

MODELISATION DU REMPLACEMENT DE RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) DECOLORATUS PAR RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS, UNE TIQUE EMERGENTE EN COTE D'IVOIRE

Boka Ohoukou Marcel

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

Madder Maxime

Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (IMTA),
Département de Santé Animale, Belgique

Achi Yaba Louise

Institut National de la Formation Professionnelle Agricole (INFPA),
Ecole de Spécialisation en Elevage et de Métiers de la Viande de Bingerville
(ESEMVB), Côte d'Ivoire

Kaboret Yalacé Yamba

Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar,
Département Santé Publique et Environnement, Sénégal

Berkvens Dirk

Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (IMTA),
Département de Santé Animale, Belgique

Abstract

Considered as one of the most important arthropod pests of livestock, the exotic tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* is invading Côte d'Ivoire and replacing the other species of the same genus, including the dominant species *R. (B.) decoloratus*. It was reported in 2008 with 96 % of replacement in the southeast of Côte d'Ivoire, precisely in a radius of 50 km around Azaguié, the village from which *R. (B.) microplus* tick was first recorded. In order to better understand this phenomenon, a statistical model has been developed with software "R". It stems from this study that the replacement of tick *R (B) decoloratus* by *R (B) microplus* is quick due. Estimates indicate for different levels of resistance, a period of 18 to 45 and 9 to 27 months was required for replacement of 100 and 96 % of *R (B) decoloratus*. Tick *R. (B.) microplus* could produce 3.3 times more offsprings

than tick *R. (B.) decoloratus* and its increased resistance to acaricides could be a factor in the shortening of the period of replacement.

Keywords : Rhipicephalus (Boophilus) microplus, Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus, replacement, resistance, Côte d'Ivoire

Résumé

Considérée comme l'un des plus importants arthropodes nuisibles du bétail, la tique exotique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* connaît une prolifération accrue en Côte d'Ivoire et remplace même les espèces autochtones de tiques du même genre dont *R. (B.) decoloratus*, l'espèce dominante. En 2008, ce remplacement était de 96 % au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, notamment dans un rayon de 50 km autour du village Azaguié où la tique *R. (B.) microplus* a été découverte pour la première fois. Dans le souci de mieux comprendre ce phénomène, un modèle statistique a été conçu à l'aide du logiciel "R". Il ressort de cette étude, que le remplacement de la tique *R. (B.) decoloratus* par *R. (B.) microplus* est rapide avec des estimations qui indiquent en fonction des différents niveaux de résistance, un délai de 18 à 45 mois et de 9 à 27 mois pour un remplacement respectif de 100 et 96 %. La tique *R. (B.) microplus* produirait 3,3 fois plus de descendants que *R. (B.) decoloratus* et sa résistance accrue aux acaricides réduirait le délai de remplacement.

Mots clés : Rhipicephalus (Boophilus) microplus, Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus, remplacement, résistance, Côte d'Ivoire

Introduction

La tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, encore appelée la tique du bétail, est connue comme l'un des plus importants arthropodes nuisibles des animaux domestiques (Wharton, 1974). Originnaire de l'Asie du Sud notamment de l'Inde, cette tique a envahi tous les continents sauf l'Europe. En Afrique de l'Ouest, elle a été découverte pour la première fois en 2007, au Sud-Est de la Côte d'Ivoire dans le village d'Azaguié (Madder et al., 2007), puis au Bénin en 2008 et plus récemment, au Burkina Faso, au Mali et au Togo (Adakal et al., 2013). Il est probable que ces introductions se soient faites via des importations de bovins issus du Brésil. Cette tique constitue actuellement une menace sérieuse pour l'élevage en Afrique de l'Ouest en raison de son caractère invasive et surtout de sa capacité à entrer en compétition et à s'établir au détriment des espèces de tiques du même genre. Cette tique est également un vecteur majeur de babesioses et des anaplasmoses. Il est donc à craindre que l'épidémiologie de ces

hémiparasitoses soit modifiée avec une augmentation de leur prévalence et incidence.

En Côte d'Ivoire, la tique *R. (B.) microplus* connaît déjà une prolifération accrue non seulement au Sud mais également au Nord qui représente la zone d'élevage par excellence. Aussi, est-il constaté en plus des mortalités diverses de bovins, des baisses de la production laitière dans les fermes et une résistance de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides usuels. Dans le Sud-Est plus particulièrement, il a été constaté en 2008 dans un rayon de 50 km autour du village Azaguié, un remplacement de 96 % des espèces autochtones du genre *Boophilus* (*R. (B.) decoloratus*, *R. (B.) geigy* et *R. (B.) annulatus*) par la tique exotique *R. (B.) microplus* (Madder et al., 2011).

De cette situation sanitaire préoccupante, se dégagent plusieurs problématiques dont le phénomène de remplacement, qui méritent d'être élucidées afin de contrôler cette tique émergente jugée plus redoutable que les espèces autochtones (Wharton, 1974) et prévenir d'éventuelles flambées d'épidémies de babesiose dans la sous région.

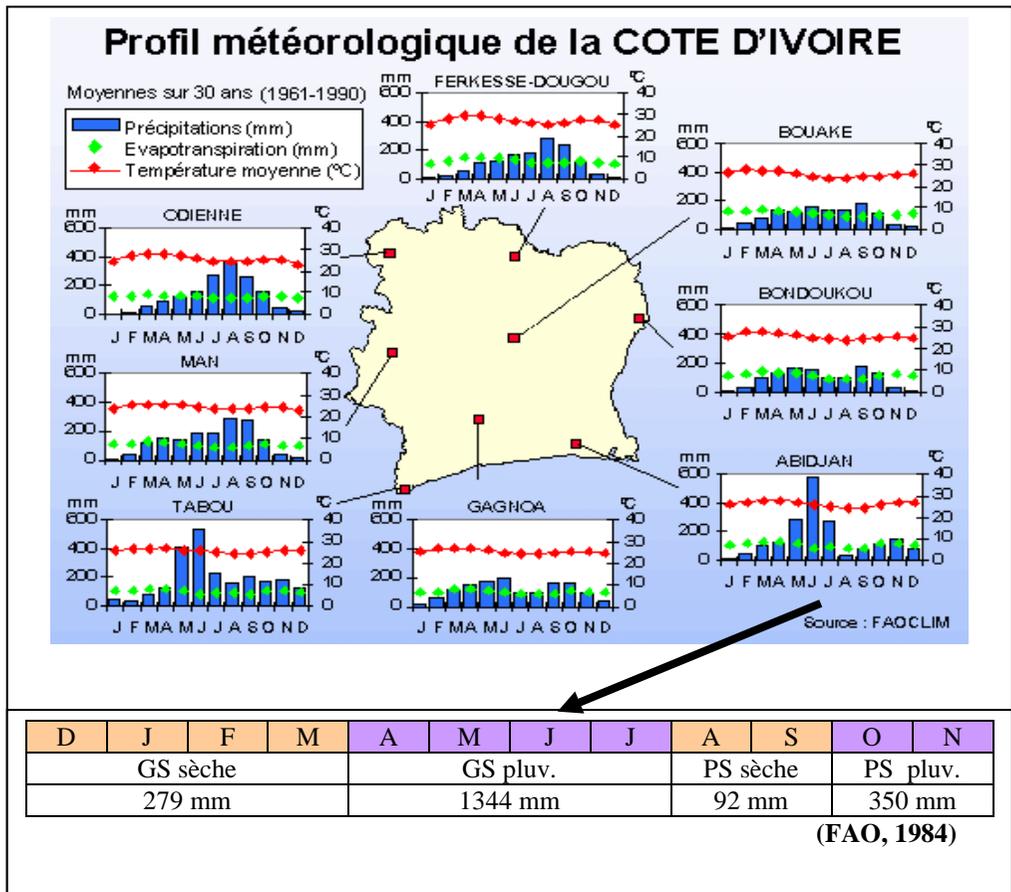
Ce travail s'inscrit dans cette logique, avec pour objectif général d'étudier ce phénomène qui demeure encore mal connu, bien que déjà constaté par plusieurs auteurs en Afrique australe, notamment au Zimbabwe (Mason et Norval, 1980), en Zambie (Berkvens et al., 1998) et en Afrique du sud (Tonnesen et al., 2004). De façon spécifique, il s'agit de concevoir un modèle statistique pour apprécier dans un premier temps, le délai nécessaire pour le remplacement de *R. (B.) decoloratus*, l'espèce autochtone dominante du genre *Boophilus* par *R. (B.) microplus* et dans un second temps, l'impact de la résistance aux acaricides sur ce phénomène.

Matériel et Méthodes

Zone d'étude

La Côte d'Ivoire est un État d'Afrique occidentale de 322 463 km², baigné par le golfe de Guinée au Sud (l'océan Atlantique), limité à l'Ouest par le Libéria et la Guinée, au Nord par le Mali et le Burkina, à l'est par le Ghana. Elle est située entre le 5° et 11° degré latitude Nord et le 3° et 9° degré longitude Ouest. Administrativement, le pays est divisé en 30 régions regroupant 95 départements. La zone d'étude se situe dans la partie Sud-Est de la Côte d'Ivoire et s'étend sur une superficie d'environ 7850 km². Elle inclue plusieurs villages des localités d'Agboville, de Bingerville, de Dabou, d'Alepé et d'Abidjan (la capitale économique), dont le village d'Azaguié qui constitue le centre de la zone d'étude. Cette zone a 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).

Le Sud de la Côte d’Ivoire est situé dans la zone forestière humide, caractérisée par un climat équatorial guinéen à quatre (4) saisons : une grande et une petite saison des pluies alternant avec une petite et une grande saison sèche. Avec une température moyenne annuelle comprise entre 25 et 30 °C et des précipitations abondantes pouvant atteindre à Abidjan 2065 mm (figure 1), le Sud est très humide sur toute l’année (humidité relative de 80 à 90 %).



GS : grande saison / PS : petite saison / pluv. : pluvieuse.
 Figure 1; Profil météorologique de la Côte d’Ivoire adapté(Source : <http://www.saph.ci/Abidjan/Pages/Stat%20meteo%20Abidjan.htm>)

Cette partie du pays, avec en plus un relief assez plat, constitue la zone propice à l’agriculture. L’élevage de bovins est réalisé à faible proportion. Il représente seulement 6 % du cheptel national selon le Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques (2003). On y distingue deux grands types de races bovines, les races taurines (Ndama et Lagunaire) dans une grande mesure et les zébus. A la faveur de plusieurs importations d’animaux de divers pays étrangers dont

principalement la France et le Brésil, on retrouve également dans cette partie Sud quelques races exotiques (Girolando, Montbéliard, Holstein) dans des fermes laitières modernes et des métis issus de croisements divers. Les élevages au Sud sont de type sédentaire avec parfois quelques troupeaux transhumants. Le mode d'élevage extensif est dominant avec le recours au pâturage comme principale source alimentaire pour les animaux.

La localisation de la zone d'étude est représentée par la figure 2 ci-après.

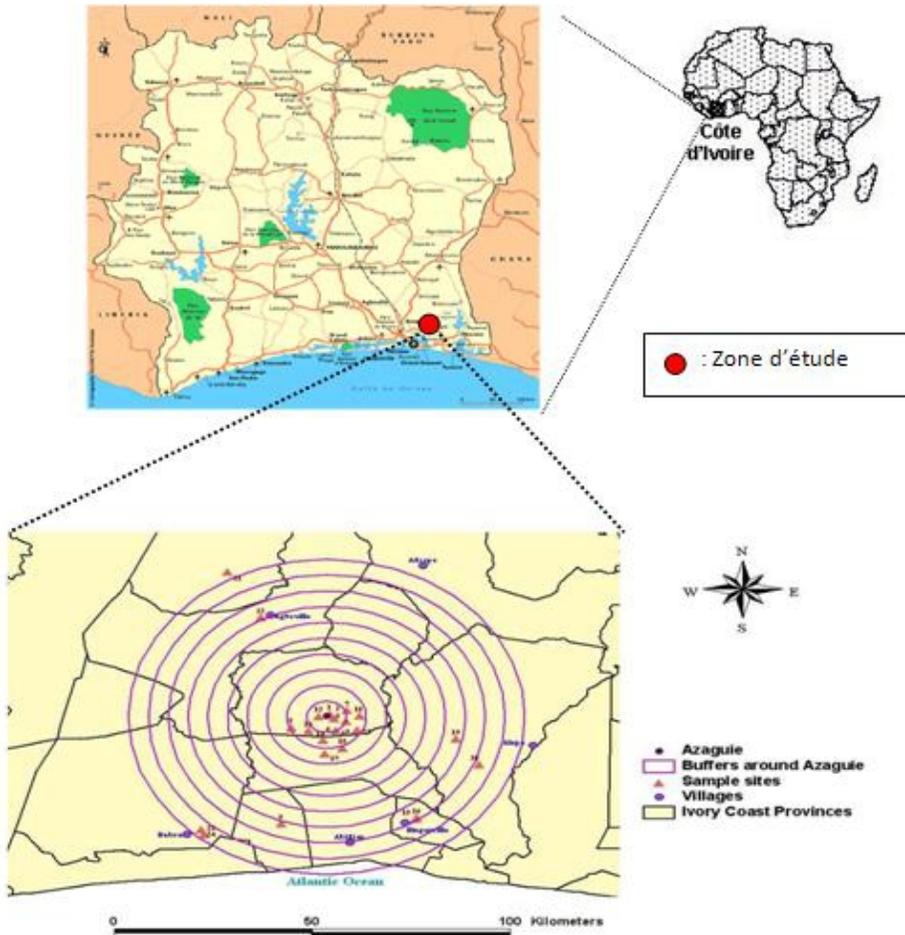


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude adaptée (Madder et *al.*, 2011)

Modélisation

Pour la réalisation de l'étude, un modèle statistique a été conçu à l'aide du logiciel "R" version 2.8.0 (The R Foundation for Statistical Computing, 2008). x , y et z étant les variables du modèle. Avec : x = nombre

de générations, $x \in \mathbb{N}$; y = niveau de résistance de *R. (B.) microplus*; z = proportion initiale de *R. (B.) microplus*. Une population totale de 10 000 tiques (*R. (B.) microplus* et *R. (B.) decoloratus*) supportable par le bétail a été fixée afin de déterminer à chaque génération, la proportion de chacune des deux espèces dans cette population. Cet effectif théorique exerce juste un effet de densité dans le modèle.

Les autres paramètres du modèle sont consignés dans le tableau I. Ils correspondent aux paramètres biologiques des tiques *R. (B.) microplus* et *R. (B.) decoloratus*. Pour attribuer des valeurs à ces paramètres, une étude de la littérature a été menée pour collecter les informations sur la biologie des deux espèces de tiques en tenant compte des conditions climatiques de la zone d'étude, notamment la partie Sud-Est de la Côte d'Ivoire (température et humidité relative comprises respectivement entre 25 et 30 ° C, 80 et 90 %). Les résultats de cette revue bibliographique sont consignés dans le tableau II ci-après.

Le modèle a été exécuté pour 2 cas spécifiques : $z = 100$ (cas 1 : 1 % d'introduction) et $z = 10$ (cas 2 : 0,1 % d'introduction). Et pour chacun des deux cas, 9 scénarios ont été envisagés : le premier, sans le facteur de résistance ($res = 0$) et les 8 autres, avec les différents niveaux de résistances à tester (cf. Tableau III) pour la tique *R. (B.) microplus* ($res = 1$).

Tableau I : Paramètres du modèle

<i>Paramètres</i>	<i>R. (B.) microplus</i>	<i>R. (B.) decoloratus</i>
<i>Durée phase parasitique</i>	32 jours	33 jours
<i>Pré-oviposition</i>	4 jours	5 jours
<i>Oviposition</i>	14 jours	13 jours
<i>Incubation</i>	24 jours	26 jours
<i>Activation des larves</i>	7 jours	7 jours
<i>Vie libre supposée des larves avant l'attachement à l'hôte</i>	7 jours	7 jours
<i>Durée phase non parasitique</i>	56 jours	58 jours
<i>Durée d'un cycle (une génération)</i>	88 jours (environ 3 mois)	91 jours (environ 3 mois)
<i>Nombre de générations / an</i>	4,2 (environ 4)	4,02 (environ 4)
<i>Taux de survie (femelles engorgées)</i>	90 %	90 %
<i>Nombre d'œufs</i>	Saison pluvieuse : 3800 Saison sèche : 2262 Moyenne = 3031	Saison pluvieuse : 3100 Saison sèche : 1586 Moyenne = 2343
<i>Taux d'éclosion</i>	87 %	82 %
<i>Rapport femelles / larves</i>	6,75 %	2,79 %
<i>Efficacité acaricide (amitaz) (Kaljouw, 2008)</i>		80 %
<i>Résistance acaricide (amitaz) (Kaljouw, 2008)</i>		20 %

Tableau II Paramètres biologiques de *R. (B.) decoloratus* et *R. (B.) microplus* (pour une température comprise entre 25 et 30 °C et une humidité relative supérieure à 80

<i>Paramètres</i>	<i>R. (B.) microplus</i>	<i>R. (B.) decoloratus</i>
<i>Engorgement</i>	L : 4 à 7 jours (Londt & Arthur, 1975)	L : 5 à 7 jours (Arthur & Londt, 1973)
	N : 5 à 11 jours (Londt & Arthur, 1975)	N : 6 à 10 jours (Arthur & Londt, 1973)
	A : 7 à 16 jours (Londt & Arthur, 1975)	A : 7 à 15 jours (Arthur & Londt, 1973)
<i>Mue</i>	L : 2 à 3 jours à 26°C, 95% d'Hd (Londt & Arthur, 1975)	L : 2 à 3 jours à 26°C, 90% d'Hd (Arthur & Londt, 1973)
	N : 3 à 5 jours à 26°C, 95% d'Hd (Londt & Arthur, 1975)	N : 2 à 5 jours à 26°C, 90% d'Hd (Arthur & Londt, 1973)
<i>Chute des femelles (L → ♀ engorgée)</i>	21 à 42 jours (Londt & Arthur, 1975)	22 à 44 jours (Arthur & Londt, 1973)
<i>Rapport : ♀ engorgées / L</i>	6,75% (Norval & Sutherst, 1986)	2,79% (Norval & Sutherst, 1986)
<i>Taux de mortalité des femelles engorgées</i>	10% par semaine (Sutherst <i>et al.</i> , 2000)	10% par semaine (Norval & Sutherst, 1986)
<i>Pré-oviposition (PO)</i>	3 à 4 jours à 25°C (Short <i>et al.</i> , 1989)	3 à 6 jours à 25°C (Short <i>et al.</i> , 1989)
	T° min= 8 et T° max= 40°C (Diehl <i>et al.</i> , 1982)	T° min= 10 et T° max= 38°C (Diehl <i>et al.</i> , 1982)
<i>Oviposition (O)</i>	14 jours à 28°C (Utech <i>et al.</i> , 1983)	13 jours entre 26°C et 38°C (Londt, 1977)
<i>Nombre d'œufs produits (NOP)</i>	- 3370 à 4250 (saison pluvieuse)	- 2468 à 3758 (saison pluvieuse)
	- 1003 à 2464 (saison froide)	- 1141 à 2672 (saison froide)
	- 2218 à 2305 (saison chaude) (Short <i>et al.</i> , 1989)	- 1494 à 1678 (saison chaude) (Short <i>et al.</i> , 1989)
<i>Incubation (IC)</i>	29 à 34 jours à 25°C et 85% Hd (Short <i>et al.</i> , 1989)	33 à 35 jours à 25°C et 85% Hd. (Short <i>et al.</i> , 1989)
	T° min= 14 et T° max= 38°C (Hitchcock, 1955)	T° max= 42°C. (Londt, 1977)
	Hd min = 70%. (Hitchcock, 1955)	Hd min = 70% (Londt, 1977)
<i>Taux d'éclosion (TE)</i>	82 à 91% à 25°C et 85% d'Hd (Short <i>et al.</i> , 1989)	75 à 88 % à 25°C et 85% d'Hd. (Short <i>et al.</i> , 1989)
<i>Vie libre des larves</i>	240 jours à 22°C et 90% Hd (Hitchcock, 1955)	8 mois. (Theiler, 1949) Hd min = 70%. (Londt & Whitehead, 1972)

L = larve / N : nymphe / A = adulte / ♀ = femelle / T° = température / Hd = humidité / min = minimale / max = maximale.

Tableau III : Différents niveaux de résistance à tester pour la tique *R. (B.) microplus*

Mortalité (%)	Résistance ou Survie (%)	Résistance supplémentaire (%) par rapport à <i>R. (B.) decoloratus</i>	Résistance relative
80	20	0	1
70	30	10	1,5
60	40	20	2
50	50	30	2,5
40	60	40	3
30	70	50	3,5
20	80	60	4
10	90	70	4,5
0	100	80	5

Le modèle

```

pop <- 10000 # population totale de tiques supportée par le bétail;
tsfe <- 0.9 # taux de survie des femelles engorgées ;
bm_egg <- 3031 # nombre d'œufs produits par R. (B.) microplus ;
bd_egg <- 2343 # nombre d'œufs produits par R. (B.) decoloratus ;
gen <- x # nombre de générations par an ;
pgen <- gen + 1
bm_hatch <- 0.87 # taux d'éclosion pour R. (B.) microplus ;
bd_hatch <- 0.82 # taux d'éclosion pour R. (B.) decoloratus ;
bm_rfl <- 0.0675 # rapport femelles / larves, pour R. (B.) microplus ;
bd_rfl <- 0.0279 # rapport femelles / larves, pour R. (B.) decoloratus ;
bm_res <- y # taux de résistance aux acaricides pour R. (B.) microplus ;
bd_res <- 0.2 # taux de résistance aux acaricides pour R. (B.) decoloratus ;
BD <- BM <- vector("numeric", pgen)
res <- 1
BM[1] <- z
BD[1] <- pop - BM[1]

for (i in 2:pgen)
{if(res){
BM[i] <- BM[i-1] * tsfe * bm_egg * bm_hatch * bm_rfl * bm_res
BD[i] <- BD[i-1] * tsfe * bd_egg * bd_hatch * bd_rfl * bd_res}
else{BM[i] <- BM[i-1] * tsfe * bm_egg * bm_hatch * bm_rfl
BD[i] <- BD[i-1] * tsfe * bd_egg * bd_hatch * bd_rfl}
pop2 <- BM[i] + BD[i]
BM[i] <- BM[i] * pop / pop2
BD[i] <- BD[i] * pop / pop2}
print(BM)
print(BD)

BM <- BM * 100 / pop
BD <- BD * 100 / pop
print(BM) # (%)
print(BD) # (%)

```

BM [1] → proportion initiale de *R. (B.) microplus* (gen = 0 et pgen = 1)
 BD [1] → proportion initiale de *R. (B.) decoloratus* (pgen = 1)
 BM [2] → proportion de *R. (B.) microplus* à la génération 1 (pgen = 2)
 BD [2] → proportion de *R. (B.) decoloratus* à la génération 1 (pgen = 2)

Résultats

Les figures 3 et 4 représentent la variation du nombre de générations de tiques nécessaires pour avoir 96 % de remplacement de *R. (B.) decoloratus* par *R. (B.) microplus* en fonction de la résistance relative. Elles indiquent que le nombre de générations nécessaires pour le remplacement diminue avec l'augmentation de la résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides dans les deux cas 1 et 2. Cette variation est grande au départ avec une différence de 2 générations pour une résistance relative de 1,5 et finit par ne plus exister à partir d'une résistance relative de 3,5. Pour une résistance relative de 1,5, il faut moins de 2 ans pour un remplacement de 96 % et moins de 3 ans pour un remplacement total (100 %). Pour une résistance relative de *R. (B.) microplus* supérieure à 3, il faut environ 1 an pour un remplacement de 96 % et moins de 2 ans pour un remplacement total. Les paramètres utilisés dans le modèle, laissent apparaître un avantage relatif de *R. (B.) microplus* de 3,3 par rapport à *R. (B.) decoloratus* (cf. tableau IV). A partir d'une femelle engorgée de *R. (B.) microplus* et de *R. (B.) decoloratus*, 178 et 54 nouvelles femelles engorgées sont respectivement obtenues après une génération.

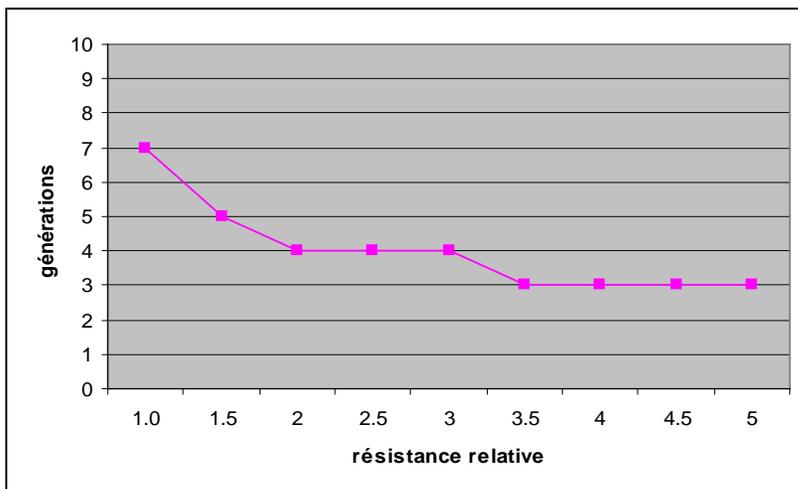


Figure 3 : Nombre de générations pour 96 % de remplacement en fonction de la résistance relative (cas 1 = 1 % d'introduction de *R. (B.) microplus*)

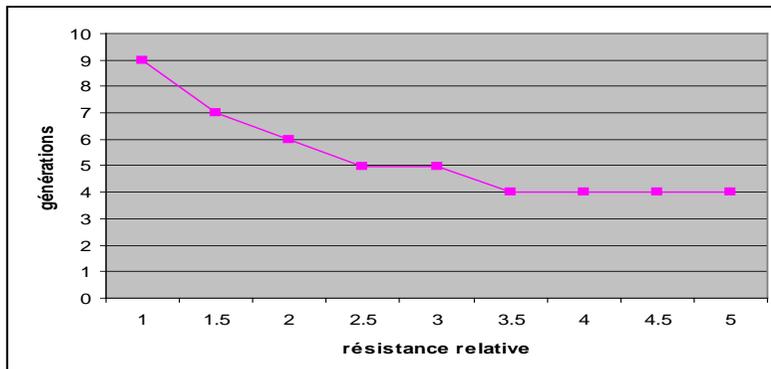


Figure 4 : Nombre de générations pour 96 % de remplacement en fonction de la résistance relative (cas 2 = 0,1 % d'introduction de *R. (B.) microplus*)

Tableau IV : Calcul de l'avantage relatif de *R. (B.) microplus*

	Femelle engorgée (départ)	Nombre d'œufs pondus	Nombre de larves obtenues	Nombre de femelles engorgées obtenues	Avantage relatif de <i>R. (B.) microplus</i> (rapport de A/B)
<i>R. (B.) microplus</i>	1	3031	2637	178 (A)	3,3
<i>R. (B.) decoloratus</i>	1	2343	1921	54 (B)	

Discussion

Le remplacement de la tique *R. (B.) decoloratus* par *R. (B.) microplus* dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire se fait rapidement comme le témoignent les résultats du modèle. Il peut être total (soit à 100 %) après un délai de 1 à 4 ans en fonction des différents niveaux de résistance des tiques. Ce constat corrobore celui de (Sutherst, 1987a) en Afrique du Sud. Selon cet auteur, le remplacement pourrait apparaître après 4 à 10 générations de tiques et s'achever complètement entre 1 et 3 ans. D'autres auteurs (Tonnesen et al., 2004) ont également confirmé la rapidité du remplacement. Les estimations du présent modèle montrent en outre, que le remplacement de 96 % de la tique *R. (B.) decoloratus* par *R. (B.) microplus* tel que décrit par (Madder et al., 2011) au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, se serait produit entre 9 et 27 mois (moins de 3 ans).

Des conditions climatiques favorables au développement des tiques seraient l'une des raisons de la rapidité du cycle de reproduction des tiques et par conséquent du phénomène de remplacement. En Côte d'Ivoire, la température et l'humidité relative sont élevées sur toute l'année, respectivement de 25 à 30 °C et 80 à 90 %. Elles sont en effet idéales pour un nombre élevé de générations par année (4 générations de tiques par an) ; et ce, de façon continue contrairement à ce qui est constaté dans certaines contrées plus sèches ou froides. La rapidité du cycle de développement des tiques est surtout dépendante de la température. Yano et al.(1987) ont

rapporté que les températures élevées réduisent le délai de la phase non parasitaire de la tique. Hitchcock (1995) a non seulement confirmé les travaux de Yano et al.(1987) mais a montré que la préoviposition de la tique *R. (B.) microplus* est de 2 à 4 jours à 26.7 °C, 19 à 39 jours à 15 °C et inhibée à une température comprises entre 4 et 15 °C. L'humidité selon Nuñez et al.(1985), influence surtout la viabilité des œufs et des larves après éclosion. Norval et Short (1984) ont par ailleurs trouvé un lien entre la capacité d'ingestion des tiques et le phénomène de remplacement. Ils ont remarqué que la tique *R. (B.) microplus* s'alimentait plus aisément sur le bétail par rapport à la tique *R. (B.) decoloratus*. Selon eux, la présence de *R. (B.) microplus* sur le bétail semblerait augmenter la résistance des animaux à *R. (B.) decoloratus* et aboutirait à une réduction du poids des femelles engorgées et par conséquent à une baisse de la quantité d'œufs produits et du nombre de descendants par rapport à *R. (B.) microplus*. (Madder et al., 1996) qui ont par ailleurs travaillé sur l'héritabilité du poids de la tique *Rhipicephalus appendiculatus*, ont également révélé qu'une femelle engorgée produit plus d'œufs si le volume de sang ingéré est élevé. Sutherst, (1987b) a également essayé d'expliquer ce phénomène par un modèle en combinant les considérations de reproduction et le taux de survie de chaque tique. Il est parvenu à conclure que dans les régions chaudes avec une grande pluviosité, la tique *R. (B.) microplus* avait un avantage sur *R. (B.) decoloratus* de 3,5 en termes de potentiel de croissance démographique. Tout comme cet auteur, cette présente étude indique aussi un avantage relatif de 3,3 pour *R. (B.) microplus* par rapport à *R. (B.) decoloratus*. Cette tique exotique produirait donc 3,3 fois plus de descendants par génération dans la partie Sud-Est de la Côte d'Ivoire que l'espèce locale. Cela se justifierait selon Short et al.(1989) par le fait que *R. (B.) microplus* produit dans les mêmes conditions que *R. (B.) decoloratus*, en moyenne 500 œufs de plus. Aussi, pendant la phase parasitaire, *R. (B.) microplus* bénéficie d'un taux de survie 2,4 fois plus élevé que *R. (B.) decoloratus* (Norval et Sutherst, 1986). Ce phénomène de remplacement est aussi influencé par une résistance élevée de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides comme le montrent les résultats du modèle. Les résistances élevées augmentent la vitesse de remplacement. Cet effet atteint son paroxysme pour une résistance relative de 3,5.

Pour cette étude, les populations initiales de 1 % (cas 1) et de 0,1 % (cas 2) de *R. (B.) microplus* ont été considérées comme étant les proportions maximales pouvant échapper au contrôle vétérinaire lié à l'importation des animaux. Il a été constaté que le remplacement demeurerait rapide indépendamment des cas, avec seulement 1 à 2 générations en plus pour une population initiale 10 fois plus faible.

L'importance économique de cette tique et la difficulté à la combattre doivent susciter par ailleurs, la révision des mesures de contrôle à

l'importation et au transport des animaux. En effet, l'importation d'animaux présente un grand risque d'introduction d'agents pathogènes. Elle est certes réalisée pour des objectifs zootechniques nobles, mais il a eu lieu d'instaurer de nouvelles exigences pour améliorer les conditions de sa réalisation et de privilégier d'autres voies de recours à moindre risque, telles que l'insémination artificielle. L'étude de la résistance de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides devrait être aussi envisagée afin de proposer aux éleveurs des acaricides efficaces contre cette tique.

References:

- Adakal H., Biguezoton A., Zoungrana S., Courtin F., De Clercq E. M. et 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.
- Arthur D. R. & Londt J. G. H. 1973. The parasitic cycle of *Boophilus decoloratus* (Koch 1844) (Acarina: Ixodidea). *J ent Soc Sth Afr* **36**: 1, 87-116
- Berkvens D. L., Geysen D. M., Chaka G., Madder M. et Brandt J. R. A., 1998. A survey of the ixodid ticks parasitising cattle in the Eastern Province of Zambia. *Med. Vet. Entomol.*, 12: 234-240.
- Diehl P. A., Aeschlimann A. & Obenchain F. D. 1982. Tick reproduction: oogenesis and oviposition. In: *Physiology of ticks*. Obenchain FD, Galun R, editors. Pergamon Press, Oxford, 277 - 350.
- FAO, 1984. *Agroclimatological data. Vol I*. Edition FAO.Rome.
- Hitchcock L. F., 1955. Studies on the non-parasitic stages of the cattle tick *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae). *Aust. J. Zool.*, 3: 295-311.
- Kaljouw M. 2008. Resistance to acaricides of *Boophilus* ticks from cattle in Ghana. Veterinary Services Department of Ghana and Utrecht University Report, 1-16.
- Londt J. G. H. 1977. Oviposition and incubation in *Boophilus decoloratus* (Koch, 1844) (Acarina: Ixodidea). *Onderstepoort J Vet Res* **44**: 1, 13-20.
- Londt J. G. H. & Arthur D. R. 1975. The structure and parasitic life cycle of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1888) in South Africa (Acarina: Ixodidae). *J ent Soc Sth Afr* **38**: 2, 321-340.
- Londt J. G. H. & Whitehead G. B. 1972. Ecological studies of larvae ticks in South Africa (Acarina: Ixodidea). *Parasitology* **65**: 469-490.
- Madder M., Thys E., Achi L., Touré A. et De Deken R., 2011. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: a most Successful invasive tick species in West-Africa. *Exp. Appl. Acarology*, 53 : 139-145.
- Madder M., Thys E., Geysen D., Baudoux C. et Horak I., 2007. *Boophilus microplus* ticks found in West Africa. *Exp. Appl. Acarol.*, 43: 3, 233-234.

- Madder M., Torreele G. et Berkvens D., 1996. Inheritance of weight in *Rhipicephalus appendiculatus* ticks (Acari: Ixodidea) in the laboratory. *Exp. Appl. Acarol.*, 20: 11, 659-665.
- Mason C. A. et Norval R. A. I., 1980. The ticks of Zimbabwe. I. The genus *Boophilus*. *Zimbabwe Vet. J.*, 11: 36-43.
- Norval R. A. I. et Short N. J., 1984. Interspecific competition between *Boophilus decoloratus* and *Boophilus microplus* in southern Africa (1242 – 1246). In: *Acarology Vol. VI.* - Chichester: Griffiths DA, Bowman CE, editors. Ellis Horwood Limited.- 1320.
- Norval R. A. I. et Sutherst R. W., 1986. Assortative mating between *Boophilus decoloratus* and *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.*, 4: 459-460.
- Núñez, J. L., Muñoz-Cabeñas, M. E. et Moltedo, H. L., 1985. *Boophilus microplus*, The common cattle tick.- Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer-Verlag.
- Short N. J., Floyd R. B., Norval R. A. I. et Sutherst R. W., 1989. Development rates, fecundity and survival of developmental stages of the ticks *Rhipicephalus appendiculatus*, *Boophilus decoloratus* and *B. microplus* under field conditions in Zimbabwe. *Exp. Appl. Acarol.*, 6: 123-141.
- Sutherst R. W., Wilson L. J. & Cook I. M. 2000. Predation of the cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae), in three Australian pastures. *Aust J Entomol* **37**: 70-77.
- Sutherst R. W., 1987a. The dynamics of hybrid zones between tick (Acari) species. *Int. J. Parasitol.*, 17: 921-926.
- Sutherst R. W., 1987b. The role of models in tick control (32 – 37). In: *Proceedings of the International Conference of Veterinary Preventive Medicine and Animal Production.* – Melbourne: Huges KB, editor.
- Theiler G. 1949. Ticks in the South African zoological survey collection. Part II. Distribution of *Boophilus (Palpobophilus) decoloratus*, the blue tick. *Onderstepoort J vet Sci* **22**: 2, 255-268.
- Tønnesen M. H., Penzhorn B. L., Bryson N. R., Stoltsz W. H. et Masibigiri T., 2004. Displacement of *Boophilus decoloratus* by *Boophilus microplus* in the Soutpansberg region, Limpopo Province, South Africa. *Exp. Appl. Acarol.*, 32: 199-208.
- Utech K. B. W., Sutherst R. W., Dallwitz M. J., Wharton R. H., Maywald G. F. & Sutherland I. D. 1983. A model of the survival of larvae of the cattle tick, *Boophilus microplus*, on pasture. *Aus J Agric Res* **34**: 63-72.
- Wharton R. H., 1974. Ticks with special emphasis on *Boophilus microplus*. In: *Control of arthropods (35 – 52).* – London: Pal R, Wharton RH, editors.
- Yano Y., Shiraishi S. et Uchida T. A., 1987. Effects of temperature on development and growth in the tick, *Haemaphysalis longicornis*. *Exp. App. Acarol.*, 3: 73-78.