



## Résistances des tiques *Rhipicephalus microplus* en Côte d'Ivoire : Étude de synthèse

\*Kouassi Yao Jean Michel Privat<sup>1</sup>, N'Goran Kouamé Eduard<sup>1</sup>, Kanh Kpahé Herbert Michaël<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département de Génétique Animale, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

\* Email de l'auteur correspondant : [yaojean8@yahoo.fr](mailto:yaojean8@yahoo.fr)

Submission 23<sup>rd</sup> June 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 30<sup>th</sup> September 2023. <https://doi.org/10.35759/JABs.189.3>

### RÉSUMÉ

**Objectif :** La présente étude a pour objectif de faire la synthèse des études réalisées sur la résistance des tiques *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Côte d'Ivoire afin de proposer les nouvelles alternatives de luttés.

**Méthodologie et résultats :** Depuis l'introduction de l'espèce de tique *R. (B.) microplus* en Côte d'Ivoire pour la toute première fois précisément dans le Sud, son aire de distribution s'est étendu sur tout le territoire national. Son installation dans les fermes bovines constitue une perte pour les éleveurs du fait qu'elle transmet de nombreuses maladies animales et zoonotiques. Suite aux échecs de traitements contre cette espèce, certaines études ont été réalisées afin de confirmer la résistance *R. (B.) microplus* et de proposer de nouvelles gammes d'acaricides de synthèses aux éleveurs. Toutefois, les mauvaises pratiques des éleveurs (sous-dosage et/ou une surutilisation de ces substances) ont permis à cette espèce de développer différents types de résistance. L'évolution de la résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides de synthèse a fait naître de nouvelles recherches scientifiques portant sur l'utilisation des extraits de plantes comme bio acaricides et les races animales résistantes aux tiques. Ainsi, les extraits éthanoliques de feuilles d'*Azadirachta indica* (Meliaceae), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Cymbopogon citratus* (Poaceae) et *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) peuvent être employés comme des bio acaricides. Aussi, les races locales de bovins sont les moins sensibles aux tiques et aux maladies qu'elles transmettent.

**Conclusion et application des résultats :** Les travaux réalisés en Côte d'Ivoire sur la résistance des tiques *R. (B.) microplus* contre les acaricides de synthèse ne sont que phénotypiques. Ces études ne fournissent pas des informations exhaustives sur le mécanisme moléculaire de résistance de ces tiques aux acaricides.

**Mots clés :** Méthodes de lutte, Acaricides, Tiques, *Rhipicephalus*, Côte d'Ivoire.

### ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study is to summarize the studies carried out on the resistance of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ticks in Côte d'Ivoire in order to propose new control alternatives.

**Methodology and Results:** Since the introduction of the *R. (B.) microplus* tick species into Côte d'Ivoire for the very first time, precisely in the south, its distribution area has spread throughout the national territory. Its presence on cattle farms is a loss for farmers, as it transmits numerous animal and zoonotic diseases. Following the failure of treatments against this species, a number of studies have been carried out to confirm the resistance of *R. (B.) microplus* and to offer farmers new ranges of synthetic acaricides. However, farmers' poor practices (under-dosing and/or over-use of these substances) have enabled this species to develop different types of resistance. The development of *R. (B.) microplus* resistance to synthetic acaricides has led to new scientific research into the use of plant extracts as bio-acaricides and tick-resistant animal breeds. Ethanol extracts from the leaves of *Azadirachta indica* (Meliaceae), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Cymbopogon citratus* (Poaceae) and *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) can be used as bio-acaricides. Local breeds of cattle are also the least susceptible to ticks and the diseases they transmit.

**Conclusion and application of results:** The work carried out in Côte d'Ivoire on the resistance of *R. (B.) microplus* ticks to synthetic acaricides is only phenotypic. These studies do not provide exhaustive information on the molecular mechanism of resistance of these ticks to acaricides.

**Keywords:** Control methods, Acaricides, Ticks, *Rhipicephalus*, Ivory Coast.

## INTRODUCTION

En Afrique 223 espèces de tiques ont été inventoriées (Socolovschi *et al.*, 2008). Parmi lesquelles certaines sont spécifiques aux bovins et sont responsables de la transmission de maladies parasitaires, virales et bactériennes pouvant provoquer des paralysies chez les animaux (Kandé, 2014). Les tiques constituent une véritable menace au développement de l'élevage de bovins dans de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest comme la Côte d'Ivoire (Azokou *et al.*, 2021). Elles sont de ce fait responsables de sérieuses pertes économiques pour les éleveurs (Castro-Janer *et al.*, 2009 ; Yéo *et al.*, 2017). Dans le but de lutter contre ces ectoparasites hématophages, plusieurs méthodes sont employées à savoir : la lutte biologique, la lutte écologique, la lutte génétique et la lutte chimique (Yessinou *et al.*, 2016). L'utilisation des acaricides contre les tiques est une méthode de lutte facile et largement adoptée dans presque tous les élevages extensifs et intensifs, partout dans le monde (Mendes *et al.*, 2013). Cependant, l'utilisation incontrôlée des acaricides par les éleveurs a conduit rapidement au développement de population résistante (Agossou, 2018). Cette résistance a été

constatée dans les pays où l'espèce *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* est présente (Andreotti *et al.*, 2011 ; Lovis *et al.*, 2013). La résistance développée par *R. (B.) microplus* contre les produits chimiques constitue une difficulté majeure pour la lutte car elle a acquis des résistances contre 43 molécules acaricides différentes (Agossou, 2018). Ainsi, elle fait partie des 20 espèces d'arthropodes les plus résistantes au monde (Whalon *et al.*, 2008). Pour résoudre ce problème, les chercheurs ont fait recours en ces dernières années au développement d'acaricides à partir des extraits de plantes (Ravindran *et al.* 2012 ; Ghosh *et al.*, 2013). Ce travail tente de résumer l'ensemble des études effectuées sur la résistance développée par la tique *R. (B.) microplus* contre les acaricides de synthèse employés en Côte d'Ivoire tout en mettant l'accent sur les nouvelles alternatives de lutte.

**Origine de la tique du bétail :** *R. (B.) microplus* est originaire du continent Asiatique (Pal and Wharton, 1974). Elle a été introduite en Amérique et en Australie grâce au commerce de bétail (Walker *et al.*, 2003). Dès le début du VII<sup>e</sup> siècle, les importations des bovins indiens ont favorisé l'introduction de *R. (B.) microplus*

à Madagascar et en Afrique orientale. Mais, cette introduction au cours cette période fut un échec total dans ces régions. Car, *R. (B.) microplus* fut observée formellement pour la toute première fois à Madagascar en 1899 (Barré et Uilenberg, 2010). Sur le continent Africain, *R. (B.) microplus* a été découverte à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle précisément en Afrique australe (Zeman et Lynen, 2010). Son introduction en Afrique de l'Ouest a été observée pour la première fois en Côte d'Ivoire sur des bovins en provenance du Brésil (Madder *et al.*, 2012, 2010, 2007). Suite à son installation dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire, *R. (B.) microplus* s'est propagée dans tous les élevages bovins du pays (Boka *et al.*, 2017). Elle connaît déjà une prolifération accrue non seulement au Sud mais également au Nord qui représente la zone d'élevage par excellence (Boka *et al.*, 2014).

**Impact de *R. (B.) microplus* dans l'élevage bovins :** Comme les autres espèces de tiques, les pertes engendrées par les tiques *R. (B.) microplus* sont diverses. Ces pertes sont engendrées par l'action directe des tiques sur les bovins et aussi par les maladies qu'elles transmettent au bétail. À ceux-ci, s'ajoute le coût de la lutte qui est plus élevé que les pertes

(Young *et al.*, 1988). De nombreuses pertes sont enregistrées lorsque les tiques *R. (B.) microplus* se fixent sur les animaux (Tableau 1). La perte de poids de l'animal qui réduit le poids carcasse de l'animal (Madder *et al.*, 2010 ; Kandé, 2014). Les pertes causées par chaque tique femelle *R. (B.) microplus* chez les bovins laitiers varient de 0,6 à 1,5 g du poids de l'animal infesté (Huber *et al.*, 2015). Les travaux menés par Jonsson *et al.* (1998) ont révélé qu'une tique femelle gorgée appartenant à l'espèce *R. (B.) microplus* entraînait une réduction d'environ 9 ml de la quantité de lait produite par une vache de la race Holstein-Frisonnes. Les tiques peuvent endommager les quartiers des mamelles des vaches infestées entraînant parfois la mort des veaux avant leur sevrage (Kandé, 2014; Yaovi, 2020). Parmi les différents dégâts causés, sont citées les pertes de sang des bovins au niveau des sites de fixation de la tique et aussi les prélèvements de sang par la tique, qui provoquent l'anémie chez les bovins les plus infestés. Les tiques entraînent souvent la dégradation de la peau des animaux qu'elles infestent. Ces peaux dégradées sont mal appréciées sur le marché (Biguezoton, 2016).

**Tableau 1 :** Coût annuel des pertes liées aux dégâts causés par les tiques (Mapholi *et al.*, 2014).

Coût des pertes (dollar)	Localités	Auteurs
7 milliards	Monde	McCosker (1979)
160 millions	Afrique	Dold et Cocks (2001)
1,5 millions	Éthiopie	Newson (1991)
2 milliards	Brésil	Grisi <i>et al.</i> (2002)

**Rôle pathogène de *R. (B.) microplus* :** *R. (B.) microplus* transmet les protozoaires *Babesia bovis* et *Babesia bigemina*, provoquant la Babésiose bovine chez les bovins (Tableau 2). L'infection à *Babesia bovis* est contractée par les adultes d'une génération de tiques et est transmis par voie trans-ovarienne aux larves de la prochaine génération. Cette tique transmet aussi les bactéries *Anaplasma marginale* et *Borrelia theileri* provoquant respectivement

l'Anaplasmose bovine et la Spirochaetose du bétail (Agossou, 2018 ; Yaovi, 2020). *Theileria annulata*, agent de la Theilériose tropicale, a été également identifié chez *R. (B.) microplus* (Yéo *et al.*, 2020). Les agents pathogènes, une fois transmises, se multiplient dans le sang et dans les tissus de l'animal et entraînent des troubles plus ou moins graves qui peuvent parfois entraîner la mort (Zachée *et al.*, 2020). En plus de ces agents pathogènes,

*R. (B.) microplus* est capable de transmettre le virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo (FHCCV) qui est un agent pathogène zoonotique qui provoque une maladie hémorragique mortelle chez l'homme. La première détection du virus Crimée-Congo a été faite sur les tiques collectées chez les bovins à Bouaflé dans la région de la Marahoué en Côte d'Ivoire (Adjoua *et al.*, 2021). L'introduction de *R. (B.) microplus*

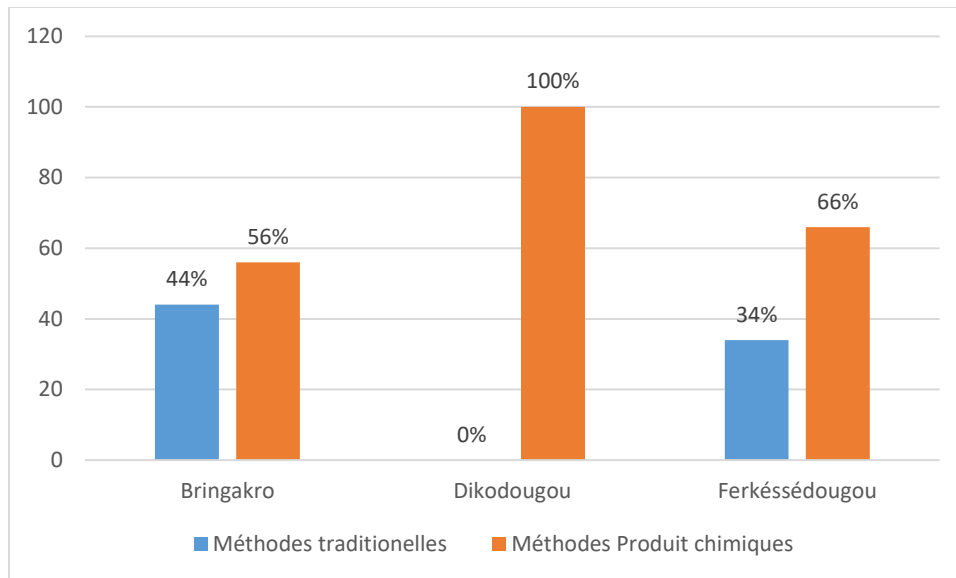
dans une localité entraîne la modification de la population d'agents pathogènes transmis par les tiques du bétail (Zeman *et Lynen*, 2010). Ce fut le cas en Afrique du Sud où la présence *R. (B.) microplus* s'est accompagnée de l'apparition de foyers du plus virulent des agents pathogènes de Babésiose (*Babesia bovis*) dont elle était la seule espèce vectrice (Lyman *et al.*, 2008 ; Biguezoton, 2016).

**Tableau 2** : Agents pathogènes et maladies transmises par *R. (B.) microplus* au bétail

Maladies	Agents Pathogènes	Références
Anaplasmose	<i>Anaplasma marginale</i>	(Uilenberg, 1995)
Babésiose	<i>Babesia bigemina</i>	(Bock <i>et al.</i> , 2004)
	<i>Babesia bovis</i>	(Uilenberg, 1995)
Spirochaetose	<i>Borrelia theileri</i>	(Agossou, 2018)
Theilériose tropicale	<i>Theileria annulata</i>	(Yéo <i>et al.</i> , 2020)

**Méthodes de contrôle contre les tiques :** Le détiqage manuel et la lutte acaricide constituent les méthodes usuelles de lutte contre les tiques en Afrique de l'Ouest. Dans les systèmes de productions à faibles intrants vétérinaires, le détiqage manuel est considéré comme étant la principale méthode de lutte et est pratiqué généralement sur les animaux les moins infestés (Adakal *et al.*, 2013). Quant à la lutte chimique, elle est employée par la majorité des éleveurs pendant les périodes de forte infestation. Les animaux sont traités aux acaricides contre les tiques à travers des pulvérisations ou des bains et des sprays (Biguezoton, 2016). Plus récemment, la recherche des plantes médicinales pour le contrôle de *R. (B.) microplus* a connu un essor spectaculaire en Afrique de l'Ouest (Barbosa *et al.*, 2013). Ainsi, des extraits de quelques plantes ont été testés (Borges *et al.*, 2011). Il faut noter que les éleveurs font recours à certains organes de plantes locales pour le traitement de leurs animaux contre les tiques en Afrique de l'Ouest. Par exemple, dans le

Nord du Bénin, 58% des éleveurs utilisent les plantes locales pour traiter leurs animaux contre les tiques (Dossou-Gbete *et al.*, 2006). En Côte d'Ivoire, une enquête portant sur les méthodes de lutte contre les tiques a été réalisée par Azokou *et al.* (2016) dans trois (3) départements : le département de Bringakro au Centre, le département de Dikodougou et le département de Ferkessédougou au Nord de la Côte d'Ivoire. Ils ont révélé que les stratégies de lutte contre les tiques sont basées essentiellement sur l'utilisation des acaricides de synthèse pour 68,1% des éleveurs interrogés dans l'ensemble des trois (3) départements. La figure 1 présente les proportions des éleveurs utilisant les méthodes traditionnelles et les méthodes chimiques pour le contrôle des tiques dans le Centre et dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Parmi les méthodes traditionnelles de lutte contre les tiques, l'arrachage ou détiqage manuel est utilisé par 42,20% des éleveurs, l'usage d'huile de vidange ou de moteur par 33,30% et l'emploi de plantes médicinales par 11,10% des éleveurs (Azokou *et al.*, 2016).



**Figure 1 :** Méthodes utilisées le contrôle des tiques en Côte d'Ivoire (Azokou *et al.*, 2016)

**Acaricides chimiques employées :** En Côte d'Ivoire, les acaricides de synthèses utilisés pour le contrôle des tiques sont répertoriés dans le tableau 3. Ce répertoire a été obtenu suite à une enquête réalisée par Boka *et al.* (2023). Il ressort de cette enquête que : l'Alphacyperméthrine, la Fluméthrine, la Deltaméthrine, l'Amitraz, le Fipronil, la Cyperméthrine et un autre acaricide composé de Chlorpyriphos, Cyperméthrine et Butoxide de pipéronyl constituent les sept molécules

acaricides vendues officiellement sur le marché en Côte d'Ivoire. En plus, Azokou *et al.* (2016); Yéo *et al.* (2017) ont aussi mentionné au cours d'une enquête réalisée au Centre et au Nord de la Côte d'Ivoire que les acaricides de synthèse utilisés pour lutter contre les tiques sont majoritairement dominés par l'Amitraz 12,5% puis de l'Aphacyperméthrine, la Cyperméthrine et la Perméthrine.

**Tableau 3 :** Acaricides utilisées en Côte d'Ivoire (Boka *et al.*, 2023)

Molécules actives	Acaricides	Distributeurs
Cyperméthrine - chlorpyriphos- butoxide de pipéronyl	Vectoclor plus bain	Pharmacie du commerce
Deltaméthrine 50g	Vectocid	
Alphacyperméthrine 10%	Dominex	
Cyperméthrine - chlorpyriphos - butoxide de pipéronyl citronnelle	Vectoclor plus pour on	
Amitraz 12,5%	Antitic	CODIVET
Alphacyperméthrine 10%	Alphacypermethrine	
Deltaméthrine 5%	Butox	
Deltaméthrine 5%	Deltalobs	
Alphacyperméthrine 10%	Alphalobs	
Deltaméthrine 5%	Deltamethrine	
Alphacyperméthrine 10 %	Dominex	
Fluméthrine 5%	Topticol	

Cyperméthrine-chlorpyriphos- butoxide de pipéronyl citronnelle	Cypertop	SN PROVECI
Cyperméthrine	Provethrine	
Cyperméthrine 10%	Canamethrine	
Fluméthrine 7,5%	Flumethrate	ALL VET
Alphacyperméthrine 10%	Althrine	
Fipronil	Topline	PHARMAVET
Alphacyperméthrine 10%	Alphacyperméthrine	
Amitraz 20%	Vacopzinc 20EC	CPV
Alphacyperméthrine 10%	Ticknet	

**Historique de la résistance des tiques :** C'est à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle qu'a débuté la lutte chimique contre les tiques avec l'emploi de l'Arsenic. Suite à l'introduction de cette classe de molécule, ont suivi : la classe des Organochlorés (OC), des Amidines, des Pyréthrénoïdes de Synthèse (PS), des Organophosphorés (OP), des Phénylpyrazoles, des Régulateurs de croissance, des Lactones macrocycliques (LM) et des Spinosynes. La mise en place de nouvelles molécules acaricides s'expliquait par le développement des résistances des tiques contre l'ancien acaricide (Lovis, 2012). En effet, les Arsenicaux ont été les premiers composés utilisés pour le contrôle des tiques, introduits en 1895 (Waltisbuhl *et al.*, 2005). En 1936, les premières résistances de *R. (B.) microplus* à l'Arsenic fut observées (Legg, 1947). Face à cette résistance fut l'introduction sur le marché les acaricides appartenant à la classe des Organochlorés (OC) en 1939 pour lutter contre les tiques résistantes aux Arsenicaux (Graf *et al.*, 2004). Les Organochlorés sont des acaricides qui coûtent moins chères sur le marché, sont très efficaces et peu toxiques pour l'homme que les acaricides appartenant à la classe des Arsenicaux. Malgré l'efficacité des Organochlorés, les tiques ont développé une résistance contre cette classe d'acarides à partir de 1952 dont les premières résistances ont été remarqués au Brésil (Freire, 1953). Quelques années après les premières observations de ces résistances, les Organochlorés ont été interdits pour le traitement des animaux contre les

tiques car ils présentent aucune activité dégradable dans l'environnement et leurs résidus sont stockés dans la viande et le lait (Graf *et al.*, 2004). C'est ainsi que les Organophosphorés (OP) ont été recommandés pour la lutte contre les tiques en 1950 (Andreotti, 2010). Les OP étaient biodégradables comparativement au OC. Mais, ils possédaient une forte toxicité contre les mammifères (Cremllyn, 1978). Les premières apparitions de la résistance des tiques contre les OP ont été observées en Australie et au Texas en 1960 (Roulston *et al.*, 1968 ; Miller *et al.*, 2005). En 1970, les fermiers ont commencé à utiliser les Amidines pour lutter contre les tiques (Nolan, 1981). Actuellement, l'Amitraz constitue la molécule active principale des acaricides appartenant à la classe des Amidines. Cette molécule présente une toxicité élevée contre les tiques et une toxicité faible chez le bétail et chez l'homme (Jonsson *et al.*, 2007). Après le traitement, elle peut empêcher la réinfestation des tiques sur les animaux pendant une semaine au moins. L'Amitraz a la particularité de se dégradé rapidement dans l'environnement. Elle présente aucun délai d'attente avant la consommation de la viande suite à un traitement (Jonsson *et al.*, 2007). Les observations de la résistance contre l'Amitraz ont débuté entre la quatrième et la dixième année d'utilisation en Australie, en Amérique du Sud, en Afrique du sud, au Mexique et Nouvelle-Calédonie (Nolan, 1981). Alors qu'en Afrique australe, en Amérique latine et

en Australie, l'Amitraz faisait partir des molécules les plus employées pour la lutte contre les tiques du bétail (Jonsson *et al.*, 2007 ; Lovis, 2012). La fin de 1970, marque le début de l'utilisation des Pyréthrénoïdes Synthétiques (PS) pour le contrôle des tiques (Graf *et al.*, 2004). La résistance des tiques contre les Pyréthrénoïdes Synthétiques a été enregistrée au Brésil et en Australie en 1980 (Leite, 1988 ; Nolan *et al.*, 1989). A ce jour, la résistance à cette classe d'acaricide a été signalée dans les pays où ils sont utilisés (Miller *et al.*, 2007). Geary (2005) a signalé que l'utilisation des Lactones Macrocycliques (LMs) date de 1981. Comparativement aux Pyréthrénoïdes Synthétiques, les Lactones Macrocycliques sont très efficaces pour le contrôle des tiques (Taylor, 2001). Mais, elles proposent une longue durée d'attente pour la consommation du lait et de la viande ce qui empêche leur usage dans les élevages (Andreotti, 2010). Jusqu'à présent, aucune résistance des tiques contre les Lactones Macrocycliques n'a été observée dans les autres pays du monde en dehors du Brésil et du Mexique dont les premières résistances ont été découvertes en 2001 (Martins et Furlong, 2001 ; Lovis, 2012). Parmi, la classe des Phénylpyrazoles, le Fipronil a été la seule molécule employée pour le contrôle des tiques de bovins à partir de 1990 (Davey *et al.*, 1998). Le Fipronil est biodégradable et son activité

peut se prolonger qu'au-delà d'un mois (Davey *et al.*, 1999). Cependant, les premières résistances contre le Fipronil ont été enregistrées au Brésil et en Uruguay en 2007 (Cuore *et al.*, 2007 ; Castro-Janer *et al.*, 2010). Les Régulateurs de croissance constituent l'une des dernières classes d'acaricides introduites pour le contrôle des tiques. Ainsi, ils ont été introduits pour le contrôle des tiques dans les années 94 précisément en Australie. Au cours de l'année 2010, un seul cas de résistance contre les Régulateurs de croissance a été signalé dans le monde (Jackson et Stutchbury, 2010). Les Spinosads sont des composés naturels synthétisés à partir des champignons (Miller *et al.*, 2011). Ils sont utilisés pour la lutte contre les tiques sur le continent Américain et Asiatique (Jonsson *et al.*, 2010). Les Spinosads sont efficaces contre les tiques immatures de *R. (B.) microplus* (Davey *et al.*, 2001). Les tiques possèdent une faible résistance au Spinosad croisé avec d'autres produits chimiques (Davey *et al.*, 2001). Enfin, il faut noter que la résistance des tiques contre les acaricides de synthèse est un phénomène qui date de plus d'un siècle. Aussi, les tiques présentent des résistances à presque toutes les classes de molécules acaricides (figure 2). Alors, quelles sont les différents facteurs qui interviennent dans la résistance des tiques *R. (B.) microplus* ?

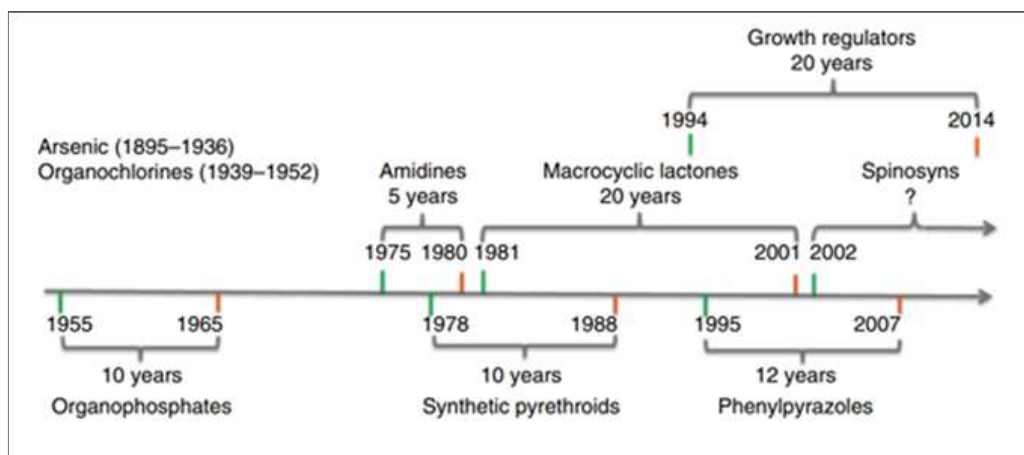


Figure 2 : Historique de l'introduction des classes de composés acaricides dans le monde

**Facteurs conduisant au développement de la résistance** : Le surdosage et le sous-dosage des acaricides par les fermiers sont les causes principales qui justifient le développement de la résistance des tiques contre les acaricides de synthèse. En effet, suite à plusieurs enquêtes réalisées en Afrique de l'Ouest, il a été mentionné que la plupart des éleveurs font le surdosage des acaricides (Yéo *et al.*, 2017 ; Biguezoton, 2016 ; Boka *et al.*, 2023).

**Mécanisme de résistance de *R. (B.) microplus*** : En termes généraux, la résistance peut survenir par plusieurs mécanismes chez les tiques de bovins. Généralement, ces mécanismes s'effectuent soit au niveau des sites cibles ou soit au niveau de la cuticule qui empêche la pénétration de l'acaricide au sein de la tique. La résistance causée par la modification des sites cibles de fixation existe lorsqu'un allèle du gène codant pour la molécule cible attaquée par l'acaricide présente une mutation de l'acide aminé qui lui confère une résistance à l'acaricide. Ce mécanisme de résistance est courant, particulièrement bien étudié dans le cas de la classe des Pyréthriinoïdes (Guerrero *et al.*, 2012). Quant à la résistance dû à la réduction de la pénétration chez les tiques, elle pourrait résulter d'une modification de la perméabilité de la cuticule qui empêcherait la pénétration de l'acaricide au sein de l'individu traité à un acaricide. Ce mécanisme de résistance a été identifié chez quelques arthropodes notamment chez *R. (B.) microplus* (Schnitzerling *et al.*, 1983 ; Noppun *et al.*, 1989). La résistance métabolique aux acaricides se produit par des changements dans la capacité d'un individu à détoxifier ou à séquestrer un acaricide. Les familles d'enzymes appelées cytochrome P450, estérases et glutathion S-transférases sont généralement impliquées dans la résistance métabolique et ce type de résistance a été étudié chez *R. (B.) microplus*.

**Études de la résistance de *R. (B.) microplus* en Côte d'Ivoire** : En Côte d'Ivoire certaines études ont confirmé la résistance de *R. (B.)*

*microplus* à certains acaricides (Azokou *et al.*, 2016 ; Achi *et al.*, 2022; Boka *et al.*, 2023). Au cours d'une enquête menée par Azokou *et al.* (2016) dans les départements de Toumodi, Dikodougou et Ferkessédougou, la majorité des éleveurs ont affirmé que les acaricides de synthèse tels que : l'Aphacyperméthrine, la Cyperméthrine, la Permethrine et l'Amitraz 12,5% sont inefficaces contre certaines espèces de tiques, notamment celles du sous-genre *Rhipicephalus (Boophilus)*. Face aux échecs récurrents de traitements et aux plaintes des éleveurs, la méthode Larval Packet Test (LPT) a été employée pour tester la résistance *R. (B.) microplus* aux acaricides afin d'apporter une aide aux éleveurs dans le choix des acaricides. En effet, une évaluation de la résistance de *R. (B.) microplus* à cinq (5) acaricides de synthèses (Deltaméthrine, Cyperméthrine, Alphacyperméthrine, Chlorpyrifos et Amitraz) a été réalisée par Kandé (2014). Cette étude a été effectuée sur des échantillons de tiques *R. (B.) microplus* en provenance de la Côte d'Ivoire. Il ressort que les ratios de résistance (RR<sub>90</sub>) sont compris entre 20,97 à 256,85 (IC 95%) et les ratios de résistance (RR<sub>50</sub>) varient de 11,38 à 87,68 (IC 95%). Il a révélé aussi que les tiques *R. (B.) microplus* présentent une forte résistance contre les cinq acaricides de synthèses testés avec des RR>10. Ainsi, le plus haut niveau de résistance a été enregistré chez la Deltaméthrine avec RR<sub>50</sub> = 87,68 et RR<sub>90</sub> = 256,85. Tandis que, l'Amitraz a obtenu le plus faible niveau de résistance avec RR<sub>50</sub>= 11,38 et RR<sub>90</sub>= 20,97 (Tableau 4). Les travaux de Kandé (2014) ont confirmé les observations des fermiers face à la résistance des tiques. L'étude a également permis de mettre l'accent sur la recherche de solution pour le contrôle de la résistance des tiques. Selon les études de Achi *et al.* (2022) dans le Sud, le Centre et le Nord de la Côte d'Ivoire, *R. (B.) microplus* a développé une forte résistance à l'Amitraz et à la Deltaméthrine et une faible résistance au niveau l'Alphacyperméthrine. Ce qui a permis



de recommander l'Alphacyperméthrine aux éleveurs pour lutter contre *R. (B.) microplus*. Enfin, une étude réalisée récemment par Boka *et al.* (2023) pour estimer le niveau de résistance de *R. (B.) microplus* à trois (3) acaricides de synthèse : la Deltaméthrine, la Fluméthrine et le nouveau produit d'acaricides associés (Cyperméthrine-Chlorpyrifos-Butoxyde-Pipéronyl-Citronnelle). L'étude a révélé une forte résistance de *R. (B.) microplus* à la Deltaméthrine et à la Fluméthrine. Cependant, un niveau de sensibilité acceptable exprimé par la population de tiques de *R. (B.) microplus* à l'association d'acaricides (Cyperméthrine-Chlorpyrifos-Butoxyde-Pipéronyl-Citronnelle) a été signifié (Tableau 4). Retenons que la majorité des études menées

en Côte d'Ivoire jusqu'à présent n'ont fait l'objet de confirmation à la résistance des tiques *R. (B.) microplus* aux différents acaricides de synthèses. Cependant au Burkina Faso, Adakal *et al.* (2013) ont étudié la résistance de plusieurs générations (F0, F1, F2, F3, F4, F5 et F12) de *Rhipicephalus (Boophilus) geigy* à l'Alphacyperméthrine. Ceci pourrait être l'objet d'une nouvelle étude de toutes les espèces de tiques du sous-genre *Rhipicephalus (Boophilus)* en Côte d'Ivoire. En plus, de l'étude phénotypique de la résistance des tiques *R. (B.) microplus* aux acaricides de synthèses, il serait donc nécessaire d'étudier les gènes de résistance à l'origine de ce phénomène en Côte d'Ivoire.

**Tableau 4 :** Niveau de sensibilité de *R. (B.) microplus* à quelques acaricides en Côte d'Ivoire

Acaricides	Pente (±ES)	DL50 (95% IC)	RR50 (95% IC)	DL90 (95% IC)	RR90 (95% IC)	Auteurs
Deltaméthrine	1,62±0,1	1,420 (1,188-1,766)	73,49 (48,9-110,5)	8,721 (6,003-14,310)	237,46 (151,7-371,7)	Kande (2014)
Alphacyperméthrine	1,93±0,1	1,627 (1,404-1,945)	52,15 (40,4-67,3)	7,479 (5,417-11,692)	97,95 (78,3 - 122,6)	
Cyperméthrine	1,98±0,1	0,942 (0,839-1,076)	65,61 (41,0-104,9)	4,267 (3,345-5,784)	173,06 (110,5 - 271,0)	
Amitraz	2,42±0,1	0,280 (0,250-0,317)	15,90 (11,3-22,4)	0,947 (0,773-1,223)	28,65 (20,3- 40,5)	
Chlorpyrifos	2,33±0,1	0,301 (0,263-0,346)	15,28 (11,1-21,0)	1,069 (0,852-1,434)	26,41 (19,2-36,3)	
Association	-4,07±1,12	21,25e-03 (8,67e-04-19,54e-03)	3,03 (2,68 -3,39)	4,86e-02 (3,88e-03- 4,1e-02)	5,01 (4.18 - 5,84)	Boka <i>et al.</i> (2023)
Deltaméthrine	-2,21±3,76	2,20e-01 (4,12e-03 - 2,12e-01)	69,86 (64,94 -74,77)	2,88e-01 (2,13e-02 - 2,46e-01)	44,30 (35,64 - 52,97)	
Fluméthrine	-3,05±0,70	7,77e-02 (7,12e-02 - 8,42e-02)	50,66 (43,10 - 58,22)	1,56e-01 (1,25e-01 - 1,87e-01)	44,50 (28,00 - 61,01)	
Amitraz 12,5% EC	-4,14±2,25	7,83e-04 (7,10e-04 - 9,00e-04)	108,69 (93,18 - 124,19)	1,49e-03 (9,72e-04 - 2,00e-03)	79,45 (44,64 - 114,26)	Achi <i>et al.</i> (2022)
Alphacyperméthrine 10% EC	-4,30±1,29	0,20 (0,18 - 0,22)	5,93 (5,16 - 6,70)	0,33 (0,21- 0,45)	4,83 (2,87- 6,79)	
Deltaméthrine 5% EC	-1,20±1,64e-01	4,11 (0,0 - 19,46)	1910,3 (0,0 9- 63,3)	25,49 (0,0 - 128,41)	6859,7 (0,0- 34429)	

DL (%) : Dose Létale ; RR : Ratio de Résistance ; IC : Intervalle de Confiance ; ES : Erreur Standard

**Nouvelle alternative de contrôle des tiques : Synthèse de Bio acaricide :** L'évolution de la résistance des tiques *R. (B.) microplus* aux acaricides de synthèse a fait naître le besoin de nouvelles recherches scientifiques sur d'autres moyens de lutte. A cet sujet, diverses études sur les plantes ont été réalisées pour tenter de trouver des extraits aux propriétés acaricides (Diaha-Kouamé *et al.*, 2017a). Des extraits aqueux et des extraits éthanoliques de feuilles d'*Azadirachta indica* (Meliaceae), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Cymbopogon citratus* (Poaceae) et *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) ont été testées à diverses concentrations sur *R. (B.) microplus* par Diaha-Kouamé *et al.* (2017a). En effet, des tests sur des larves et des femelles gorgées ont été réalisés à des concentrations allant de 25 à 400 mg/ml. Les extraits éthanoliques de ces 4 plantes ont tous été très actifs avec un taux de mortalité de 100% des larves. L'extrait éthanolique de *C. citratus* a entraîné la mortalité la plus élevée à différentes concentrations avec une concentration létale (CL50) de 35,924 mg/ml. Chez les femelles gorgées, l'extrait aqueux de *C. citratus* induit la plus forte inhibition de ponte, 58,20% à la concentration de 400 mg/ml. A cette même concentration, l'extrait de *R. communis* était plus actif sur l'éclosion avec un faible taux d'éclosion des œufs (25,06%). L'application de ces extraits de plantes a présenté une activité acaricide contre *R. (B.) microplus*, il est donc évident que l'utilisation d'extraits de plantes pour le contrôle de cette tique est une alternative possible. En plus, les travaux de Azokou *et al.* (2022) ont permis d'évaluer

## PERSPECTIVE

La lutte contre les tiques de bétail nécessite l'utilisation des acaricides. Toutefois, l'utilisation intensive et inadaptée des acaricides de synthèses a conduit au développement de la résistance des tiques *R. (B.) microplus* à travers son aire de distribution. Pour une meilleure gestion de la

l'activité acaricide des plantes utilisées pour lutter contre les tiques en Côte d'Ivoire. Les extraits de plantes ont été testés in vitro sur des œufs, des larves et des adultes de deux souches de *R. (B.) microplus* résistantes à Amitraz, en utilisant respectivement la méthode Larval Tarsal Test (LTT), Larval Packet Test (LPT) et Adult Immersion Test (AIT), à des concentrations de 1 mg/ml à 5 mg/ml. Sur les 22 extraits testés, quatre ont montré une activité acaricide contre les œufs (4 mg/ml) et trois contre les larves à 5 mg/ml. Ces extraits ont inhibé la fertilité et ont entraîné la mortalité des tiques femelles. Ces résultats donnent de la crédibilité à l'utilisation des extraits de plantes pour le développement des bioacaricides pour le contrôle des tiques *R. (B.) microplus*.

**Recherche de races résistantes contre les tiques :** L'utilisation abusive des acaricides pour le traitement des animaux peut entraîner une augmentation des résidus d'acaricides dans l'environnement. Ces résidus peuvent se retrouver dans les produits animales (le lait et la viande) dont dans l'alimentation de l'homme (Diaha-Kouamé *et al.*, 2017b; N'Goran *et al.*, 2021). Ainsi, dans le but lutter contre l'usage intensif des acaricides, des études ont été effectuées afin de rechercher des races animales résistantes naturellement à l'infestation des tiques et aux maladies qu'elles transmettent. Les travaux de Achi *et al.* (2012) et ceux N'Goran *et al.* (2021) ont révélé que les races locales de bovins notamment la N'Dama, la Baoulé et la Lagunaire sont moins sensibles aux infestations des tiques. Cependant, les races exotiques et les Métis présentent une sensibilité plus élevée.

résistance des tiques aux acaricides, il faut donc :

1. Identifier et cartographier les zones dans lesquelles *R. (B.) microplus* résistante aux acaricides.
2. Rechercher les gènes à l'origine de la résistance à chaque acaricide de synthèse.

3. Former les éleveurs aux bonnes pratiques d'usage aux acaricides de synthèses.

4. Encourager la recherche à l'identification et l'amélioration des races animales

naturellement résistantes aux infestations des tiques.

5. Renforcer les capacités de recherche des extraits de plantes pour la synthèse des acaricides.

### CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Au terme de cette étude, il ressort que plusieurs méthodes dont la lutte biologique, la lutte écologique, la lutte génétique et la lutte chimique sont utilisées pour le contrôle des tiques. Parmi ces méthodes, l'usage des acarides de synthèse contre les tiques constitue la méthode de lutte adoptée et accessible aux éleveurs en Côte d'Ivoire. Cependant, l'utilisation anarchiques des acarides de synthèses par les éleveurs a entraîné le développement de résistances des tiques *R.*

(*B.*) *microplus* contre plusieurs molécules acaricides. Ainsi, de nombreuses études justifient cette résistance par les mauvaises pratiques employées par les éleveurs au cours des traitements. Toutefois, aucune étude portant sur les mécanismes génétiques à l'origine des résistances des tiques en Côte d'Ivoire n'a encore été réalisée. Il serait donc nécessaire d'étudier les gènes de résistances de *R. (B.) microplus* afin d'en éclairer davantage.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

**Contributions des auteurs :** KYJMP : recherche documentaire et rédaction de l'article de synthèse. KHMK : recherche documentaire et rédaction de l'article de synthèse. NKE : supervision générale de la rédaction de l'article de synthèse, corrections, amendements de l'article et validation de l'article après sa rédaction.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achi YL, Koné P, Stachurski F, Zinstag J, Bethschart B, 2012. Impact des tiques sur les bovins métissés dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Bulletin of Animal Health Production in Africa*. 60 :109-118.

Achi LY, Boka M, Biguezoton A, Yao PK, Adakal H, Kande S, Azokou A, Koffi LS, Akoto PR, Kone M, 2022. Resistance of the cattle tick *Rhipicephalus microplus* to Alphacypermethrin, Deltamethrin and Amitraz in Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16 (2): 910-922.

Adakal H, Biguezoton A, Zoungrana S, Courtin F, De Clercq EM, Madder M, 2013. Alarming spread of the Asian cattle tick *Rhipicephalus microplus* in

West African another three countries are affected: Burkina Faso, Mali and Togo. *Experimental and Applied Acarology*, 61(5) : 383-386.

Adjogoua EV, Diaha-Kouamé CA, Guindo CN, Diane KM, Kouassi KARMC, Dosso M, 2021. Première détection du virus de la fièvre hémorragique Crimée Congo dans les tiques circulant à Bouaflé, région de la Marahoué, Côte d'Ivoire. *Revue Bio-Africa*, 25 : 51-60.

Agossou GJ, 2018. Étude de la résistance des tiques *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, à l'Alphacypermethrine et à la Deltaméthrine. Université Abomey-Calavi, Bénin, Rapport de stage de licence, 47p.

- Andreotti R, 2010. Diagnostico de resistência de *Boophilus microplus* a piretroides, 2 : 1-36.
- Andreotti R, Guerrero FD, Soares MA, Barros JC, Miller RJ, Léon AP, 2011. Acaricide resistance of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev Bras Parasitol Veterinária*, 20 (2) :127-133.
- Azokou A, Achi YL, Koné MW, 2016. Lutte contre les tiques du bétail en Côte d'Ivoire par des méthodes traditionnelles. *Livestock Research for Rural Development*, 28: 52-58.
- Barbosa C, Da S, Borges LMF, Nicácio J, 2013. In vitro activities of plant extracts from the Brazilian Cerrado and Pantanal against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*, 60 (5) : 421-430.
- Barré N, Uilenberg G, 2010. Propagation de parasites transportés avec leurs hôtes : cas exemplaires de deux espèces de tiques du bétail. In *Revue scientifique et technique de l'office internationale*, 52 (1) :135-147.
- Biguezoton A, 2016. Invasion biologique écologie de la santé vétérinaire : le cas des communautés de tiques et pathogènes associés au Bénin et au Burkina Faso à l'heure de leur invasion par la tique du bétail *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Université de Montpellier et l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, PhD Thesis, 259p.
- Bock R, Jackson L, De Vos A, Jorgensen W, 2004. Babesiosis of cattle. *Parasitology*, 129, 5247-5269.
- Boka OM, Madder M, Achi YL, Kaboret YY, Berkvens D, 2014. Modelisation du remplacement de *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* par *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, une tique émergente en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 30 (10) :120-132.
- Boka OM, Achi L, Adakal H, Azokou A, Yao P, Yapi YG, Kone M, Dagnogo K, Kaboret YY, 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*, 71 (4): 355-369.
- Boka M, Biguezoton A, Achi L, Kande S, Koffi SL, Akoto P, Yapi YG, 2023. Résistance de la Tique Invasive *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* à la Nouvelle Gamme d'Acaricides Distribués en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 13 (1): 303-322.
- Borges LMF, Sousa LAD, Barbosa CS, 2011. Perspectives for the use of plant extracts to control the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 20 (3): 89-96.
- Castro-Janer E, Martins JR, Mendes MC, Namindome A, Klafke GM, Schumaker TT, 2010. Diagnoses of fipronil resistance in Brazilian cattle ticks *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* using in vitro larval bioassays. *Veterinary Parasitology*, 17: 300-306.
- Cremlyn R, 1978. Pesticides in the Environment. In John Wiley and Sons, *Pesticides: Preparation and Mode of Action*, 210-221.
- Cuore U, Trelles A, Sanchis I, Gayo V, Solari MA, 2007. Primer diagnostico de resistencia al Fipronil en la garrapata comun deI ganado *Boophilus microplus*. *Veterinaria* 42 (8) : 35-41.
- Davey RB, Ahrens EH, George JE, Hunter JS, Jeannin P, 1998. Therapeutic and persistent efficacy of fipronil against *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on cattle. *Vet Parasitol*, 74 : 261-276.

- Davey RB, George JE, Hunter JSI, Jeannin P, 1999. Evaluation of a pour-on formulation of fipronil against *Boophilus annulatus* (Acari: Ixodidae) under natural South Texas field conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 23 (10): 351-364.
- Davey RB, George IE, Snyder DE, 2001. Efficacy of a single whole-body spray treatment of spinosad, against *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on cattle. *Veterinary Parasitology*, 99: 41-52.
- Diaha-Kouamé DAC, Patrick YK, Christian TDK, Alain A, Koffi K, 2017a. Evaluation of acaricide activity in the leaves extracts of four medicinal local plants on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888). *Pharma. Innov. J.*, 6 (7) : 78-85.
- Diaha-Kouame ACA, Tian-Bi TYN, Yao PK, Achi YL, Dupraz M, Koffi K, Dujardin JP, 2017b. Apport de la morphométrie géométrique dans la lutte contre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888) sur le couloir de transhumance Ivoire-Burkinabé. *International Journal of Biology Cheminical Sciences*. 11: 2630-2648.
- Dold A, Cocks M, 2001. Traditional veterinary medicine in the Alice district of the Eastern Cape Province, South Africa. *South African Journal of Science*, 97: 375-379.
- Dossou-Gbete G, Salifou S, Aboh A, Dossa S, 2006. Evaluation Participative de l'importance des Tiques et méthodes endogènes de lutte au nord Bénin : Perspectives et valorisation. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, 4 : 61-68.
- Freire JJ, 1953. Arseno e cloro resistência e emprego de tiofosfato de dietilparanitrofenila (Parathion) na luta anticarrapato *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887). *Bol. Dir. Prod. Anim*, 9: 3-31.
- Geary TG, 2005. Ivermectin 20 years on: maturation of a wonder drug. *Trends Parasitol.* 21(11): 530-532.
- Ghosh S, Tiwari SS, Srivastava S, 2013. Acaricidal properties of Ricinus communis leaf extracts against organophosphate and pyrethroids resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology*, 192: 259-267.
- Graf IF, Gogolewski R, Leach-Bing N, Sabatini GA, Molento MB, Bordin EL et Arantes GJ, 2004. Tick control: an industry point of view. *Parasitology* 129: 427-442.
- Grisi L, Massard C, Moya BG, Pereira, 2002. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. *A Hora Veterinária*, 21: 8-10.
- Guerrero FD, Bendele KG, Chen AC, Li AY, Miller RJ, Pleasance E, 2007. Serial analysis of gene expression in the southern cattle tick following acaricide treatment of larvae from organophosphate resistant and susceptible strains. *Insecte and Molecular Biology*, 16 (1) : 49-60.
- Huber K, Lefrançois T, Cardinale E, Esnault O, Hue T, Pannequin M, Stachurski F, 2015. Impacts majeurs des tiques en santé animale en Outre-mer, in : Journée Thématique Tiques et Maladies à Tiques : Impacts En Santé Humaine et Vétérinaire, 104p
- Jackson L, Stutchbury R, 2010. Fluazuron resistance in cattle ticks (Poster).
- Jonsson NN, Miller RJ, Robertson IL, 2007. Critical evaluation of the modified-adult immersion test with discriminating dose bioassay for *Boophilus microplus* using American and Australian isolates. *Vet. Parasitol.* 146 : 307-315.

- Jonsson NN, Mayer DG, Matschoss AL, Grenn PE et Ansell J, 1998. Production effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation of high yielding dairy cows. *Roma parasitologia*, 78: 65-77.
- Kandé S, 2014. Évaluation de la résistance des tiques *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888) aux acaricides dans les zones d'introduction en Afrique de l'Ouest (Bénin Burkina Faso et Côte d'Ivoire). Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Mémoire de master en Production et Industrie Animale, 79p.
- Legg I, 1947. Recent developments in tick and buffalo-fly control. *Australian Veterinary Journal*, 23 :181-185.
- Leite Re, 1988. *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) susceptibilidade, uso atual et retrospectivo de carrapaticidas em propriedades das regiões fisiográficas da Baixada do Grande Rio e Rio de Janeiro. Uma abordagem epidemiológica. In. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Tese de doutorado, 151p.
- Lovis L, 2012. Evaluation of acaricide resistance in the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, using a new in vitro test and molecular tools. Thèse de Doctorat Université Neuchatel, 204p.
- Lovis L, Mendes MC, Perret JL, Martins JR, 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.* 19 : 323-331.
- Lymen G, Zeman P, Bakunam C, 2008. Shifts in the distributional ranges of *Boophilus* ticks in Tanzania : evidence that a parapatric boundary between *Boophilus microplus* and *B. decoloratus* follows climate gradients. *Experimental and Applied Acarology*, 21(1) : 147-164.
- Madder M, Thys E, Geysen D, Baudoux C, Horak I, 2007. *Boophilus microplus* ticks found in West Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 43 : 233-234.
- Madder M, Achi YL, Thys E, Toure A, De Deken R, 2010. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* : A most successful invasive tick species in West-Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 53 :139-145.
- Madder M, Adehan R, De Deken R, Adehan S, Lokossou R, 2012. New foci of *Rhipicephalus microplus* in West Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 23 : 385-390.
- Mapholi NO, Marufu MC, Maiwashe A, 2014. Towards a genomics approach to tick (Acari: Ixodidae) control in cattle : A review. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5 : 475-483.
- Martins JR et Furlong I, 2001. Avermectin resistance of the cattle tick *Boophilus microplus* in Brazil. *Veterinary Research*. 64 :149-160.
- McCosker P, 1979. Global Aspects of the Management and Control of Ticks of Veterinary Importance. *Recent Advances in Acarology*, 2 : 45-53.
- Mendes MC, Duarte FC, Martins JR, Klafke GM, Fiorini LC, Barros ATM, 2013. Characterization of the pyrethroid resistance profile of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* populations from the states of Rio Grande do Sul and Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev. Bras Parasitol Veterinária*, 22 (3) : 379-384.
- Miller RJ, Davey RB, George JE, 2005. First report of organophosphate-resistant *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) within the United States. *J. Med. Entomol.* 42 (5) : 912-917.

- Miller RJ, Davey RB., George JE, 2007. First report of permethrin-resistant *Boophilus microplus* (Acari : Ixodidae) collected within the United States. *J. Med. Entomol.*, 44 (2) : 308-315.
- Miller RJ, White WH, Davey RB, George JE, Perez de LA, 2011. Efficacy of spinosad against acaricide-resistant and susceptible *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and acaricide-susceptible *Amblyomma americanum* and *Dermacentor variabilis*. *J. Med. Entomol.*, 48 (2) : 358-365.
- Newson R, 1991. Revised project document. Tick and tick-borne disease prevention and control in Ethiopia. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy, 23p.
- N'Goran KE, Loukou NE, Sonan KH, Yao FAD, 2021. Sensitivity of Cattle Genetic Types to Tick Species Infestations at the Yamoussoukro Dairy Station. *The Saudi Journal of Life Sciences*. 12 : 329-339.
- Nolan J, 1981. Current developments in resistance to amidine and pyrethroid tickicides in Australia. In : Tick biology and control. Proceedings of an International Conference held from 29p.
- Nolan I, Wilson IT, Green PE, Bird PE, 1989. Synthetic pyrethroid resistance in field samples in the cattle tick (*Boophilus microplus*). *Australian Veterinary Journal*, 66 (6) : 179-182.
- Noppun V, Saito T, Miyata T, 1989. Cuticular penetration of S-fenvalerate in fenvalerate resistant and susceptible strains of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L., *Pesticides and Biocheminical Physiological*, 33 (1): 83-87.
- Pal R, Wharton RH, 1974. Control of Arthropods of Medical and Veterinary Importance. Plenum Press, New York, 50 : 161-163.
- Ravindran R, Juliet S, Sunil AR, 2012. Acaricidal activity of *Cassia alata* against *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. *Experimental and Applied Acarology*, 56 : 69-74.
- Roulston WJ, Stone BF, Wilson JT, White LI, 1968. Chemical control of anorganophosphorus and carbamate-resistant strain of *Boophilus microplus* from Queensland. *Bull. Entomol. Res.* 58 : 379-392.
- Schnitzerling HJ, Nolan J, Hughes S, 1983. Toxicology and metabolism of some synthetic pyrethroids in larvae of susceptible and resistant strains of the cattle tick *Boophilus microplus*. *Pesticide Science*, 14 (1) : 64-72.
- Socolovschi C, Doudier B, Pages F, Parola P, 2008. Tiques et maladies transmises à l'homme en Afrique : *Medecine Tropicale*, 68 : 119-133.
- Taylor MA, 2001. Recent developments in ectoparasiticides. *Veto J.*, 161 : 253-268.
- Uilenberg G, 1995. International collaborative research : significance of tick-borne hemoparasitic diseases to world animal health. *Veterinary Parasitology*, 57, 19-41.
- Walker AR, Bouattour A, Camicas JL, Estrada-Pena A, Horak IG, Latif AA, Pegram RG,
- Preston PM, 2003. Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species.-Biosciences report, Edinburgh, 221p.
- Waltisbuhl D, Farnsworth B, Kemp D, 2005. Pesticides used against ectoparasites (ticks, flies, lice) of cattle in Australia. Holdsworth, *Ectoparasiticide use in contemporary Australian livestock production*. Avcare Limited, Canberra, 8 (1): 45-57.
- Whalon M, Mota-Sanchez D, Hollingworth R, 2008. Global pesticide resistance in



- arthropods. London, United Kingdom, 127 : 133-141.
- Yaovi BA, 2020. Distribution des tiques *Rhipicephalus* (*Boophilus*) et prévalence des hémoparasites transmis aux bovins dans les zones agroécologiques du Bénin. Université d'Abomey-Calavi, Benin, Mémoire de master, 65p.
- Yéo N, Karamoko Y, Soro D, Bi ZFZ, Traore SI, 2017. Elevages de bétail dans la région du Poro (Côte d'Ivoire) : Caractérisation et modalités de lutte contre les pathogènes transmis par les tiques. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11: 237-246.
- Yéo N, Bi ZFZ, Gragnon BG, Karamoko Y, 2020. Prevalence and abundance of ticks infesting cattle and sheep in Poro Region (Côte d'Ivoire). *Haya Saudi Journal of Life Science*, 5 (5): 1-8.
- Yessinou RE, Akpo Y, Adoligbe C, Adinci J, Assogba MN, Koutinhoun B, 2016. Resistance of tick *Rhipicephalus microplus* to acaricides and control strategies. *Journal of Entomological and Zoology Studies*, 4: 408-414.
- Young A, Groocock C, Kariuki D, 1988. Integrated control of ticks and tick-borne diseases of Cattle in Africa. *Parasitology*, 96: 403-432.
- Zachée B, Mahamat O, Saboune M, Julius AN, 2020. Prevalence, intensity and risk factors of tick infestation of cattle in N'djamena Chad. *Int. J. Vet. Sci. Anim. Husb.*, 5 (4): 139-146.
- Zeman P, Lynen G, 2010. Conditions for stable parapatric coexistence between *Boophilus decoloratus* and *Boophilus microplus* ticks: a simulation study using the competitive Lotka-Volterra model. *Experimental and Applied Acarology*, 52 : 409-426.