ecole doctorale : sciences de la vie, de la santé et de l'environnement, 137p.
  11. Boka O. M., Achi L., Adakal H., Azokou A., Yao P., Yapi Y. G., Kone M., Dagnogo K., & Kaboret Y. Y. (2017). Review of cattle ticks (*Acari, Ixodida*) in Ivory Coast and geographic distribution of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, an emerging tick in West Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 2017; DOI: 10.1007/s10493-017-0129-7.
  12. Brown, A. N. A. (1967). *Genetics of insect vectors of disease*. Elsevier, Amsterdam, 505p.
  13. Castro-Janer E., Martins J.R., Mendes M.C., Namindome A., Klafke G.M., & Schumaker T.T.S. (2010): Diagnoses of fipronil resistance in Brazilian cattle ticks *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* using in vitro larval bioassays. *Vet. Parasitol.* 173, 300–306.
  14. Castro Janer E., Klafke G.M., Capurro M.L., & Schumaker T.T.S. (2015). Cross-resistance between fipronil and lindane in *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. *Veterinary Parasitology*, 10.1016/j.vetpar.03.011.
  15. Cossío-Bayúgar R., Miranda-Miranda E., Martínez-Ibañez F., Narváez-Padilla V., & Reynaud E. (2020). Physiological evidence that three known mutations in the para-sodium channel gene confer cypermethrin knockdown resistance in *Rhipicephalus microplus*. *Parasit Vectors.* 13: 370. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04227-7>.
  16. Davey R. B., George J. E., Hunter J. S. I., & Jeannin P. (1999). Evaluation of a pour-on formulation of fipronil against *Boophilus*

- annulatus (Acari: Ixodidae) under natural South Texas field conditions. *Exp. Appl. Acarol.* 23:351-364.
17. Diaha-Kouamé A. C. A., Yao K. P., Tano D. K. C., Azokou A., & Kouakou K. (2017). Evaluation of acaricide activity in the leaves extracts of four medicinal local plants on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888). *The Pharma Innovation Journal*, 6(7): 78-85.
  18. Food and Agriculture Organization (FAO), (2004). Ticks: acaricide resistance: diagnosis, management and prevention. In: resistance management and integrated parasite control in ruminants: Guidelines, 25-77p.
  19. Farougou, S., Kpodekon, M., Adakal, H., Sagbo, P., & Boko, P. (2007). Abondance saisonnière des tiques (Acari : Ixodidae) parasites des ovins dans la région méridionale du Bénin. *Revue Méd. Vét.* 158, 627-632.
  20. Frisch J.E. (1999). Towards a permanent solution for controlling cattle ticks. *Int. J. Parasitol.*, Second International Conference Novel Approaches to the Control of the Helminth Parasites of Livestock 29, 57-71.
  21. Higa L.O.S., Garcia M.V., Barros J.C., Koller W.W., & Andreotti R. (2016). Evaluation of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) resistance to different acaricide formulations using samples from Brazilian properties. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612016026>.
  22. Hüe T., Petermann J., Hurlin J.-C., Gaia H., & Cauquil L. (2016). Etat des lieux des résistances de la tique du bétail *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) à la deltaméthrine, l'amitraz et la moxidectine en Nouvelle-Calédonie: quelles perspectives de lutte? *Rev. élev. méd. vét. pays trop.* 68 (4): 167-174.
  23. Jonsson, N. N., & Hope, M. (2007). Progress in the epidemiology and diagnosis of amitraz resistance in the cattle tick *Boophilus microplus*. *Vet. Parasitol.* 146:193-198.
  24. Kandé S. (2014). Évaluation de la résistance des tiques aux acaricides dans les zones d'introduction en Afrique de l'Ouest (Benin, Burkina Faso et Côte d'Ivoire). Mémoire de Master en Production et Industries Animales, Institut du Développement Rural (IDR)/Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), 78p.
  25. Kaljouw M. (2008). Resistance to acaricides of *Boophilus* ticks from cattle in Ghana. Veterinary Services Department of Ghana and Utrecht University Report, 1-16.
  26. Kumar S., Sharma A.K., Kumar B., Shakya M., Patel J.A., Kumar B., Bisht N., Chigure G.M., Singh K., Kumar R., Kumar S., Srivastava S.,

- Rawat P., & Ghosh S. (2021). Characterization of deltamethrin, cypermethrin, coumaphos and ivermectin resistance in populations of *Rhipicephalus microplus* in India and efficacy of an antitick natural formulation prepared from *Ageratum conyzoides*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101818>.
27. Lovis L. (2012). Evaluation of acaricide resistance in the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, using a new in vitro test and molecular tools. These de doctorat en science. Université de Neuchatel, 218p.
  28. Lovis L., Mendes M.C., Perret J.L., Martins J.R., Bouvier J., Betschart B., & Sager H. (2013). Use of the Larval Tarsal Test to determine acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Brazilian field populations. *Vet. Parasitol.* 191: 323-331.
  29. Li A.Y., Chen A.C., Miller R.J., Davey R.B., & George J.E. (2007). Acaricide resistance and synergism between permethrin and amitraz against susceptible and resistant strains of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Pest. Manag. Sci.* 63 (9): 882-889.
  30. Madder M. (2012a). I-Spot Key for the identification of *R. Boophilus* females:  
[http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29\\_females.0.1](http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29_females.0.1).
  31. Madder M. (2012b). I-Spot Keys for the identification of *R. Boophilus* males:  
[http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29\\_males.0.2](http://www.ispot.org.uk/webkeys/keyintroduction.jsp?selectedKey=webkeys/Rhipicephalus%28Boophilus%29_males.0.2).
  32. Madder M., Thys E., Achi L., Touré A., & De Deken R. (2011). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: a most successful invasive tick species in West-Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 53: 139-145.
  33. Madder M., Thys E., Geysen D., Baudoux C., & Horak I. (2007). *Boophilus microplus* ticks found in West Africa. *Exp Appl Acarol* 43 (3) : 233-234.
  34. Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques (MIPARH), (2003). Rapport national sur l'état des ressources zoogénétiques. Rapport MIPARH - Côte d'Ivoire, 1-78.
  35. Miller R.I, Almazan C., Ortiz-Estrada M., Davey R.B., George J.E., & Perez De Leon A. (2013). First report of fipronil resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* of Mexico. *Vet Parasitol* 191, 97-101.
  36. R Core Team (2013). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria <https://www.r-project.org/> (seen on 19 /02/ 2021).

37. Ritz C., Baty F., Streibig J.C., & Gerhard D. (2015). Dose-Response Analysis Using R. PLOS ONE 10, e0146021. doi:10.1371/journal.pone.0146021.
38. Rodriguez-Vivas R.I., Li A.Y., Ojeda-Chi M.M., Trinidad-Martinez I., Rosado-Aguilar J.A., Miller R.J., & Pérez de León A.A. (2013). In vitro and in vivo evaluation of cypermethrin, amitraz, and piperonyl butoxide mixtures for the control of resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. *Vet. Parasitol.* 197 (1-2): 288-296.
39. Rodriguez-Vivas R.I., España E.R., Blanco I.L., Ojeda-Chi M.M., Trinidad-Martinez I., Islas J.A.T., & Bhushan C. (2021). Monitoring the resistance of *Rhipicephalus microplus* to amitraz, flumethrin, coumaphos, and ivermectin on cattle farms in Mexico. *Veterinary Parasitology*, <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100644>.
40. Shyma K.P., Gupta J.P., Singh V., & Patel K. K. (2015). In Vitro Detection of Acaricidal Resistance Status of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* against Commercial Preparation of Deltamethrin, Flumethrin, and Fipronil from North Gujarat, India. *Journal of Parasitology Research*, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/506586>.
41. Taylor M. A. (2001). Recent developments in ectoparasiticides. *Vet J.*, 161: 253-268.
42. Vudriko P., Okwee-Acai J., Tayebwa D. S., Byaruhanga J., Kakooza S., Wampande E., Omara R., Muhindo J. B., Tweyongyere R., Owiny D. O., Hatta T., Tsuji N., Umemiya-Shirafuji R., Xuan X., Kanameda M., Fujisaki K., & Suzuki H. (2016). Emergence of multi-acaricide resistant *Rhipicephalus* ticks and its implication on chemical tick control in Uganda. *Parasit. Vectors.* 94. DOI: 10.1186/s13071-015-1278-3.
43. Walker A. R., Bouattour A., Camicas J. L., Estrada-Peña A., Horak I., Latif A., Pegram R., & Preston P. M. (2003). Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. *Bioscience Reports*, Edinburgh.

## Annexes

**Tableau I.** Acaricides vendus officiellement en Côte d'Ivoire pour le déparasitage externe des bovins, 2018

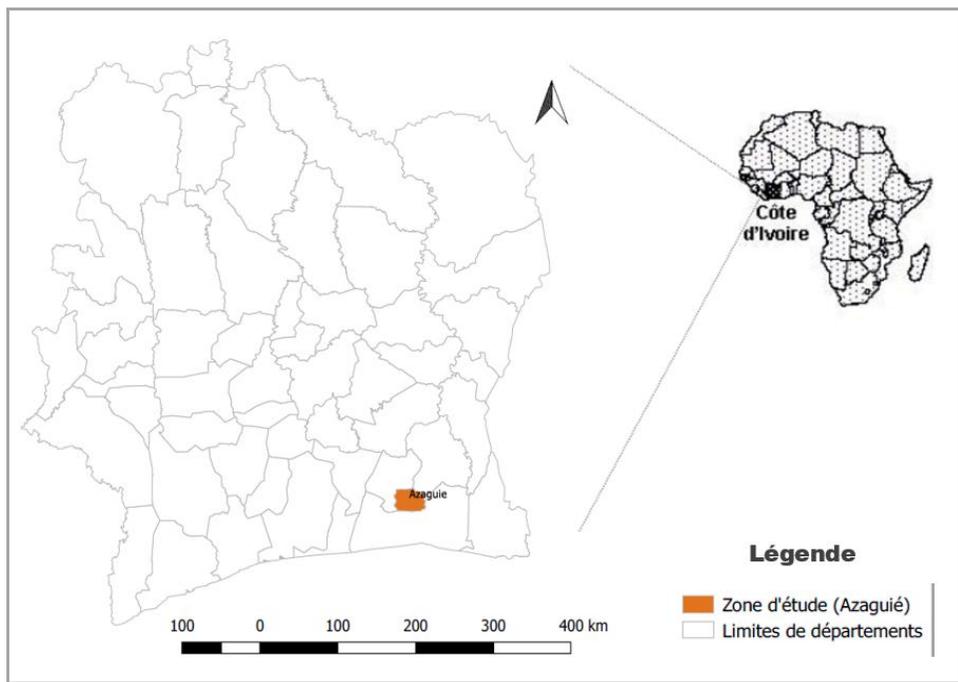
| Structures            | Spécialités                   | Principes actifs   |
|-----------------------|-------------------------------|--|
| SN PROVECI            | <i>Provethrine</i>            | Cyperméthrine  |
|                       | <i>Canamethrine</i>           | Cyperméthrine 10 %   |
|                       | <i>Cypertop</i>               | Cyperméthrine - chlorpyrifos<br>- butoxide de pipéronyl -<br>citronnelle |
| PHARMAVET             | <i>Alphacyperméthrine</i>     | Alphacyperméthrine 10 %  |
|                       | <i>Topline</i>                | Fipronil   |
| ALL VET               | <i>Althrine</i>               | Alphacyperméthrine 10 %  |
|                       | <i>Flumethrate</i>            | Fluméthrine 7,5 %  |
| CPV                   | <i>Ticknet</i>                | Alphacyperméthrine 10 %  |
|                       | <i>Vacopzinc 20EC</i>         | Amitraz 20 %   |
| CODIVET               | <i>Alphacyperméthrine</i>     | Alphacyperméthrine 10 %  |
|                       | <i>Alphalobs</i>              | Alphacyperméthrine 10 %  |
|                       | <i>Dominex</i>                | Alphacyperméthrine 10 %  |
|                       | <i>Butox</i>                  | Deltaméthrine 5 %  |
|                       | <i>Deltaméthrine</i>          | Deltaméthrine 5 %  |
|                       | <i>Detalobs</i>               | Deltaméthrine 5 %  |
|                       | <i>Antitic</i>                | Amitraz 12,5 %   |
|                       | <i>Topticol</i>               | Fluméthrine 5 %  |
| Pharmacie du commerce | <i>Vectocid</i>               | Deltaméthrine 50g  |
|                       | <i>Vectoclor plus bain</i>    | Cyperméthrine - chlorpyrifos<br>- butoxide de pipéronyl                  |
|                       | <i>Vectoclor plus pour on</i> | Cyperméthrine - chlorpyrifos<br>- butoxide de pipéronyl -<br>citronnelle |
|                       | <i>Dominex</i>                | Alphacyperméthrine 10 %  |

**Tableau II.** Concentrations létales et statuts de résistance des échantillons

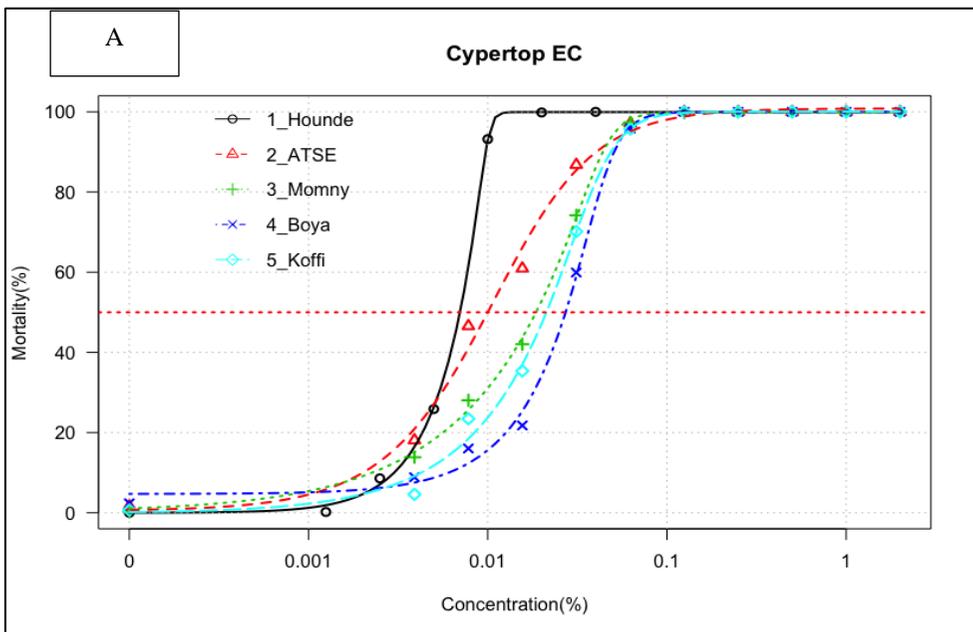
| <b>Échantillon</b>   | <b>LC<sub>50</sub><br/>(CI)</b>     | <b>RR<sub>50</sub><br/>(CI)</b> | <b>LC<sub>90</sub><br/>(CI)</b>   | <b>RR<sub>90</sub><br/>(CI)</b> | <b>Pente</b> | <b>Statut de<br/>résistance</b> |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------|
| <b>Association (cyperméthrine - chlorpyriphos - butoxide de pipéronyl - citronnelle)</b> |                                     |                                 |                                   |                                 |              |                                 |
| Houde.BF/Burkina Faso  | 7.00e-03<br>(3.10e-04 – 6.39e-03)   | -                               | 9.71e-03<br>(2.72e-04 – 9.17e-03) | -                               | -2.09±2.32   | -                               |
| Ferme ATSE   | 10.18e-03<br>(5.78e-04 – 9.04e-03)  | 1.45<br>(1.25 – 1.66)           | 4.26e-02<br>(5.57e-03 – 3.16e-02) | 4.38<br>(3.23 – 5.53)           | -1.60±0.34   | Modérément Résistant            |
| Ferme Momny  | 18.62e-03<br>(8.47e-04 – 16.95e-03) | 2.66<br>(2.33 – 2.99)           | 4.37e-02<br>(4.05e-03 – 3.57e-02) | 4.50<br>(3.65 – 5.35)           | -6.14±3.5    | Modérément Résistant            |
| Ferme Boya   | 28.25e-03<br>(8.73e-04 – 26.52e-03) | 4.03<br>(3.61- 4.46)            | 5.11e-02<br>(3.55e-03 – 4.41e-02) | 5.26<br>(4.49 – 6.04)           | -5,56±1.44   | Modérément Résistant            |
| Ferme Koffi  | 21.25e-03<br>(8.67e-04 – 19.54e-03) | 3.03<br>(2.68 – 3.39)           | 4.86e-02<br>(3.88e-03 – 4.1e-02)  | 5.01<br>(4.18 – 5.84)           | -4.07±1.12   | Modérément Résistant            |
| <b>Delthaméthrine</b>  |                                     |                                 |                                   |                                 |              |                                 |
| Houde.BF/Burkina Faso  | 3.15e-03<br>(9.66e-05 – 2.96e-03)   | -                               | 6.51e-03<br>(4.37e-04 – 5.65e-03) | -                               | -3.21±0.57   | -                               |
| Ferme ATSE   | 1.64e-01<br>(8.18e-03 – 1.48e-01)   | 52.07<br>(46.10 – 58.04)        | 5.05e-01<br>(4.12e-02 – 4.24e-01) | 77.63<br>(61.55 – 93.70)        | -4.46±1.65   | Résistant                       |
| Ferme Momny  | 1.20e-01<br>(2.63e-03 – 1.15e-01)   | 38.18<br>(35.36- 41.00)         | 2.24e-01<br>(1.63-02 – 1.91e-01)  | 34.37<br>(27.69 – 41.05)        | -3.67±0.64   | Résistant                       |
| Ferme Boya   | 1.10e-01<br>(2.99e-03 – 1.04e-01)   | 34.80<br>(32.01 – 37.60)        | 2.58e-01<br>(2.30e-02 – 2.13e-01) | 39.68<br>(31.00 – 48.37)        | -2.41±0.37   | Résistant                       |
| Ferme Koffi  | 2.20e-01<br>(4.12e-03 – 2.12e-01)   | 69.86<br>(64.94 – 74.77)        | 2.88e-01<br>(2.13e-02 – 2.46e-01) | 44.30<br>(35.64 – 52.97)        | -2.21±3.76   | Résistant                       |

| <b>Fluméthrine</b>    |                                       |                                |                                      |                                |                  |           |
|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------|
| Houde.BF/Burkina Faso | 1.53e-03<br>(1.34e-03<br>- 1.73 e-03) | -                              | 3.51e-03<br>(2.40e-03<br>- 4.61e-03) | -                              | -3.53±1.71       | -         |
| Ferme ATSE            | 2.98e-01<br>(2.65e-01<br>- 3.30e-01)  | 194.02<br>(162.11<br>- 225.94) | 5.01e-01<br>(4.28e-01<br>- 5.75e-01) | 143.00<br>(93.443<br>- 192.56) | -6.10±2.73       | Résistant |
| Ferme Momny           | 1.05e-01<br>(9.58e-02<br>- 1.14e-01)  | 68.55<br>(58.14<br>- 78.96)    | 1.81e-01<br>(1.36e-01<br>- 2.26e-01) | 51.55<br>(30.93<br>- 72.78)    | -<br>13.57±24.87 | Résistant |
| Ferme Boya            | 9.12e-02<br>(7.94e-02<br>- 1.03e-01)  | 59.44<br>(48.84<br>- 70.03)    | 1.59e-01<br>(1.25e-01<br>- 1.94e-01) | 45.46<br>(28.13<br>- 62.79)    | -3.95±1.85       | Résistant |
| Ferme Koffi           | 7.77e-02<br>(7.12e-02<br>- 8.42e-02)  | 50.66<br>(43.10<br>- 58.22)    | 1.56e-01<br>(1.25e-01<br>- 1.87e-01) | 44.50<br>(28.00<br>- 61.01)    | -3.05±0.70       | Résistant |

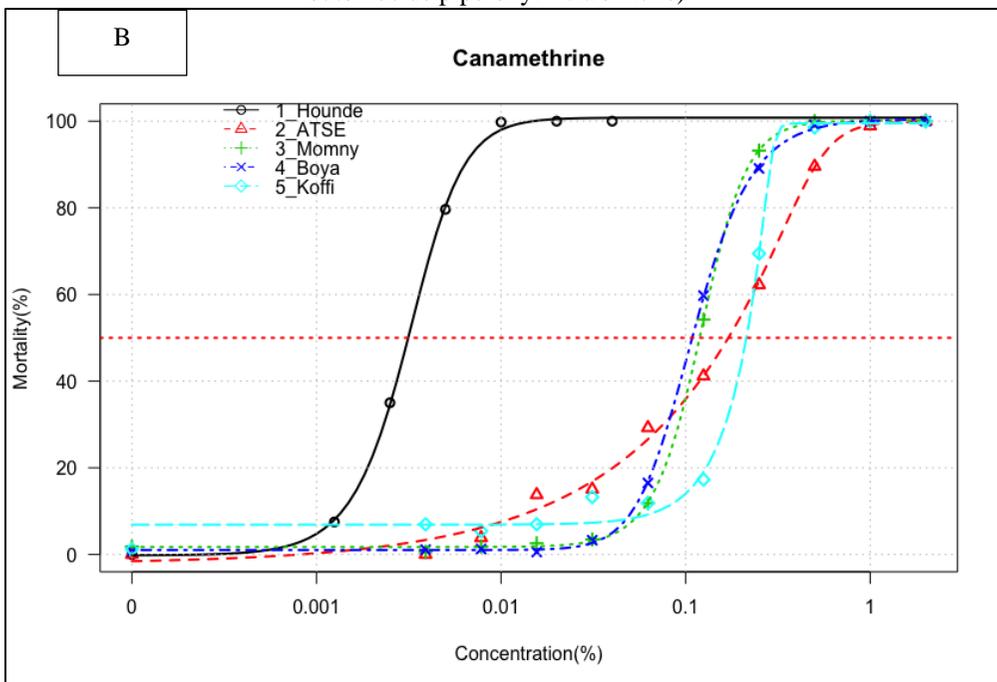
LC50 : Concentration permettant de tuer 50% des spécimens de l'échantillon ; LC90 : Concentration permettant de tuer 90% des spécimens de l'échantillon ; CI : Intervalle de confiance à 95% ; RR : Ratio (Rapport) de Résistance



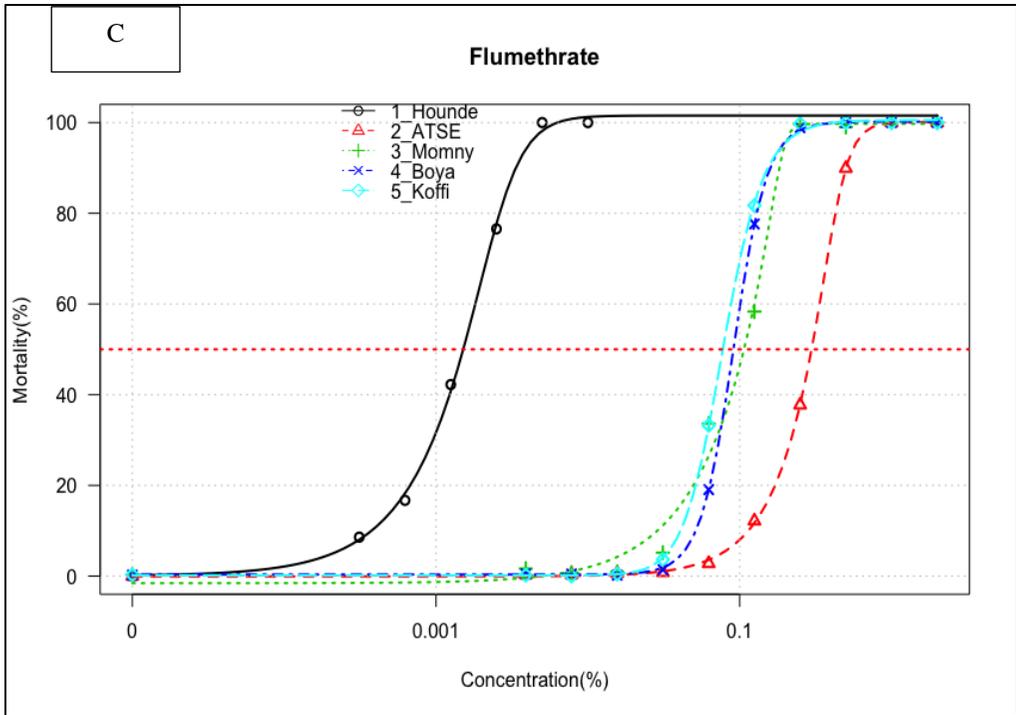
**Figure 1.** Zone d'étude



**Figure 2.** Courbes de doses-réponses de l'Association (Cyperméthrine - chlorpyriphos - butoxide de pipéronyl - citronnelle)



**Figure 3.** Courbes de doses-réponses de la Delthaméthrine



**Figure 4.** Courbes de doses-réponses de la Fluméthrine