

BURKINA FASO



Unité-Progrès-Justice



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION



UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO



INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLÔME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Thème :

**Evaluation de l'efficacité du Fluazuron sur les paramètres
de reproduction de deux souches résistantes de
Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Canestrini, 1888) aux
acaricides usuels en Afrique de l'Ouest.**

Présenté par: SOME Vimbar Mireille

Directeur de mémoire : Pr Adrien Marie Gaston BELEM

Maître de stage : Dr Kouassi Patrick YAO

Soutenu le 10 Juin 2016

BURKINA FASO

+ = + = + = + = + = +

Unité-Progrès-Justice

- * - * - * - * - *

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION

= * = * = * = *

UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

* = * = * = * = * = *

INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLÔME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Thème :

Evaluation de l'efficacité du Fluazuron sur les paramètres de reproduction de deux souches résistantes de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888) aux acaricides usuels en Afrique de l'Ouest.

Présenté par: SOME Vimbar Mireille

Directeur de mémoire : Pr Adrien Marie Gaston BELEM

Maître de stage : Dr Kouassi Patrick YAO

Soutenu le 10 Juin 2016

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A ma mère, Blandine SOMDA et à ma tante Sœur Agathe Simone SOMDA, vous êtes les rares merveilles que DIEU m'ait données, vos conseils et vos prières me guident lorsque le chemin semble être sans issue. Que ce mémoire représente la moindre récompense à tous vos sacrifices.

A ma famille, mes frères et sœurs pour vos conseils et vos encouragements qui chaque jour de la vie me donnent le courage et la force d'aller de l'avant, recevez là, le témoignage de ma reconnaissance.

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce document.

REMERCIEMENTS

Au terme de mon stage, je voudrais par ces mots montrer ma reconnaissance aux nombreuses personnes, qui de près ou de loin, ont participé à son bon déroulement :

Je remercie Dr Bernard BACYE, Directeur de l'Institut du Développement Rural (IDR) de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB).

Je remercie Dr Valentine C. YAPI-GNAORE, Directrice Générale du Centre International de Recherche-développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES), pour nous avoir acceptés dans son institution pour ce stage.

Je remercie largement Pr Adrien Marie Gaston BELEM, enseignant-chercheur à l'IDR, notre Directeur de mémoire pour avoir consenti à nous encadrer malgré ses occupations multiples.

Je remercie Dr Kouassi Patrick YAO, enseignant-chercheur à l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, Responsable du Service Acarologie, notre Maître de stage, pour son soutien technique, moral et intellectuel. Vous nous avez permis et aidé à intégrer le monde scientifique. Merci pour la démarche et la rigueur scientifique que nous avons apprises à vos côtés

Je remercie le PRT d'avoir financé les travaux de ce stage.

Je remercie Dr Zakaria BENGALY, Directeur Scientifique du CIRDES, pour son soutien et sa grande disponibilité à l'endroit de tous les étudiants stagiaires du CIRDES.

Je témoigne ma reconnaissance au Dr Charles DAYO, chef de l'Unité de Recherche sur les Bases Biologiques de la Lutte Intégrée (URBIO), unité qui a abrité mon stage, merci pour votre disponibilité remarquable, vos conseils et vos encouragements.

Je remercie M. Sébastien ZOUNGRANA et Dr Alassane TOURE pour leurs conseils avisés, leurs encouragements, leurs aides dans la réalisation de ce document et les connaissances très enrichissantes partagées avec moi.

Je remercie Dr Martin Bienvenu SOMDA enseignant-chercheur à l'IDR et chercheur mis à la disposition du CIRDES pour son aide précieuse voire inestimable dans la réalisation de ce document.

Je remercie tout le personnel du CIRDES en particulier M. Dramane GNINASSE, M. Florent OUEDRAOGO, M. Olivier TANKOANO, M. Hubert OUEDRAOGO, Mme KOANDA, recevez ici l'expression de ma profonde gratitude.

A tous les stagiaires du CIRDES: Franck Arthur AMOIA, Charles KABLAN, Souleymane DIALLO, Ollo SIB, Jéthro DELMA, mes aînés de l'IDR en particulier Souleymane KANDE et à tous mes camarades de classe, sachez que vous étiez ma seconde famille.

SIGLES ET ABREVIATIONS

AIT: Adult Immersion Test

CEDEAO : Communauté Economique des États de l’Afrique de l’Ouest

CIRDES: Centre International de Recherche-développement sur l’Elevage en zone Subhumide

CSAO: Club du Sahel et de l’Afrique de l’Ouest

DDT: Dichlorodiphényltrichloroéthane

EP: Efficacité du Produit

ER: Efficacité de la Reproduction

FAO: Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’agriculture

GABA: Acide γ -aminobutyrique

HCH: hexachlorocyclohexane

IDR: Institut du Développement Rural

IGR: Insect Growth Inhibitor

IICAB: Institute for International Cooperation in Animal Biologics

IP: Index de Ponte

ITP: Inhibition de Taux de ponte

SLIT: Shaw Larval Immersion Test

LPT: Larval Packet Test

LTT: Larval Tarsal Test

OCDE: Organisation de Coopération et de Développement Economiques

PCR-RFLP: Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism

PIB: Produit Intérieur Brut

PRT: Projet Régional de la lutte contre les Tiques

SINDAN: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal

UEMOA: Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

UPB: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

URBIO: Unité de Recherche sur les Bases Biologiques de la Lutte Intégrée

WECATiC: Contrôle Intégré des tiques et des maladies transmises émergentes en Afrique de l’Ouest et du Centre

WGPR: Working Group on Parasite Resistance

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Cycle de développement de <i>R. (B.) microplus</i>	6
Figure 3 : Distribution de la tique <i>R. (B.) microplus</i> avant et après 2011 en Afrique de l'Ouest.	8
Figure 4 : Point de collecte de la tique <i>R. (B.) microplus</i> en Afrique de l'Ouest.....	22
Figure 5 : Index moyens (\pm Ecartype ou Déviatiion Standard) de ponte des femelles gorgées de <i>R. (B.) microplus</i> de la souche Azaguié après application du Fluazuron	32
Figure 6 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction de la concentration des traitements appliqués sur la souche Azaguié.....	33
Figure 7 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction du poids des femelles gorgées de la souche Azaguié.....	34
Figure 8 : Index moyens de ponte (\pm Ecartype ou Déviatiion Standard) des femelles gorgées de <i>R. (B.) microplus</i> de la souche Kpinnou après application du Fluazuron	36
Figure 9 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction de la concentration des traitements appliqués chez la souche Kpinnou.	36
Figure 10 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction du poids de femelles gorgées chez la souche Kpinnou.....	37
Figure 11 : Taux d'éclosion moyens (\pm Déviatiion Standard) des œufs pondus par les femelles gorgées <i>R. (B.) microplus</i> de la souche Azaguié après application du Fluazuron.....	38
Figure 12 : Relation entre les concentrations de Fluazuron et les efficacités de la reproduction des femelles gorgées de la souche Azaguié.	39
Figure 13: Taux d'éclosion moyens (\pm Déviatiion Standard) des œufs pondus par les femelles gorgées <i>R. (B.) microplus</i> de la souche Kpinnou après application du Fluazuron.....	40
Figure 14 : Rapport entre les différentes concentrations du Fluazuron et les efficacités de reproduction des femelles de la souche Kpinnou.....	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Classification de la tique du bétail.....	4
Tableau II : Quelques classes d'acaricides	9
Tableau III : Classes d'acaricides, modes et sites d'action	10
Tableau V : Taux d'Inhibition de Ponte (TIP) chez les femelles gorgées de <i>R. (B.) microplus</i> de la souche Azaguié.....	33
Tableau VII : Taux d'Inhibition de Ponte (TIP) chez les femelles gorgées de <i>R. (B.) microplus</i> de la souche Kpinnou.	36
Tableau VIII : Évaluation de l'efficacité de reproduction et de l'efficacité du Fluazuron sur la souche Azaguié.....	39
Tableau IX : Évaluation de l'efficacité de reproduction et de l'efficacité du Fluazuron sur la souche Kpinnou.....	41

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photo 1: Larves guettant le passage de l'hôte approprié	5
Photo 2: Application des acaricides en pulvérisation (A), en pédiluve (B) et en « <i>pour on</i> » (C).	16
Photo 3 : Infestation de bovin (A), bovin infesté (B), tiques gorgées (C).....	25
Photo 4 : Récolte des femelles de la tique <i>R. (B.) microplus</i> gorgées (A et B).....	26
Photo 5 : Mise en ponte et ponte (A, B et C) ; Pesée des œufs (D) ; Mise en éclosion (E)	29

Table des matières

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
SIGLES ET ABREVIATIONS	iii
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES PHOTOGRAPHIES	vi
RESUME	ix
SUMMARY.....	x
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LITTERATURE	3
1. Généralités sur la tique <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	4
1.1. Biologie	4
1.1.1. Identification.....	4
1.1.2. Cycle de développement de la tique <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	4
1.2. Répartition géographique.....	7
1.3. Nature des hôtes.....	8
1.4. Impacts économiques.....	8
2. Acaricides	9
2.1. Définition.....	9
2.2. Acaricides et mode d'action	10
2.2.1. Arsenicaux	10
2.2.2. Lactones macrocycliques.....	11
2.2.3. Organochlorés.....	11
2.2.4. Organophosphorés et carbamates	11
2.2.5. Pyréthrinoïdes de synthèse.....	12
2.2.6. Phénylpyrazolés.....	12
2.2.7. Régulateurs de croissance des insectes ou I.G.R (<i>Insect Growth Regulator</i>).....	12
2.3. Techniques d'application des acaricides.....	14
2.3.1. Traitement en « <i>pour-on</i> ».....	14
2.3.2. Formulations injectables.....	14
2.3.3. Bains détiqueurs ou « <i>Cattle dip</i> ».....	15
2.3.4. Pédiluve	15
2.3.5. Pulvérisation	15
2.4. Résistance de <i>R. (B.) microplus</i> aux acaricides	16
3. Différents tests de résistance/sensibilité des tiques aux acaricides.....	17

3.1.	Larval Packet Test (LPT).....	17
3.2.	Shaw Larval Immersion Test (SLIT).....	17
3.3.	Larval Tarsal Test (LTT).....	17
3.4.	Adulte Immersion Test (AIT).....	18
DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE		21
1.	MATÉRIEL ET MÉTHODES	22
1.1.	Matériel.....	22
1.1.1.	Site d'étude	22
1.1.2.	Matériel de laboratoire.....	23
1.1.3.	Matériel biologique.....	25
1.2.	Méthodes	25
1.2.1.	Élevage de tiques	25
1.2.2.	Test d'efficacité	26
1.2.3.	Analyse statistique	29
2.	RÉSULTATS ET DISCUSSION	31
2.1.	Résultats.....	31
2.1.1.	Effets acaricides du Fluazuron sur les femelles de <i>R. (B.) microplus</i>	31
2.1.2.	Index de ponte et taux d'inhibition de ponte des femelles de <i>R. (B.) microplus</i>	31
2.1.3.	Efficacité du Fluazuron sur la reproduction des femelles gorgées de <i>R. (B.) microplus</i>	37
2.2.	Discussion.....	42
2.2.1.	Effets délétères du Fluazuron sur la ponte des femelles gorgées de la tique <i>R. (B.) microplus</i> de la souche Azaguié et Kpinnou	42
2.2.2.	Efficacité du Fluazuron sur les souches résistantes de <i>R. (B.) microplus</i> : souches Azaguié et Kpinnou	43
CONCLUSION ET PERSPECTIVES		45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		47
ANNEXES		A
Annexe 1: Fiche de suivi du test d'immersion des adultes (AIT) de la souche Azaguié.....		A
Annexe 2: Fiche de suivi du test d'immersion des adultes (AIT) de la souche Kpinnou.....		B

RESUME

La résistance de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* due entre autres à l'exposition régulière aux acaricides, associée à une mauvaise utilisation de ces acaricides constituent l'un des problèmes de l'élevage du bétail en Afrique de l'Ouest. Par conséquent, la recherche de nouvelles molécules capables de réduire de manière significative les infestations dues à *R. (B.) microplus* devient une priorité. A cet effet, le Fluazuron, un inhibiteur de croissance, pourrait être une solution au problème de résistance de cette tique du bétail dans les pays ouest-africains. Cette molécule n'est pas encore utilisée dans la sous-région. Notre étude a eu pour objectif d'évaluer l'efficacité du Fluazuron *in vitro* sur quelques paramètres de reproduction des femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* en utilisant le Test d'Immersion des Adultes. Les expériences ont eu lieu au laboratoire du service d'acarologie du CIRDES à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. Au total, 900 tiques femelles gorgées et saines des souches Azaguié et Kpinnou (soit 450 tiques par souche) ont été utilisées. Deux masses du Fluazuron ont été obtenues à partir de formules différentes. Ainsi, le Fluazuron 0,21g et 0,25g ont été appliqués respectivement sur les souches Kpinnou et Azaguié. Quatre concentrations (0,00005%, 0,0005%, 0,005% et 0,05%) de chaque masse ont été comparées et avec un groupe témoin. Le Fluazuron est inefficace sur la survie des femelles gorgées et la ponte d'œufs cependant, il est très efficace sur les taux d'éclosion et les efficacités de reproduction des femelles gorgées. Son efficacité n'est perçue qu'au niveau de la concentration de 0,05% pour chacune des souches. Ces résultats seraient une solution dans la lutte contre la tique du bétail en Afrique de l'Ouest.

Mots clés : Fluazuron, *R. (B.) microplus*, Kpinnou, Azaguié, *Adult Immersion Test*, Burkina Faso

SUMMARY

The resistance of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* tick due to their permanent exposure to acaricides associated to the inappropriate uses of these acaricides is actually one of the problems for the cattle breeding in West Africa. Therefore, researches for development of new acaricides able to reduce significantly the *R. (B.) microplus* infestations seemed to be a priority. For this purpose, the Fluzuron, an inhibitor of tick growth, could be a solution for, the resistance of this cattletick in the West African countries. This active ingredient is not used again in subregion. Our study aimed to evaluate the *in vitro* effectiveness of the Fluzuron on some reproduction parameters of the engorged females of tick *R. (B.) microplus* using the Adult Immersion Test. The experiments were conducted in the laboratory of acarology at CIRDES, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. A total of 900 engorged females and healthy ticks from Azaguié and Kpinnou strains (450 ticks for each strain) were used. Two weights of Fluzuron were obtained starting from different formulas. Thus, 0,21g and 0,25g of Fluzuron were applied respectively to Kpinnou and Azaguié strains. Four concentrations (0,00005% , 0,0005% , 0,005% and 0,05%) of each weight were compared as well as a control group. Fluzuron was inefficient on the engorged females' survival and the eggs laying, but it showed a strong efficiency on the egg's hatching rates. The effectiveness of Fluzuron was observed only with 0,05% with the two strains. These results would be a step in the solution to fight against the cattletick in West Africa.

Key words: Fluzuron, *R. (B.) microplus*, Kpinnou, Azaguié, Adult Immersion Test, Burkina Faso

INTRODUCTION

L'élevage est une source de revenus et un moyen d'élaboration de capital en Afrique. En d'autres termes, dans le domaine agricole, il représente environ 35% du Produit Intérieur Brut (PIB) de l'Afrique Subsaharienne (Rural21, 2010). L'élevage ouest-africain a un potentiel important et très varié. Sur le plan numérique, et par rapport à l'effectif total en Afrique subsaharienne, cette région compte pour 25 % de bovins, 33 % d'ovins et 40 % de caprins (CSAO-OCDE / CEDEAO, 2008). L'élevage joue un rôle primordial en fournissant des protéines de qualité aux consommateurs et un revenu régulier aux producteurs. Le secteur de l'élevage doit faire de la santé animale une priorité afin d'exploiter durablement le potentiel des animaux. En revanche, les infestations dues à la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888) ont des conséquences économiques importantes sur l'élevage ouest africain. Elle est un ravageur endémique de bétail dans les régions tropicales et subtropicales, provoquant d'énormes pertes économiques pour les éleveurs (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2012). Les pertes dues aux infestations sont non seulement liées aux pertes de poids, de la peau et la mort des animaux mais influent aussi sur l'importation du bétail (Bock *et al.*, 2004). Cette tique est aussi à l'origine des maladies comme les babésioses (*Babesia bovis* et *Babesia bigemina*) et les anaplasmoses (*Anaplasma marginale*) (Peter *et al.*, 2005). Pour limiter un temps soit peu les dégâts causés par cette tique du bétail, les éleveurs utilisent couramment des acaricides. Et c'est l'utilisation intensive et incontrôlée de ce moyen de lutte qui a eu pour conséquence le développement de résistances à la majorité des classes d'acaricides disponibles sur le marché (Lovis, 2012). Ainsi la résistance de la tique *R. (B.) microplus* aux acaricides usuels est l'une des contraintes de l'élevage en Afrique de l'Ouest, et ce depuis son introduction dans cette partie du continent. De nos jours, cette tique se répand rapidement à travers la sous-région ouest africaine. La présence de cette tique invasive a motivé la mise en place en juin 2011, d'un projet de «contrôle intégré des tiques et maladies émergentes transmises en Afrique de l'Ouest et du Centre» (WECATIC), lequel projet prenait en compte la distribution de la tique *R. (B.) microplus* en Afrique de l'ouest et du Centre ainsi que l'épidémiologie des maladies et l'évaluation de la résistance de cette tique aux différentes molécules d'acaricides employées usuellement par les éleveurs sur le terrain. En complémentarité de ce projet, le Projet Régional de lutte contre les Tiques (PRT) financé par l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) a été mis en place dans l'optique de sécuriser les échanges d'animaux entre les états membres de l'UEMOA.

Notre étude s'inscrit dans la composante 4 du PRT qui est d'identifier des acaricides efficaces pour contrôler les populations de tiques introduites dans la sous-région. La présente étude a pour objectif général d'identifier des acaricides efficaces pour contrôler les souches de *R. (B.) microplus* à mettre à la disposition des éleveurs dans les zones d'apparition des résistances aux molécules classiques.

En outre, parmi les six principales classes d'acaricides disponibles sur le marché brésilien (SINDAN, 2013) pour contrôler la tique du bétail, le Fluazuron est le seul ingrédient actif sans précédents rapports de résistance (Reck *et al.*, 2014). A notre connaissance le Fluazuron n'a pas encore été utilisé pour lutter contre la tique *R. (B.) microplus* en Afrique occidentale. Ainsi, il est nécessaire que nous nous posions la question à savoir si le Fluazuron est efficace contre les souches résistantes de *R. (B.) microplus* aux acaricides usuels.

En nous conformant à cette logique, il nous a semblé pertinent d'identifier l'effet acaricide de deux doses de Fluazuron (0,21g et 0,25g) sur les femelles gorgées de *R. (B.) microplus* de deux souches provenant de la Côte d'Ivoire et du Benin et d'évaluer l'effet de ces deux doses sur les paramètres de reproduction de ces femelles.

Le Fluazuron agit sur les femelles gorgées, inhibe leur ponte et empêche l'éclosion des œufs chez ces deux souches résistantes de *R. (B.) microplus*.

Ce présent travail s'articule autour d'un rappel bibliographique et d'une étude expérimentale.

**PREMIERE PARTIE : REVUE DE
LITTERATURE**

1. Généralités sur la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

1.1. Biologie

1.1.1. Identification

La tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* appartient à la famille des *Ixodidae* ou tiques dures (**Tableau I**). Cette tique était connue sous le nom de *Boophilus microplus*. Ce n'est que tout récemment que la tique *Boophilus microplus* est devenue *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* grâce à l'identification du sous-genre *Rhipicephalus (Boophilus)* confirmée par l'utilisation du test moléculaire PCR- RFLP (Lempereur *et al.*, 2010).

La classification de la tique *R. (B.) microplus* est contenue dans le tableau ci-dessous:

Tableau I : Classification de la tique du bétail

Règne	Animal
Embranchement	<i>Arthropodes</i>
Sous-embranchement	<i>Chélicérates</i>
Classe	<i>Arachnides</i>
Ordre	<i>Acariens</i>
Famille	<i>Ixodidae</i>
Genre	<i>Rhipicephalus</i>
Sous-genre	<i>Boophilus</i>
Espèce	<i>microplus</i>

Au niveau du sous-genre *Rhipicephalus (Boophilus)*, en plus de *R. (B.) microplus*, nous avons *R. (B.) geygi* ; *R. (B.) decoloratus* et *R. (B.) annulatus*.

1.1.2. Cycle de développement de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

Chez la tique *R. (B.) microplus*, son cycle de développement est monophasique car tous les stades se déroulent sur le même hôte (**Figure 1**). En effet, les larves hexapodes émergent et grimpent sur des brins d'herbes ou des buissons (**Photo 1**) en l'intervalle de 7 à 10 jours. Elles guettent le passage d'un hôte approprié. Les larves se fixent sur un animal qui passe et commencent ainsi leurs repas sanguins. Environ 7 jours plus tard, elles accomplissent leur première mue et deviennent des nymphes octopodes. Les nymphes gorgées de sang muent à

leur tour et deviennent adultes. Ainsi obtient-on des femelles et des mâles octopodes. Les mâles restent sur l'animal après l'accouplement ; quant aux femelles, environ une semaine plus tard, une fois gorgées elles se laissent tomber et pondent jusqu'à 2000 œufs dans des endroits ombragés et humides. Ainsi, ce cycle monoxène présente-t-elle un avantage pour la tique car il lui permet de diminuer les risques liés à la recherche d'hôtes et de fuir les conditions rudes du milieu (Ouédraogo, 1999).



Photo 1: Larves guettant le passage de l'hôte approprié

Source : Stachurski (2000)

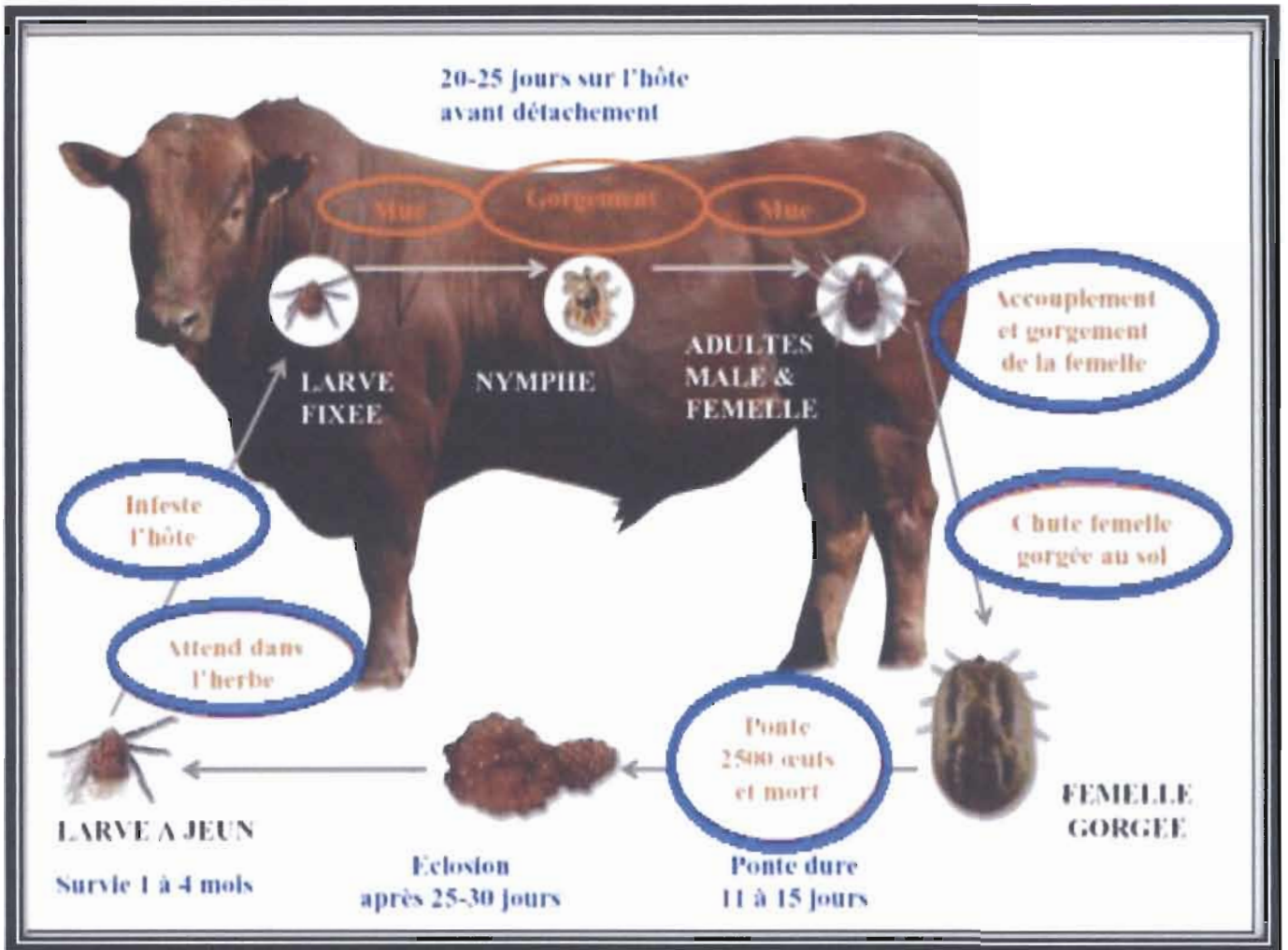
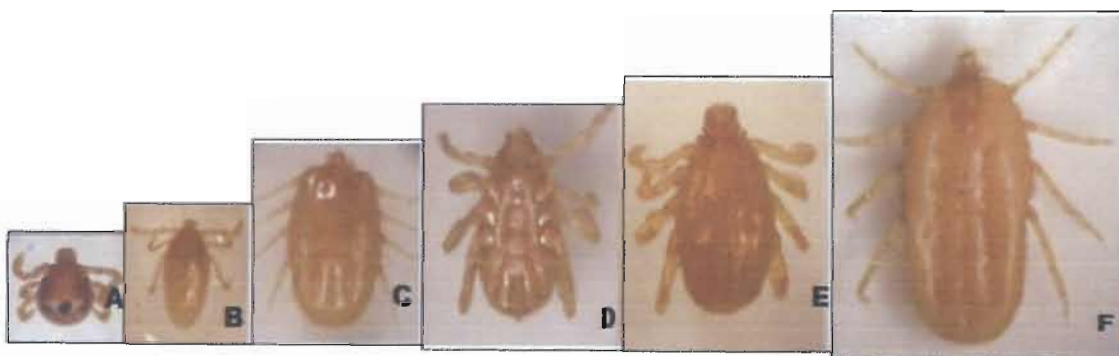


Figure 1: Cycle de développement de *R. (B.) microplus*

Source: Barré (2010)



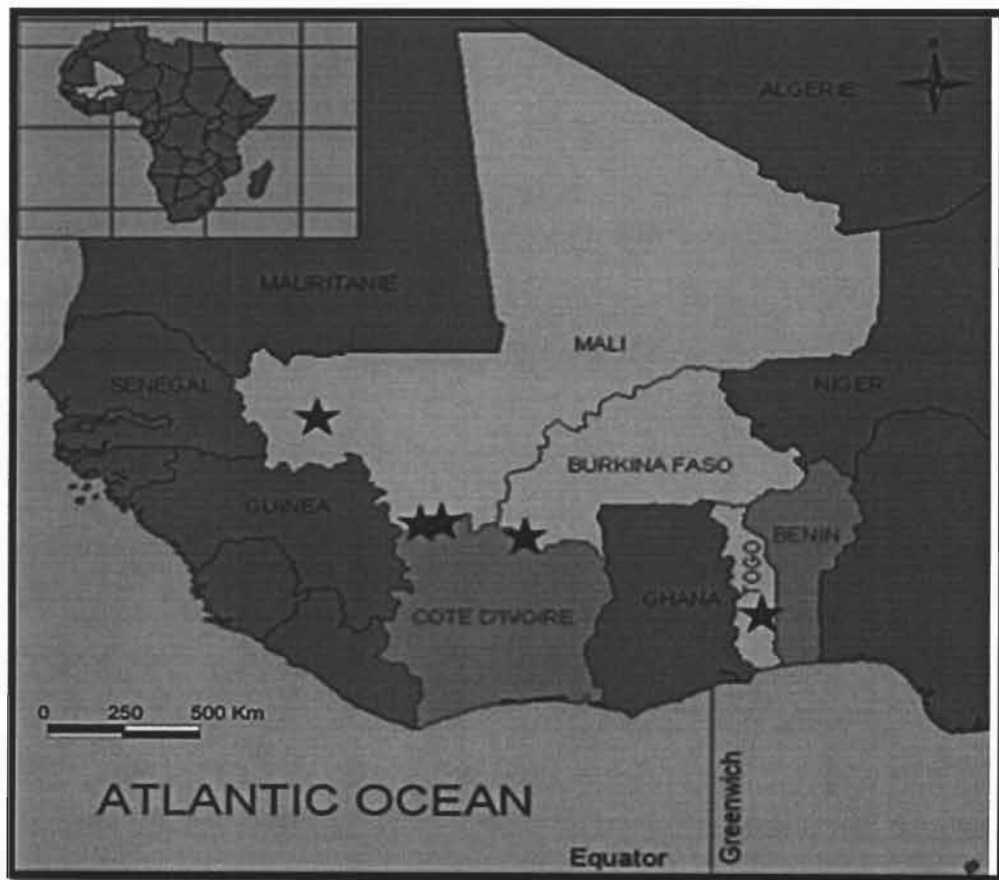
Légende : Larve (A), larve gorgée (B), nymphe (C) mâle face ventrale (D) et dorsale (E), femelle semi-gorgée, face dorsale, scutum divisé en deux : partie dure et partie extensible (F)

Figure 2 : Stades évolutifs de la tique *R. (B.) microplus*

Source : Barré, (2010)

1.2. Répartition géographique

Les tiques, comme tous les parasites, peuvent facilement être disséminées avec leurs hôtes (Barré et Uilenberg, 2010). On trouve la tique *R. (B.) microplus* dans les régions tropicales et subtropicales d'Asie, au nord-est de l'Australie et du Madagascar, au sud-est d'Afrique, dans les Caraïbes, au Mexique dans les pays d'Amérique centrale et australe, dans une zone tampon le long de la frontière mexicaine. Cette tique du bétail a une préférence marquée pour les régions boisées : la savane, la prairie, les régions pouvant être utilisées pour la pâture du bétail (Walker *et al.*, 2007). Elle avait été éradiquée aux Etats-Unis ; cependant, on la rencontre des fois au Texas ou en Californie. 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).



■ : Présence de *R. (B.) microplus* avant 2011

■ : Présence de *R. (B.) microplus* après 2011



: Nouvelles traces de *R. (B.) microplus*

Figure 2 : Distribution de la tique *R. (B.) microplus* avant et après 2011 en Afrique de l'Ouest.

Source : Adakal *et al.* (2013)

1.3. Nature des hôtes

Encore appelé tique du bétail, *R. (B.) microplus* est une tique dure qui a plusieurs hôtes: les bovins, les buffles, les moutons, des chevaux et certains animaux sauvages (IICAB, 2007). En effet, la tique du bétail n'accomplit correctement son cycle que sur des bovins de race taurine (*Bos taurus*) et partiellement sur les zébus (*Bos indicus*) (Marchal, 2011). Ce même auteur souligne que le cerf au même titre que les zébus est naturellement résistant aux tiques. Toutefois, les cerfs et les zébus peuvent être fortement infestés dans des situations physiologiquement éprouvantes. Si les chevaux pâturent sur des parcelles où ont séjourné des bovins infestés, ils peuvent être fortement parasités par des larves et présenter alors des dermatites (Marchal, 2011). Dans cette situation, il est rare que le cycle parasitaire aille jusqu'au stade de femelles gorgées, sauf lorsque l'hôte est stressé (Marchal, 2011).

1.4. Impacts économiques

En termes économiques, ces tiques font dépenser aux éleveurs environ 7,30 dollars américains soit environ 25 550 F CFA par tête de bovin par an ; lorsque les coûts dus à la perte de production et aux traitements sont pris en compte. Cette tique transmet deux protozoaires (*Babesia bovis* et *Babesia bigemina*) et une bactérie *Anaplasma marginale* (Jonsson *et al.*, 2008). En effet, le genre *Babesia* est un agent causal des babésioses. Les babésioses ou piroplasmoses se caractérisent par la présence et la multiplication des protozoaires du genre *Babesia* dans les érythrocytes des bovins. Le genre *Anaplasma* (*rickettsie*) est à l'origine des anaplasmoses. Ce sont des maladies infectieuses, virulentes, inoculables, non contagieuses affectant les ongulés domestiques et sauvages. En plus des pertes dues aux infestations, aux pertes de poids, de la peau et la mort des animaux par anémie, les tiques influent aussi sur l'importation du bétail (Bock *et al.*, 2004). A cela s'ajoutent les pertes de productions (lait,

viande, cuirs...) dues aux cas chroniques, les coûts élevés des traitements vétérinaires, des prix de vaccins et les limitations des mouvements du bétail (Jonsson *et al.*, 2008).

2. Acaricides

2.1. Définition

Un acaricide est une substance ou une préparation phytopharmaceutique ayant la propriété de tuer les acariens. Selon leur mode d'action, les acaricides agissent en perturbant la respiration cellulaire, les phénomènes de croissance et de développement, ou le système nerveux (Tableau II et III). Leur type d'action peut être ovicide, larvicide, adulticide et parfois stérilisant sur les femelles.

Tableau II : Quelques classes d'acaricides

Carbamates	Dinitrophénols	Formamidines	Inhibiteurs de croissance	Organochlorés
benomyl	binapacryl	amitraz	clofentezine	Bromocyclen
carbanolate	dinex	chlordimeform	cyromazine	camphechlor
carbaryl	dinobuton	chloromebuform	diflovidazin	DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane)
carbofuran	dinocap	formetanate	dofenapyn	dienochlor
methiocarb	dinocton	formparanate	Fluazuron	endosulfan
metolcarb	dinopenton		flubenzimine	lindane
promacyl	dinosulfon		flucycloxuron	
propoxur	dinoterbon		hexythiazox	
aldicarb	DNOC (dinitro-ortho-crésol)			
butocarboxim				
oxamyl				

Source : Berrah (2011)

Tableau III : Classes d'acaricides, modes et sites d'action

Classes d'acaricides	Acaricides communément utilisés	Site d'action	Mode d'action
Organochlorés	Lindane et diéldrine	Système nerveux	Fixation du canal sodium
Organophosphorés	Coumaphos et diazinon	Système nerveux	Fixation de l'acétylcholinestérase
Carbamates	Carbaryl	Système nerveux	Inhibition d'acétylcholinestérase
Pyréthri-noïdes	Cyperméthrine et perméthrine	Système nerveux	Modulation du canal sodium
Lactones Macrocycliques	Avermectines et milbémycines	Système nerveux	Activation du canal chlorure
Formamidines	Amitraz	Système nerveux	Fixation sur les récepteurs d'octopamine
Benzoylphénylurées	Fluazuron	Chitine de la cuticule	Inhibition de la synthèse de la chitine

Source : Abbas *et al.* (2014)

2.2. Acaricides et mode d'action

Les organochlorés, organophosphorés, carbamates et les pyréthri-noïdes représentent la grande majorité des insecticides organiques de synthèse qui ont été employés ou le sont encore actuellement.

2.2.1. Arsenicaux

Les arsenicaux ont été utilisés comme acaricide aux environs des années 1900. Pour près de quarante ans ils ont été les seuls produits utilisés : Le premier cas de résistance de *R. (B.) microplus* à l'arsenic a été signalé en 1936 (Legg, 1947). Ces produits étaient vendus sous forme de liquide concentré de trioxyde d'arsénique (As_2O_3). L'arsenic est très toxique, extrêmement irritante et caustique. Il peut entraîner la mort de l'animal. Ce produit perd sa protection après 12 heures. L'arsenic coupe la chaîne de la respiration en se substituant au phosphore dans la réaction de formation de l'A.T.P.

2.2.2. Lactones macrocycliques

Les lactones macrocycliques (LM) rassemblent les différentes molécules synthétisées par des *Streptomyces sp.* Elles sont classées en deux groupes : les avermectines avec l'ivermectine, la doramectine, l'éprinomectine, la sélamectine et les milbémycines avec la moxidectine et la milbémycine oxime. Ces acaricides ont un large spectre d'action. Ils intoxiquent les arthropodes en augmentant la conductance aux ions chlorures soit par une action de type agoniste du GABA (Acide γ -aminobutyrique) et/ou une modulation des récepteurs glutamates. En effet, les lactones macrocycliques activent les canaux chlorures glutamate-dépendants (GluCl) présents dans les cellules nerveuses ou musculaires des invertébrés. La membrane cellulaire devient ainsi plus perméable aux ions chlorures, entraînant une hyperpolarisation de la cellule nerveuse ou musculaire, qui conduit en fin de compte à une paralysie flasque du parasite.

2.2.3. Organochlorés

Les organochlorés possèdent dans leur structure au moins une liaison carbone-chlore. On distingue trois familles d'insecticides organochlorés: celles du DDT et des HCH (hexachlorocyclohexane) ainsi que les cyclodiènes. Récemment, l'utilisation des organochlorés a été interdite dans plusieurs pays européens à cause de sa pollution de l'environnement et de ses effets cancérigènes. La résistance aux organochlorés apparaît rapidement soit dix-huit mois pour le HCL (hexachlorocyclohexane), six ans pour le DDT et quatre ans pour le toxaphène. La résistance à tous les organochlorés a été observée chez *R. (B.) microplus*, *R. (B.) decoloratus* et *R. appendiculatus*. Sa rémanence est faible. Les organochlorés se lient aux récepteurs GABA d'où une inhibition des flux d'ions chlore dans les neurones. Cette levée de l'inhibition de l'influx neveux entraîne des convulsions puis la mort du parasite (Drevon-Gaillot, 2002).

2.2.4. Organophosphorés et carbamates

Les carbamates sont étroitement liés aux organophosphorés et les deux principaux composés utilisés pour le contrôle des tiques sont le carbaryl et le propoxur. Le remplacement des organochlorés a été accéléré par l'apparition et l'utilisation des carbamates qui sont une famille de composés organiques porteur d'une fonction $R-NH-(C=O) O-R'$. Il s'agit en fait des

esters substitués de l'acide carbamique ou d'un amide substitué. Quant aux organophosphorés, ils contiennent un atome de phosphore dans leur structure chimique. Ils sont tous des dérivés de l'acide phosphorique. La majorité reste soluble dans les solvants organiques et insolubles dans l'eau, alors que quelques-uns comme le dichlorovos sont volatils. Neurotoxiques, les organophosphorés regroupent les insecticides les plus toxiques envers les mammifères. Par contre, ils ne sont pas persistants comme les organochlorés, caractéristique qui leur a permis dès les années 50 de remplacer ces derniers en agriculture contre les insectes et les acariens (Benbouzid, 2012). Ces acaricides inhibent l'acétylcholinestérase, un enzyme crucial dans le système nerveux des insectes. Le mode d'action des insecticides carbamates est très similaire à celui des organophosphorés, car ils inhibent les enzymes cholinestérases. Chez les insectes, les effets des carbamates sont principalement l'empoisonnement du système nerveux central (Berrah, 2011).

2.2.5. Pyréthrinoïdes de synthèse

Le pyrèthre est un insecticide d'origine végétale, il est composé d'extraits du chrysanthème *Chrysanthemum cinerariifolium*. Ces acaricides empêchent l'entrée du sodium (Na^+) dans les nerfs des insectes lors du potentiel d'action qui correspond aux mouvements ioniques transmembranaires par des canaux ioniques enchâssés dans la membrane plasmique.

2.2.6. Phénylpyrazolés

Le fipronil est le seul composé de phénylpyrazoles à être utilisé dans l'élevage pour la lutte contre les tiques du bétail et son utilisation a commencé au milieu des années 90 (Davey *et al.*, 1998). Il a une longue activité résiduelle (Taylor, 2001) et persiste jusqu'à cinq semaines sur le terrain (Davey *et al.*, 1999). Cette famille agit sur les synapses inhibitrices GABA ; en se fixant sur le récepteur, elle empêche l'ouverture du canal chlore qui lui est associé. Le fipronil possède un effet «*knock-down*» élevé, mais son principal avantage est sa rémanence (Drevon-Gaillot, 2002).

2.2.7. Régulateurs de croissance des insectes ou I.G.R (*Insect Growth Regulator*)

Les régulateurs de croissance sont des molécules relativement récentes, avec le Fluazuron comme composé représentatif de la classe disponible sur le marché depuis 1994 en Australie

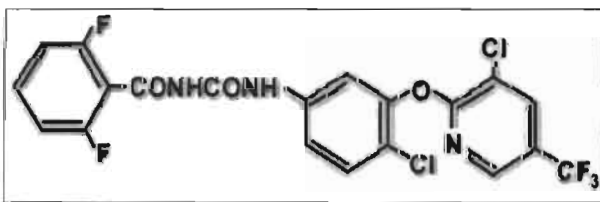
(Lovis, 2012). Les inhibiteurs de croissance interfèrent avec le développement des stades immatures des acariens. Ces acaricides sont de 2 catégories:

- les ecdysoïdes qui inhibent la synthèse de la chitine ou la sclérisation de la cuticule après les mues larvaires. Ils perturbent l'éclosion des œufs, tuent les larves et rendent les adultes plus sensibles à la dessiccation.
- les juvénoïdes ou analogues de l'hormone juvénile qui perturbent la maturation des œufs et bloquent les mues.

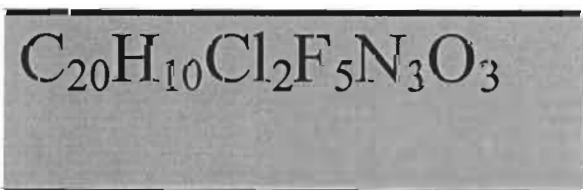
Les benzoylphénylurées (diflubenzuron, flufénoxuron, lufenuron, triflumuron et Fluazuron) représentent la famille la plus importante de régulateurs de croissance d'insectes. Ils interfèrent avec la mise en place de la chitine au niveau de la cuticule pendant les mues. Ces molécules sont à présent envisagées contre les tiques (Drevon-Gaillot, 2002). Elles agissent par voie systémique en inhibant les fonctions vitales telles la ponte et l'éclosion des œufs. De bons résultats ont été obtenus avec *Boophilus* (Boudeau, 1993). Certaines molécules de cette famille sont également soupçonnées d'être actives sur les tiques, notamment le Fluazuron (Taylor, 2001).

Cas du Fluazuron

a) *Formule structurale*



b) *Formule moléculaire*



c) *Mode d'action*

Le Fluazuron est une poudre cristalline dont la couleur varie du blanc au rose, inodore. Son point de fusion est de 219°C. Sa solubilité dans l'eau est inférieure à 0,02 mg / L. Le Fluazuron est un inhibiteur de croissance des acariens. Il interrompt le cycle de vie de la tique à différents points en interférant avec la formation de la cuticule (chitine). Cela se traduit par la mort de larves et des nymphes parce qu'elles ne peuvent pas passer au stade suivant et empêche les femelles adultes de produire des œufs viables. Il est utilisé pour lutter contre la tique *R. (B.) microplus*. Le principal mode d'action du Fluazuron sur la tique du bétail est l'inhibition de l'incorporation de la chitine de la cuticule de la tique. En effet, le Fluazuron inhibe sans doute les enzymes impliqués dans le dernier stade de la synthèse de la chitine (Kemp *et al.*, 1990). Contrairement à la plupart des acaricides, le Fluazuron n'a pas une action «*knock-down*» (il ne tue pas directement les tiques). Après application en *pour-on* du produit, il est absorbé par la peau des bovins et s'accumule dans la graisse et le sang. Il est ingéré par la tique lors de son repas sanguin. Les marques d'acaricides disponibles sur le marché et dont la molécule active est le Fluazuron sont: WINTIX[®] ; ACATAK[®]; PESTANAL[®].

2.3. Techniques d'application des acaricides

2.3.1. Traitement en «*pour-on*».

Les « *pour-on* » sont des formulations huileuses qui se dispersent rapidement sur une grande partie du corps de l'animal et s'unissent aux sécrétions cutanées. L'acaricide est appliqué en faible quantité sur la ligne dorsale des animaux. En plus de la réduction de la pollution de l'environnement, ce traitement est plus facile à manipuler. Les éleveurs apprécient leur efficacité contre les tiques et leur rémanence importante qui leur permet d'attendre un mois avant de traiter à nouveau (Bouyer, 2009). Cependant, il est plus cher et a tendance à rester longtemps dans le tissu de l'animal.

2.3.2. Formulations injectables

C'est une autre méthode qui empêche que l'animal soit pulvérisé ou baigné. C'est un traitement sain et facile. Il agit à la fois sur les endoparasites et les ectoparasites. Par ailleurs, avec cette formulation, on peut trouver des résidus d'acaricides dans les produits d'origine animale.

2.3.3. Bains détiqueurs ou « *Cattle dip* »

Le bain détiqueur est une méthode ancienne, utilisée depuis plus d'un siècle pour traiter les très grands troupeaux de ranchs, aux États-Unis, en Australie, Afrique du Sud, ou au Zimbabwe (Bouyer, 2009). A ce niveau, l'animal reçoit un bain avec l'acaricide. Avec ce traitement, l'animal est immergé et tout son corps est en contact avec l'acaricide. Mais, cette méthode pollue l'environnement et la mise en place des dispositifs est difficile.

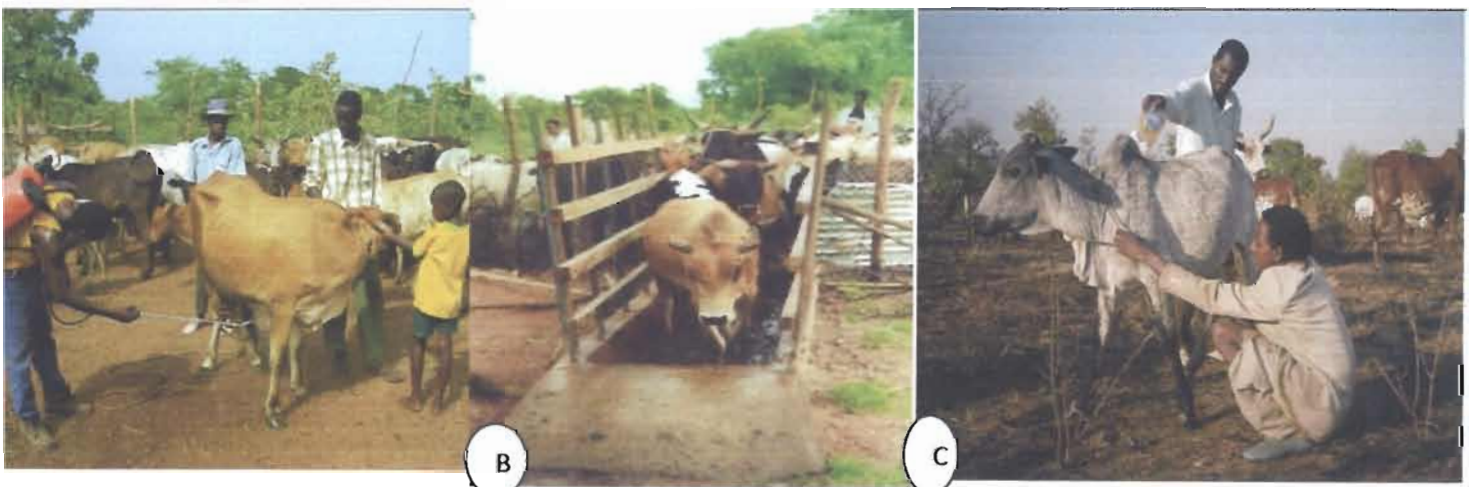
2.3.4. Pédiluve

C'est une nouvelle méthode de lutte efficace, peu onéreuse et rapide mise au point par le CIRDES à partir de l'observation du comportement de la tique *Amblyomma variegatum*. Cette méthode protège les animaux de la réinfestation. En outre les animaux sont protégés contre les blessures causées par l'accumulation des tiques. C'est une méthode qui permet de traiter rapidement les animaux (15 mn pour 120 bovins). Les éleveurs dépensent 150 FCFA /bovin par an pour le traitement.

2.3.5. Pulvérisation

La pulvérisation manuelle des animaux est une alternative intéressante aux méthodes précédentes, dans la mesure où elle est beaucoup moins coûteuse. Pour que le traitement soit efficace, il faut appliquer une quantité suffisante de solutions, environ 2 litres pour un bovin adulte et traiter à intervalles réguliers. Le traitement est soigneusement appliqué sur les zones de prédilection des tiques (aisselle, mamelle, région anale).

La pulvérisation est un risque de pollution de l'environnement et constitue un risque accru d'intoxication pour les opérateurs.



3. Différents tests de résistance/sensibilité des tiques aux acaricides

3.1. Larval Packet Test (LPT)

Stone et Haydock (1962) ont développé cet essai biologique pour la tique du bétail (FAO, 2004). Cette technique fut adoptée par la FAO en 1971, comme une technique pour déterminer le niveau de sensibilité de la tique du bétail aux acaricides. Le LPT consiste à placer des larves dans des pochettes (papier filtre Whatman plié en forme de pochette) qui sont auparavant imprégnées avec une certaine quantité d'acaricide diluée dans du trichloréthylène et de l'huile d'olive. En d'autres termes, l'acaricide à tester est dilué en série dans un solvant composé de trichloréthylène et de l'huile d'olive. On prélève 0,67 ml de chaque dilution puis on l'applique sur un papier filtre Whatman de dimension 8,5 x 7,5 cm. Cent larves âgées de 7 à 21 jours sont prélevées puis mises dans chaque pochette à l'aide d'un pinceau fin avant de fermer le paquet. Les pochettes sont incubées dans des conditions contrôlées de 80-95% d'humidité relative et de 27-28 °C. Le nombre de larves mortes et vivantes est compté au bout de 24 heures. Sont considérées comme mortes, les larves qui bougent uniquement leurs pattes et ceux qui n'arrivent pas à se déplacer. Le LPT ne peut pas être utilisé pour diagnostiquer la sensibilité des tiques aux régulateurs de croissance tel que le Fluazuron (FAO, 2004).

3.2. Shaw Larval Immersion Test (SLIT)

Cet essai biologique des larves (Shaw, 1966) n'est pas aussi largement répandu pour le diagnostic de la résistance. Avec cette méthode, les résultats sont obtenus en 6 semaines. Des études comparatives ont indiqué que des résultats de LIT peuvent être comparés aux résultats de LPT, car il y a une bonne concordance entre les résultats des méthodes d'essai. L'incapacité du LPT à diagnostiquer la résistance potentielle au Fluazuron s'applique également au LIT.

3.3. Larval Tarsal Test (LTT)

Le *Larval Tarsal Test* est un test qui utilise les œufs de tiques. Les œufs de tiques sont distribués dans des puits de plaques de microtritation auparavant traités avec les acaricides que l'on veut tester. Les œufs sont incubés jusqu'à l'éclosion des larves, qui sont ainsi exposées aux composés. La résistance des souches de tiques est alors évaluée en fonction de

Photo 2: Application des acaricides en pulvérisation (A), en pédiluve (B) et en «pour on» (C).

Source : Vial (2008)

2.4. Résistance de *R. (B.) microplus* aux acaricides

Il y a présomption de résistance quand on constate que des bovins qui ont été traités de la même façon pendant plusieurs années sont plus fortement infestés que prévu (FAO, 1989). L'existence de souches résistantes aux divers acaricides a été constatée une cinquantaine d'années après le début de leur emploi (Morel, 1981). La première résistance constatée est celle aux dérivés arséniques qui sont devenus inefficaces et toxiques. Au milieu des années 1940, apparurent le DDT et les autres organochlorés. Mais il y avait une résistance rapide aux organochlorés et aux organophosphates. Le début de résistance des organophosphates a coïncidé avec l'entrée sur le marché des amidines. La résistance aux amidines n'a pas pris le temps de s'étendre qu'apparurent les pyréthriinoïdes. Ces amidines qui n'étaient pas complètement exploitées ont fait un retour sur le marché dans les années 1990 (Graf *et al.*, 2004). Ces résistances sont apparues principalement dans les régions, grosses consommatrices d'acaricides (Australie, Amérique du Sud, Afrique du Sud) et surtout chez les tiques à un hôte, notamment *R. (B.) microplus*, chez qui des souches résistantes à toutes les classes de produits mises sur le marché se sont développées en moins de 5 ans (Willadsen, 1997). Il n'y a pas encore eu de rapports sur l'évolution de la résistance du Fluazuron aux populations de la tique *R. (B.) microplus* (Andreotti, 2010). La résistance des tiques aux acaricides peut être due à plusieurs causes telles que :

- l'inactivation de l'acaricide: l'acaricide peut être inactif lorsqu'il est associé à un autre corps ;
- la détoxification de l'acaricide et l'altération du site d'action ;
- les mécanismes de sélection des lignées de tiques résistantes aux différents ingrédients actifs principalement en raison de l'utilisation incorrecte de produits chimiques.

Au vue de ces résistances, des tests biologiques ont été mis en place par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) pour tester la résistance aux acaricides de cette tique du bétail.

la mortalité des larves écloses. La capacité du LTT à détecter la résistance a été comparée au LPT, un des tests recommandés par la FAO (Lovis, 2012).

3.4. Adulte Immersion Test (AIT)

La FAO recommande deux tests *in vitro*: le LPT et l'AIT. A cet effet, une enquête menée par le groupe de travail sur la résistance des parasites de la FAO (WGPR) a révélé que la méthode la plus largement utilisée pour diagnostiquer la résistance ne fut pas le LPT, mais l'AIT (FAO, 2004). Par conséquent, la FAO a décidé de fournir un protocole pour l'AIT et recommande comme une épreuve de présélection pour la résistance parce qu'il est facile à utiliser et fournit des résultats rapidement.

L'AIT est un essai biologique appliqué aux femelles de tiques gorgées décrit par Drummond *et al.* (1973). Il était utilisé pour déterminer l'efficacité relative de nouvelles acaricides contre un certain nombre de tiques. Ce test consiste à effectuer une série de dilution à partir de la formulation commerciale en utilisant l'eau comme diluant et les tubes comme récipients. La formule suivante est utilisée pour déterminer la dilution initiale:

$$\text{Quantité d'acaricide nécessaire (ml)} = \frac{\text{Concentration finale (\%)} \times \text{volume final (ml)}}{\text{Concentration initiale (\%)}}$$

La solution témoin renfermera les mêmes quantités d'éthanol et Triton X-100 comme concentration initiale de la solution de l'acaricide. Par conséquent, la solution témoin sera diluée de la même manière que la solution de l'acaricide a été diluée. Les tiques sont rincées puis séchées avec du papier absorbant. Les femelles sont placées 10 par groupe et chaque groupe est pesé. Ainsi les tiques sont immergées dans l'acaricide dilué contenu dans un tube en commençant par la moins concentrée. Elles sont remuées pendant 30 secondes avant et après l'immersion des tiques. Après 30 secondes, les solutions sont versées et les tiques sont séchées puis déposées dans une boîte à Pétri d'un diamètre 90 mm, scellée avec du ruban adhésif. Les tiques sont mises en ponte 27 à 28 °C et 80 à 95% d'humidité relative. Après 10 jours, les tiques sont jetées et les œufs pondus sont pesés par groupe en fonction de chaque traitement, puis placés dans un flacon en coquille et scellé avec du coton. Les œufs sont maintenus dans l'incubateur pour quatre semaines et le pourcentage d'éclosion des larves est estimé visuellement. L'essai doit être répété trois fois. Chaque réplique nécessite la

préparation d'une nouvelle série de dilutions de la formulation commerciale. Tous les instruments doivent être soigneusement lavés et séchés avant utilisation.

Estimation de l'efficacité acaricide

Dans le test d'immersion des adultes, l'efficacité d'un acaricide est évaluée en comparant la reproduction estimée ou l'efficacité de la reproduction (ER) de chaque groupe de tiques traité avec celle du groupe témoin. La reproduction estimée est l'estimation du nombre de larves engendrées par chaque femelle à chaque concentration utilisée lors de l'essai. Elle est évaluée selon la formule suivante :

$$(ER) = (\text{Poids des oeufs}(g))/(\text{Poids des femelles gorgées}(g)) \times \% \text{ oeufs éclos} \times 20\ 000$$

La FAO envisage mettre au point un AIT plus rapide et similaire à celui décrit par Drummond *et al.* (1973). A ce niveau, la Dose Discriminante (DD) est utilisée et les observations ont lieu au niveau de la ponte et non au niveau de l'éclosion. En effet, l'AIT avec la Dose Discriminante (AIT-DD) permet de fournir un test rapide et simple par rapport au test classique d'immersion des adultes décrit par Drummond (1973.). En utilisant ce test (AIT-DD), il n'est pas nécessaire de peser les œufs ou d'estimer le taux d'éclosion, ce test permet d'obtenir les résultats dans une semaine au lieu de 4 à 5 semaines pour le test classique. Il consiste à diluer l'acaricide en se basant sur la dose discriminante conseillée. Vingt (20) ml de la solution d'acaricide est mis dans un tube de 100 ml dont la fermeture est à vis et 20 ml d'eau dans un autre tube considéré comme solution témoin. Les tubes sont étiquetés. Les tiques femelles gorgées en bonne santé, lavées et récoltées dans les 48 heures, sont mises dans chaque tube pendant 30 mn à 25°C. Le contenu (tiques+solution) est remué doucement. Après 30 mn, les solutions sont versées et les tiques sont séchées avec du papier absorbant. Ces tiques sont mises en ponte dans des boîtes à Pétri. Ces boîtes sont mises dans un grand récipient en polystyrène puis mis en incubation à environ 25 à 30°C pendant 7 jours. Après 7 jours on compte le nombre de tiques ayant pondu des œufs. Les tiques mises dans l'eau doivent pondre beaucoup d'œufs après ces 7 jours. Les femelles immergées dans l'acaricide et qui ont pondu sont résistantes, mais celles qui n'ont pas pondu sont sensibles. Le pourcentage de résistance est calculé de la façon suivante:

$$\text{Pourcentage de résistance (\%)} = \frac{N_t}{N_w} \times 100$$

Où

N t = nombre d'œufs des femelles immergées dans l'acaricide

N_w = nombre d'œufs des femelles immergées dans l'eau

Ces tests de la FAO seront adaptés pour notre étude expérimentale.

DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Matériel

1.1.1. Site d'étude

Les expériences ont été menées au Burkina Faso au sein du service d'acarologie du CIRDES. Les larves utilisées pour infester les animaux provenaient des tiques mises en élevage au service acarologie. Ces tiques sont issues de deux zones appartenant à deux pays: la localité de Kpinnou au Bénin et la ville d'Azaguié en Côte d'Ivoire (**Figure 3**). Le choix de ces deux zones pour la récolte s'est imposé par le fait qu'elles ont été les premiers endroits où la tique *R. (B.) microplus* a été révélée pour la première fois en Afrique de l'Ouest. La localité de Kpinnou se trouve dans la commune d'Athiémé, dans le département de Mono au Bénin avec pour coordonnées géographiques, 6° 34' 55" Nord et 1° 46' 23" Est. La ville d'Azaguié est quant à elle localisée dans la région de l'Agneby-Tiassa au Sud de la Côte d'Ivoire dans le département d'Agboville avec pour coordonnées géographiques, 5°38'00''Nord et 4°05'00''Ouest.

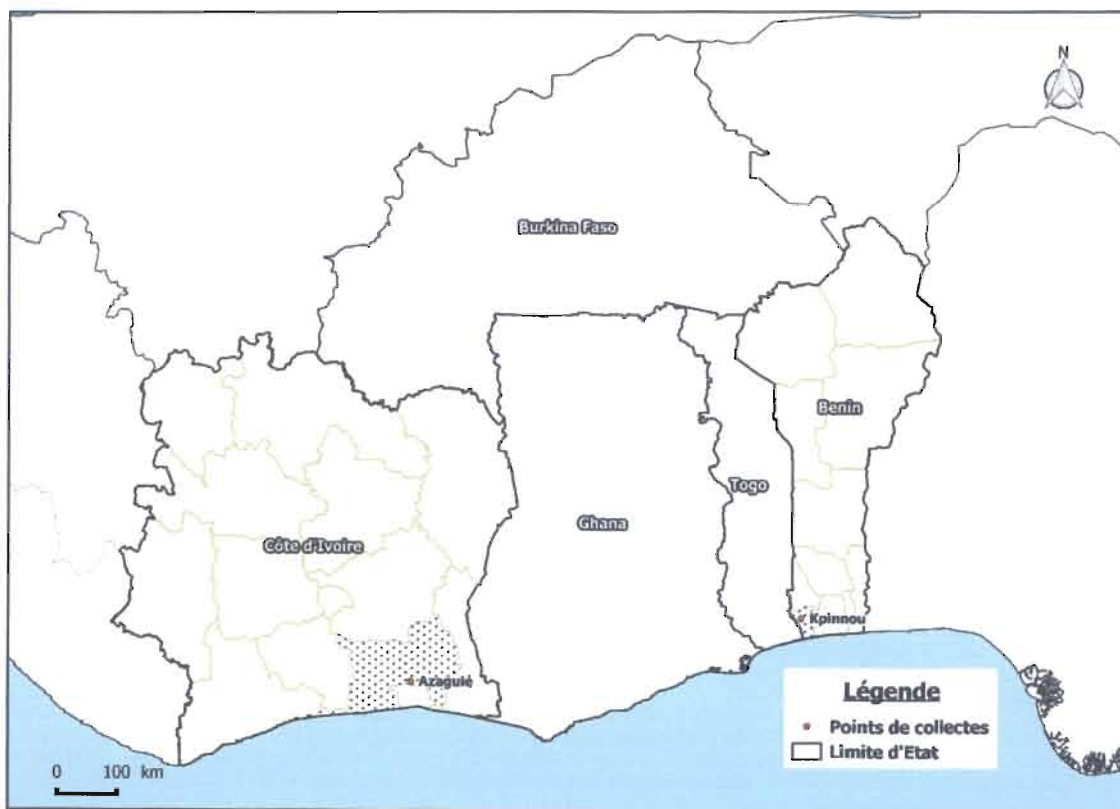
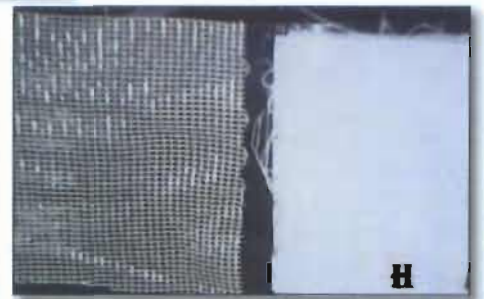
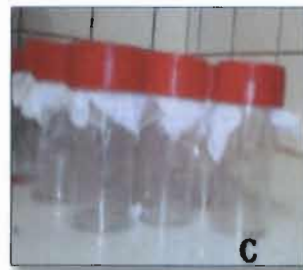


Figure 3 : Points de collecte de la tique *R. (B.) microplus* en Afrique de l'Ouest

1.1.2. Matériel de laboratoire

Comme matériel utilisé au laboratoire (**Planche 1**), nous avons:

- une hotte
- des pipettes à volume variable (5-1000 μ l)
- des fioles jaugées
- des bacs :
- des boîtes de Pétri en plastiques et en verre;
- des tissus en mailles fines ;
- des tubes de 30 ml en plastiques avec fermoir à vis ;
- des étuves contenant un hygromètre et un thermomètre ;
- des gants en latex;
- un cahier de laboratoire ;
- des seaux pour la collecte des tiques ;
- des boucles d'oreilles ;
- des réactifs : Fluazuron PESTANAL (SIGMA-ALDRICH, produit n°46113) à 99% (acaricide) ; triton X-100 conditionné à 10% (P/P) ; eau déminéralisée et stérile et l'acétone pure (100%).



Légende : bacs (A), étuve (B), tubes (C), hotte (D), boîtes de pétris (E), pipette (F), balance (G), tissus en mailles fines (H).

Planche 1: Quelques matériels utilisés

1.1.3. Matériel biologique

Le matériel biologique comprenait des bovins et les tiques *R. (B.) microplus*. Deux bovins ont été achetés sur le marché local pour l'élevage des tiques à l'étable. Ces tiques sont précisément issues de 2 populations distinctes identifiées comme résistantes aux acaricides usuels dans trois pays de l'UEMOA. Des adultes de chacune de ces populations ont été utilisés pour les tests *in vitro* (Photo 3).



Photo 3 : Infestation de bovin (A), bovin infesté (B), tiques gorgées (C)

1.2. Méthodes

1.2.1. Élevage de tiques

Les femelles gorgées résistantes aux acaricides usuels ont été récoltées sur des bovins provenant de deux pays différents de l'UEMOA : la Côte d'Ivoire et le Bénin. Elles ont été mises en ponte pour produire une descendance qui sera utilisée pour les tests d'efficacité du Fluazuron (99,0%). Des tests antérieurs ont pu montrer que les deux souches de tiques mises en élevage au CIRDES sont dites résistantes aux matières actives que sont: la deltaméthrine, l'alphacyperméthrine, la cyperméthrine, le chlorpyrifos et l'amitraz avec un Ratio de Résistance (RR) > 10 (Kandé, 2014).

- Récolte et mise en ponte

Deux bovins ont été infestés chacun par des larves issues des 2 souches de tiques. Au bout de 19 jours minimum, les larves se sont transformées en adultes et étaient nettement visibles sur les animaux. Les femelles gorgées, tombées sous le caillebotis ont été nettoyées avec de l'eau

et recueillies à la sortie du tuyau à l'aide des bacs munis de tamis ou triées dans la bouse des animaux (**Photo 4**). Ces femelles gorgées, une fois récoltées ont été mises en ponte. La mise en ponte a consisté à coller les femelles précédemment récoltées sur le dos (scutum) sur du papier cartonné à l'aide de scotch à double face. L'ensemble (papier cartonné + tiques gorgées) a ensuite été renversé sur une boîte de dimension 14 cm x 30 cm x 5 cm afin de recueillir un amas d'œufs pondus. Chaque jour les œufs étaient récoltés, pesés puis mis dans des tubes (**Planche 1, C**) à raison de 0,5 g d'œufs/tube. Le tout est recouvert avec un tissu fin (**Planche 1, H**) que visse le couvercle du tube permettant ainsi l'entrée de l'air à l'intérieur. Ces œufs issus de la ponte de ces femelles gorgées ont été mis en incubation dans des étuves thermo-réfrigérées de la cellule d'élevage du service d'acarologie du CIRDES.



Photo 4 : Récolte des femelles de la tique *R. (B.) microplus* gorgées (A et B)

- Éclosion

Les tubes ont été placés dans une étuve dont la température et l'humidité relative étaient respectivement de $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ et 80 à 95%. Les éclosions ont été observées à environ quatre semaines après chaque ponte. Les larves de 14 à 21 jours d'âge, issues des éclosions, ont été utilisées pour infester des animaux. Les femelles gorgées ont été par la suite utilisées pour des tests *in vitro* de contact avec le Fluazuron.

1.2.2. Test d'efficacité

Il s'agissait d'un test *in vitro*. Pour ce test deux souches ont été utilisées : Kpinnou et Azaguié. L'AIT (Drummond *et al.*, 1973) a été utilisé pour observer l'effet du Fluazuron

PESTANAL® sur les femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* de ces souches. Ces dernières sont issues de l'élevage décrit ci-dessus. L'expérience a débuté avec la préparation de la solution témoin qui a été utilisée comme solvant. En effet, 20 ml de triton X-100 (10%) a été prélevé puis complété avec 80 ml d'acétone pur pour obtenir une solution finale de 100 ml. La solution obtenue est à 2% de Triton X-100 et 100% d'acétone (solution A). La solution A est diluée au 1/100 avec de l'eau déminéralisée et stérile pour obtenir une solution B. La solution B obtenue est à 0,02% de Triton X-100 et 1% d'acétone représentant le solvant.

La quantité de triton X-100 à prélever étant déterminée par la formule suivante (FAO, 2004) :

$$\text{Quantité de stock nécessaire (ml)} = \frac{\text{concentration finale (\%)} * \text{volume final(ml)}}{\text{concentration initiale (\%)}}$$

Afin de déterminer la quantité de Fluazuron PESTANAL® nécessaire pour obtenir 5% de concentration de cette molécule dans une solution, deux formules ont été appliquées: il s'agissait de celle de FAO (2004) (**Formule 1**) pour la détermination de la quantité de ladite molécule et celle faisant appel aux formules de la chimie organique (**Formule 2**).

Formule 1

$$\text{Ingrédient actif nécessaire (g)} = \frac{\text{quantité voulue (ml)} * \text{concentration voulue (\%)}}{\text{purété (\%)}(W/V)}$$

$$\text{Ingrédient actif nécessaire (g)} = (5 \times 5)/99 = \mathbf{0,25 \text{ g}}$$

Formule 2

Le Fluazuron étant en poudre alors sa proportion dans le mélange final est en fonction de sa masse. Calcul de la masse de chaque espèce dans un mélange de 5 ml de volume final, nous avons:

- volume de triton X-100 = 1 ml
- volume de Fluazuron = 0,25 ml
- volume d'acétone = 3,75 ml

La masse d'acétone est = Masse volumique x Volume = 0,79 x 3,75 = 2,96 g

La masse de Triton X-100:= Masse volumique x Volume = 1,06 x 1= 1,06 g

% $m_{fz} = P_{fz} = (mfz \times 100)/(m \text{ total})$, nous obtenons la masse du Fluazuron = **0,21 g**

Ainsi, deux masses de Fluazuron ont-elles été déterminées pour avoir la concentration de 5% de Fluazuron PESTANAL® : 0,25 g de Fluazuron obtenu à partir de la **Formule 1** et appliqué sur la souche Azaguié et de 0,21 g de Fluazuron obtenu avec le **Formule 2** et appliqué sur la

souche Kpinnou. Chacune des deux masses a été utilisée pour obtenir une solution de 5% du Fluazuron, 2% de Triton X-100 et 100% d'acétone dans un volume final de 5 ml. Chacune des solutions obtenues a été diluée au 1/100 avec l'eau déminéralisée et stérile pour donner 0,05% de Fluazuron ; 0,02% de Triton X-100 et 1% d'acétone. Les présentes solutions ont été diluées séparément avec le solvant (solution B) pour donner les concentrations suivantes: 0,05% ; 0,005% ; 0,0005% ; 0,00005% du Fluazuron

Les tiques femelles gorgées en bonne santé ont été récoltées dans les 24 heures, lavées, séchées puis pesées. Dans 5 boîtes de Pétri, 150 femelles gorgées par souche ont été réparties, à raison de 30 femelles par boîte et cela a été répété trois fois.

Enfin, 30 femelles gorgées de chaque souche sont immergées dans 30 ml de chaque traitement (témoin ; 0,00005% ; 0,0005% ; 0,005% et 0,05%) pendant une minute. Les tiques ainsi traitées, ont été séchées avec un papier absorbant puis mises en ponte dans une étuve à 28°C ; 85 à 95% d'humidité relative (FAO, 2004).

Quinze jours après la ponte, les œufs de chaque souche ont été récoltés en fonction des traitements. Les œufs de chaque groupe de traitement sont pesés à l'aide d'une balance de précision. Après la pesée de la totalité des œufs ; trois tubes d'œufs ont été échantillonnés par groupe de traitement à raison de 0,5 g d'œufs par tube. Une fois l'échantillonnage terminé, les œufs sont mis en incubation dans les conditions précédemment décrites (27°C ; 85 à 95% d'humidité relative). Le nombre de femelles en ponte a été noté. Le dénombrement des tiques mortes a été effectué quotidiennement (**Photo 5, A**). Au terme de l'éclosion (entre 20 et 25 jours), le taux d'éclosion des larves a été estimé visuellement puis par comptage entre 14 et 21 jours après le début de l'éclosion.

L'efficacité du Fluazuron a été calculée selon les formules proposées par Drummond *et al.* (1973).

$$\text{Index de ponte des oeufs (IP)} = \frac{\text{Poids des oeufs pondus (g)}}{\text{Poids des femelles (g)}}$$

$$\text{Taux d'Inhibition de Ponte (TIP)} = \frac{(\text{IP}(\text{témoin}) - \text{IP}(\text{traités})) \times 100}{\text{IP}(\text{témoin})}$$

$$\text{Efficacité de la reproduction (ER)} = \frac{(\text{poids des oeufs (g)} \times \text{taux de ponte} \times 20\ 000)}{\text{Poids de femelles(g)}}$$

1g d'œufs de tique : 20 000

$$\text{Efficacité du produit (EP)} = \frac{(\text{ER}(\text{groupe témoin}) - \text{ER}(\text{groupe traité})) \times 100}{\text{ER}(\text{groupe témoin})}$$

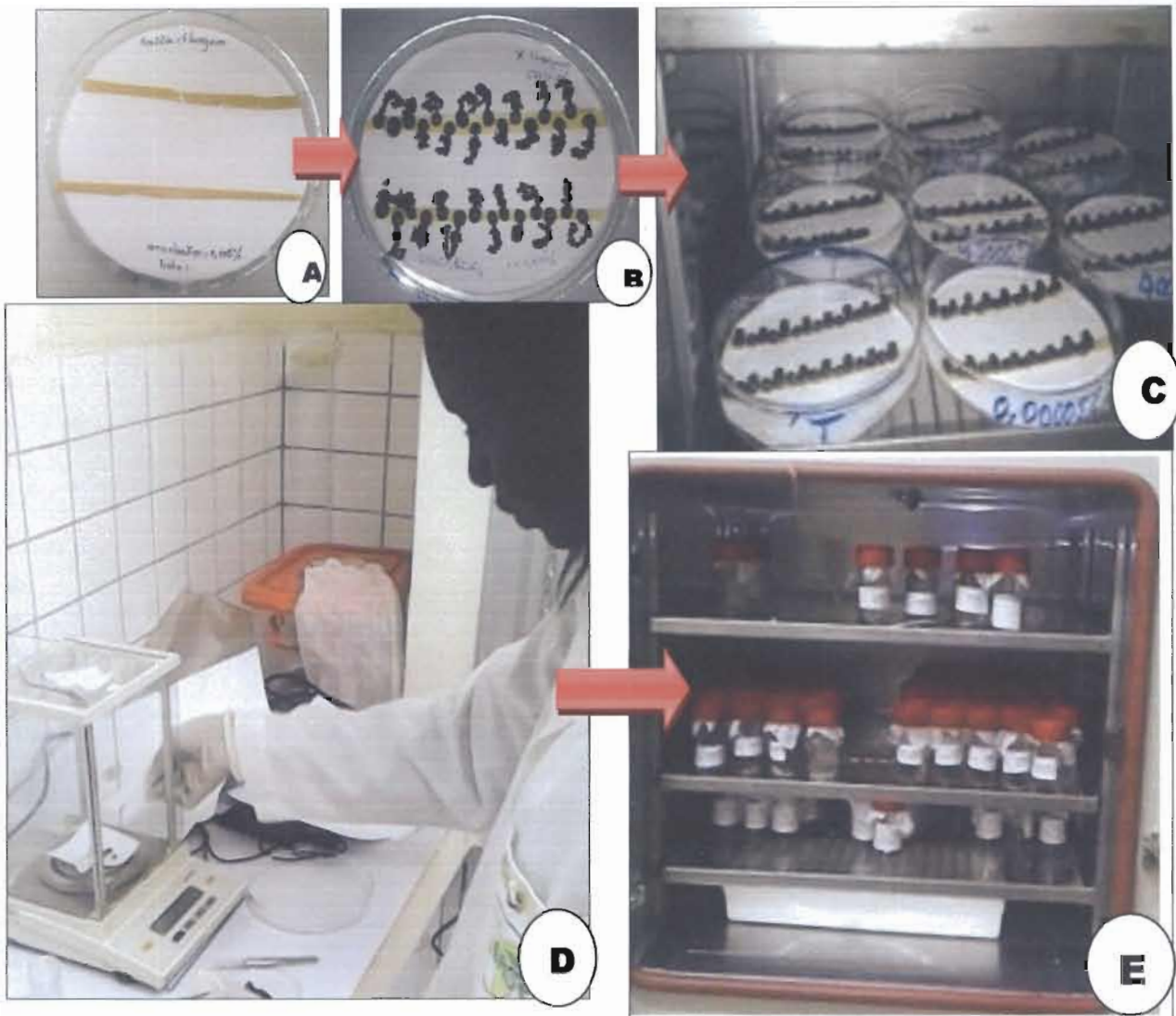


Photo 5 : Mise en ponte et ponte (A, B et C) ; Pesée des œufs (D) ; Mise en éclosion (E)

1.2.3. Analyse statistique

Les données ont été saisies avec Microsoft Office Excel version 2007. L'effet du Fluazuron sur les paramètres de reproduction des tiques femelles gorgées et sur le taux d'éclosion des larves a été déterminé en utilisant les formules de Drummond *et al.* (1973). Les traitements ont été considérés comme efficaces lorsque l'efficacité du produit est $\geq 90\%$ (Andreotti *et al.*, 2011). En effet, le test de corrélation et le test de Kruskal wallis au seuil de 5% ont été effectués avec le logiciel XLSTAT version 2007.7.02. Les graphiques ont été effectués avec le tableur Excel 2007 et le logiciel XLSTAT version 2007.7.02. Afin d'obtenir des droites de

corrélation et les groupes (a, ab, b), des données ont été transformées respectivement en logarithme base 10 et en Arcsinus. En ce qui concerne les taux de mortalités des femelles gorgées, ils ont été déterminés selon la formule suivante : $\frac{\text{nombre de femelles mortes}}{\text{Nombre total de femelles traitées}} \times 100$

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Résultats

2.1.1. Effets acaricides du Fluazuron sur les femelles de *R. (B.) microplus*

Cas de la souche Azaguié

La mortalité des femelles gorgées immergées dans le Fluazuron a commencé deux jours après le début de la ponte. Au cours de la ponte, nous n'avons remarqué aucun signe particulier sur le plan morphologique entre les femelles trempées dans l'acaricide et les femelles du groupe témoin. Ainsi à la fin de la ponte, sur 360 femelles gorgées trempées dans le Fluazuron, nous avons observé que 10 femelles mortes soient un taux de mortalité de 2,78%. La mortalité des femelles gorgées à ce niveau est très faible.

Cas de la souche Kpinnou

Au niveau de la souche Kpinnou, au total 450 tiques femelles gorgées ont été mises en ponte. Lors de la ponte aucun signe distinctif n'a été observé sur les femelles. La mortalité des femelles immergées dans le Fluazuron a commencé 2 jours après le début de la ponte. À la fin de la ponte, sur 360 femelles gorgées trempées dans le Fluazuron, seulement 2 femelles sont mortes soit un taux de mortalité de 0,56%. La mortalité des femelles dans ce cas de figure, est très négligeable.

2.1.2. Index de ponte et taux d'inhibition de ponte des femelles de *R. (B.) microplus*

Cas de la souche Azaguié

L'Index de Ponte (IP) permet d'apprécier la quantité d'œufs pondus par chaque groupe de tiques traitées. Ainsi, la **Figure 4** présente-t-elle des IP moyens de tous les groupes de traitements. Il ressort de cette figure que les différents IP moyens obtenus restent sensiblement semblables (IP = $0,585 \pm 0,01$ pour la concentration de 0,00005% ; IP = $0,569 \pm 0,02$ pour la concentration de 0,0005% ; IP = $0,577 \pm 0,01$ pour la concentration 0,005% et IP = $0,565 \pm 0,01$ pour la concentration de 0,05% ; IP = $0,565 \pm 0,02$ pour le témoin). En effet, le test de Kruskal Wallis a montré qu'il n'existe pas de différence significative au seuil de 5% entre ces index calculés.

Les IP obtenus ont permis de calculer les Taux d'Inhibition de Ponte (TIP) de chaque traitement. Ainsi, les TIP des traitements (différentes concentrations de Fluazuron) comparés

à la valeur du témoin indiquent qu'elles ne sont pas significativement différentes. En effet, comme le montre le **Tableau V**, les TIP de tous les groupes traités sont statistiquement pareils au seuil de 5% (TIP = $0 \pm 2\%$ pour le témoin, TIP = $28 \pm 4\%$ pour la concentration 0,00005%, TIP = $1,5 \pm 1\%$ pour la concentration de 0,0005%, $3,5 \pm 1\%$ pour la concentration 0,005% et $3,6 \pm 3\%$ pour la concentration de 0,05%).

Afin de pouvoir rechercher si la quantité d'œufs pondus subit l'influence des traitements appliqués ou celui du poids de chaque groupe de femelles gorgées, nous avons réalisé une étude de corrélation à partir de droites de régression entre les variables dessus indiquées. Il ressort des **Figures 5** et **6** que le poids des œufs pondus est fortement lié aux poids des femelles gorgées qu'à l'utilisation des différentes concentrations du Fluazuron. En d'autres termes, les coefficients de détermination indiquent $R^2 = 0,279$ pour l'influence du Fluazuron sur le poids des œufs pondus, et $R^2 = 0,826$ pour l'influence du poids de femelles traitées sur le poids de ces œufs. Avec ces valeurs, $R^2 = 0,279$ indique que la corrélation est faible tandis que $R^2 = 0,826$ montre une corrélation très forte. Ainsi, le poids des œufs pondus dans notre essai est fortement lié à celui des femelles gorgées de *R. (B.) microplus* et non aux traitements appliqués.

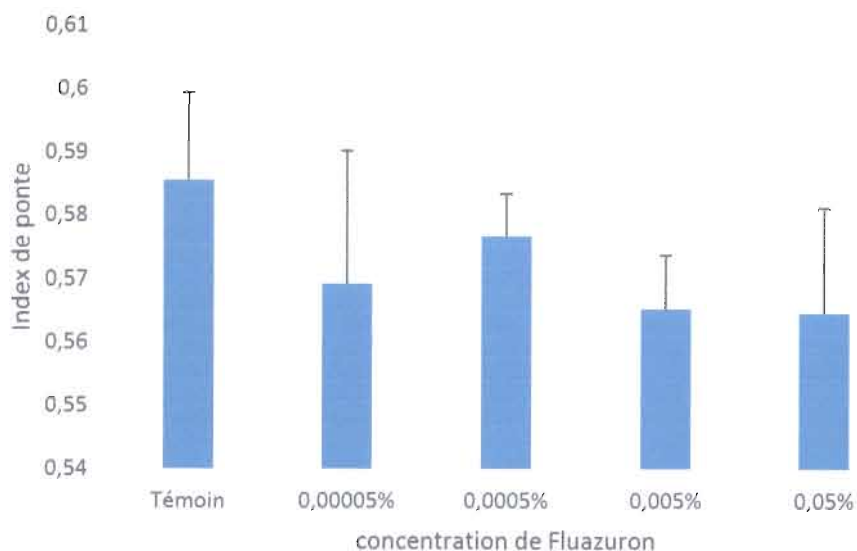


Figure 4 : Index moyens (\pm Ecartype ou Déviation Standard) de ponte des femelles gorgées de *R. (B.) microplus* de la souche Azaguié après application du Fluazuron

Tableau IV : Taux d’Inhibition de Ponte (TIP) chez les femelles gorgées de *R. (B.) microplus* de la souche Azaguié

Traitements	Poids moyens de 30 tiques (g)	Poids moyens des œufs (g)	Taux d’Inhibition de ponte
Témoin	7,390	4,3249±0,15	0±0,02
0,00005%	7,096	4,0386±0,12	0,028±0,04
0,0005%	7,068	4,0757±0,05	0,015±0,01
0,005%	7,897	4,4677±0,42	0,035±0,01
0,05%	7,355	4,1495±0,11	0,036±0,03

NB: moyenne ± déviation Standard

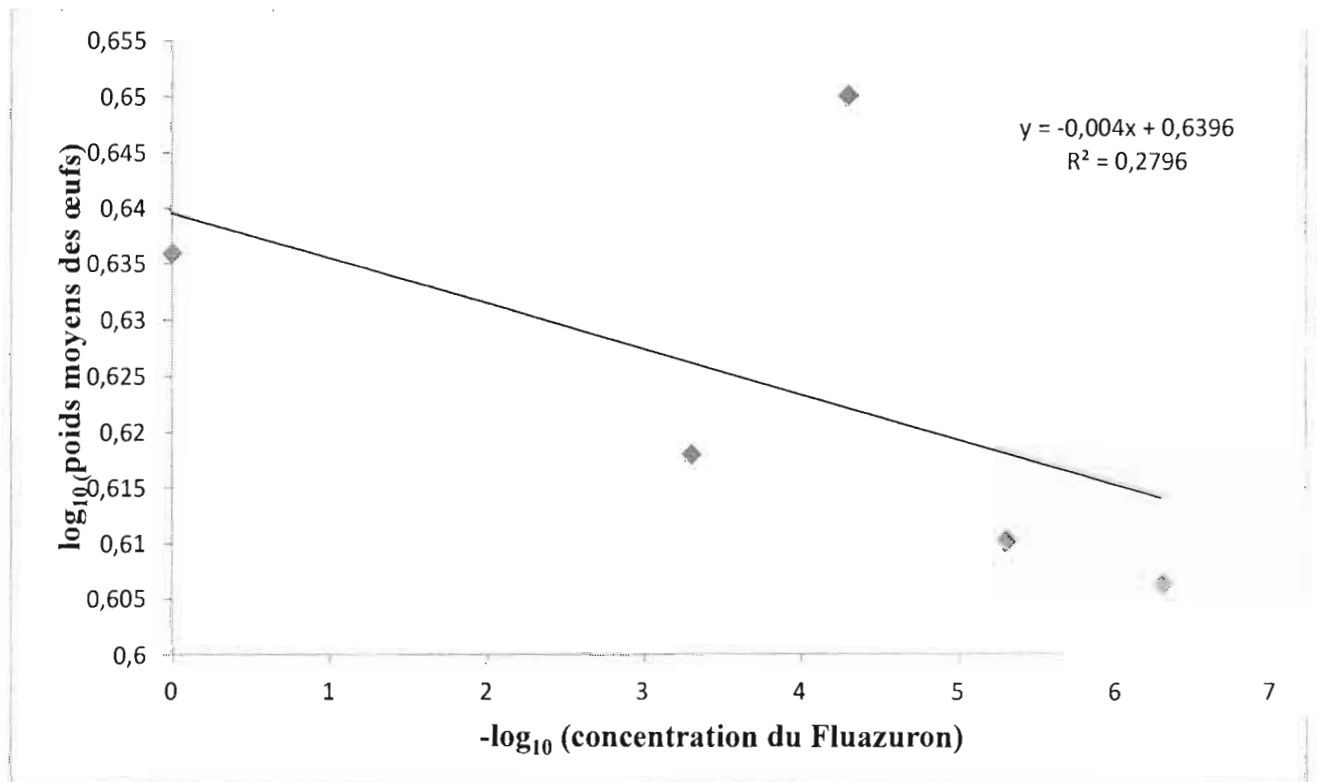


Figure 5 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction de la concentration des traitements appliqués sur la souche Azaguié

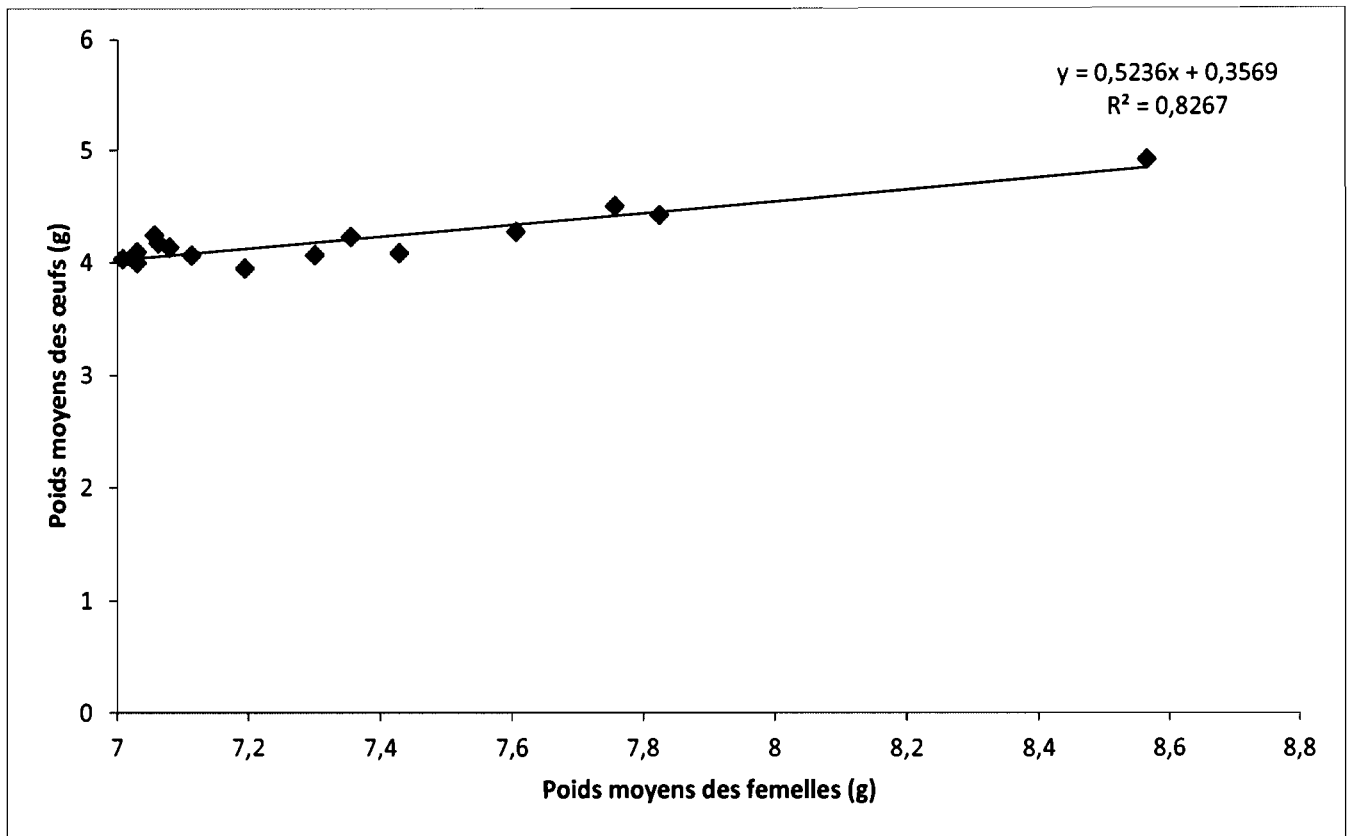


Figure 6 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction du poids des femelles gorgées de la souche Azaguié

Cas de la souche Kpinnou

Notons qu'au niveau de la **Figure 7**, du témoin à la concentration de 0,05%, les index de ponte ont très peu varié. En effet, ces index ont oscillé entre **0,589±0,01** (0,05%) et **0,605±0,01** (0,005%). Le test de Kruskal wallis réalisé indique qu'il n'y a aucune différence significative au seuil de 5% entre les IP moyens des femelles des différents groupes de traitements (0,00005%; 0,0005%; 0,005%, 0,05% et le témoin).

Concernant les différentes valeurs des **TIP**, une comparaison par rapport au **TIP** du témoin (0±2%) indique qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% entre ces pourcentages (**TIP** = 0,00±3% pour la concentration de 0,00005%, **TIP** = 0,4±3% pour la concentration de 0,0005% ; **TIP** = 1,32±1% pour la concentration de 0,005%, **TIP** = 1±1% pour la concentration de 0,05%). Tous les **TIP** sont inférieurs à 2%, cela montre que le Fluazuron n'inhibe pas la ponte des œufs par les femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* de la souche Kpinnou.

Dans le but d'évaluer les effets des différentes concentrations du Fluazuron ou des poids des tiques femelles gorgées sur la quantité d'œufs pondus, des droites de régression ont été établies. Les **Figures 8** et **9** affichent des coefficients de détermination $R^2 = 0,126$ pour la corrélation entre les poids des œufs et les différentes concentrations du Fluazuron et $R^2 = 0,854$ pour la corrélation entre les poids des œufs et ceux des femelles gorgées. En se basant sur les coefficients de détermination (R^2), il convient d'affirmer que **85,4%** de la variation des poids des œufs est expliquée par la variation des poids des femelles et **12,6%** de la variation des poids des œufs est expliquée par les différentes concentrations du Fluazuron.

Par conséquent, la variation des poids des œufs est expliquée par la variation des poids des femelles.

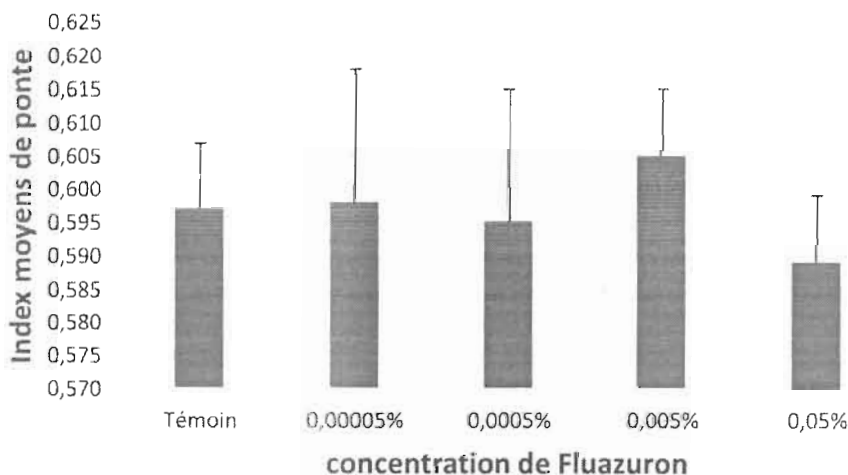


Figure 7 : Index moyens de ponte (\pm Ecartype ou Déviation Standard) des femelles gorgées de *R. (B.) microplus* de la souche Kpinnou après application du Fluazuron

Tableau V : Taux d’Inhibition de Ponte (TIP) chez les femelles gorgées de *R. (B.) microplus* de la souche Kpinnou.

Traitements	Poids moyens de 30 tiques (g)	Poids moyens des œufs (g)	Taux d’Inhibition de Ponte (TIP)
Témoin	7,390	4,197 \pm 0,13	0 \pm 0,02
0,00005%	7,096	4,4025 \pm 0,10	0,00 \pm 0,03
0,0005%	7,068	4,4009 \pm 0,08	0,004 \pm 0,03
0,005%	7,897	4,4104 \pm 0,08	0,013 \pm 0,01
0,05%	7,355	4,7254 \pm 0,27	0,01 \pm 0,01

NB: moyenne \pm Déviation Standard

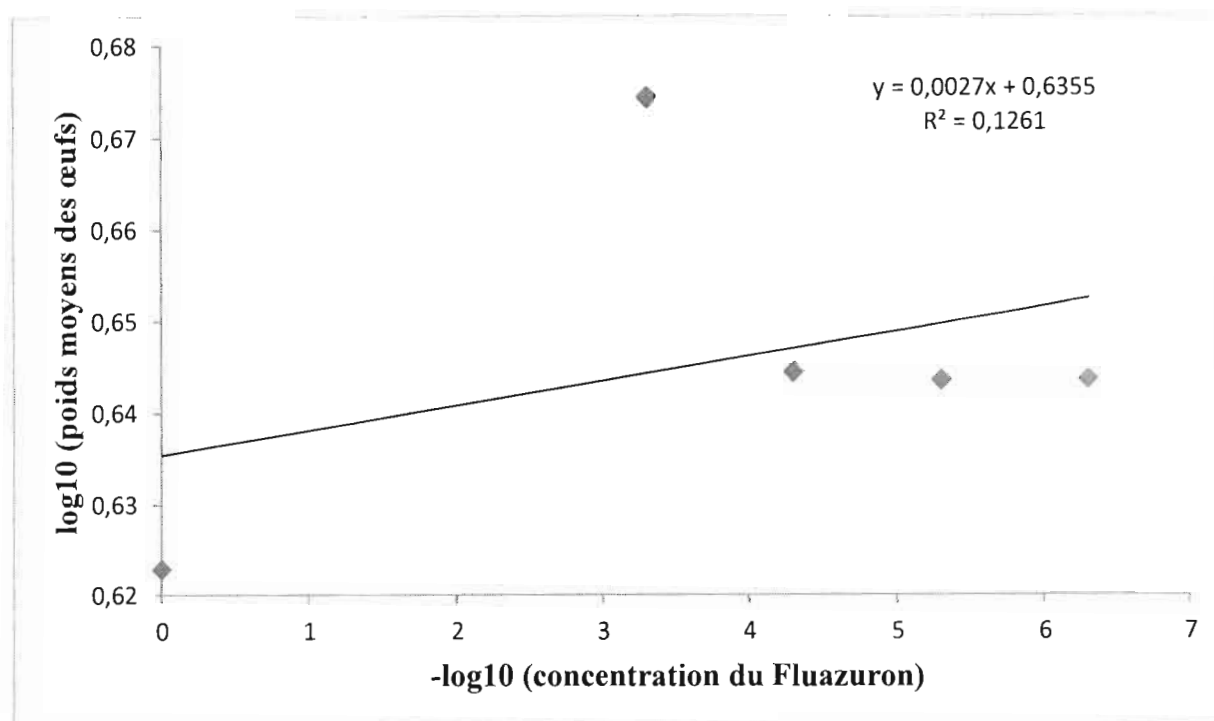


Figure 8 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction de la concentration des traitements appliqués chez la souche Kpinnou.

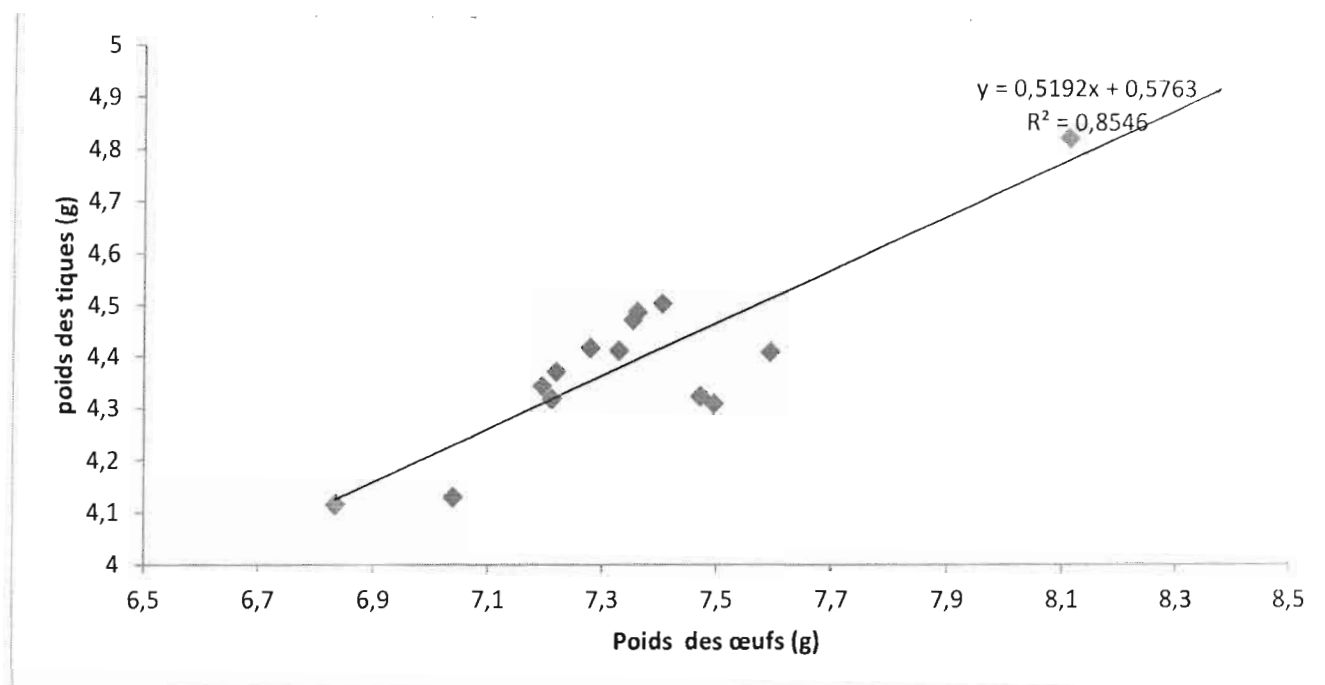


Figure 9 : Évolution du poids des œufs pondus en fonction du poids de femelles gorgées chez la souche Kpinnou

2.1.3. Efficacité du Fluazuron sur la reproduction des femelles gorgées de *R. (B.) microplus*

Cas de la souche Azaguié

Entre jour 14 et jour 21 après l'émergence des premières larves, les estimations visuelles de taux d'éclosion et le comptage des œufs ont permis de calculer des Taux d'Éclosions (TE). À partir ces taux, il a été possible de déterminer pour chaque traitement, l'Efficacité de la Reproduction (ER). Le **Tableau VIII** montre pour les différents poids moyens de femelles gorgées traitées, des TE et des ER assez disparates. Tout bien considéré, les ER sont fortement influencées par les concentrations de Fluazuron utilisées ($y = -31,48x + 6,052$, $R^2 = 0,999$) (**Figure 12**). La **Figure 11** montre une décroissance des TE en fonction des concentrations de Fluazuron. Ainsi les TE sont influencés par les différentes concentrations de Fluazuron.

En ce qui concerne l'efficacité d'un produit (EP), un produit est efficace lorsque $EP \geq 90\%$. D'une manière générale, l'efficacité des femelles *R. (B.) microplus* baisse avec les différentes concentrations du Fluazuron (0,00005%, 0,0005%, 0,005%, 0,05%). De 0,00005% à 0,005%, l'efficacité du Fluazuron a varié de 4,1% à 33,66%. Ces valeurs sont largement en deçà de

celle de référence 90%. A 0,05%, EP = 97,4% > 90%. Ainsi que l'indique le **Tableau VIII**, c'est uniquement à la concentration de 0,05% que le Fluazuron agit fortement sur l'éclosion des œufs de *R. (B.) microplus* réduisant de plus de 90% l'éclosion.

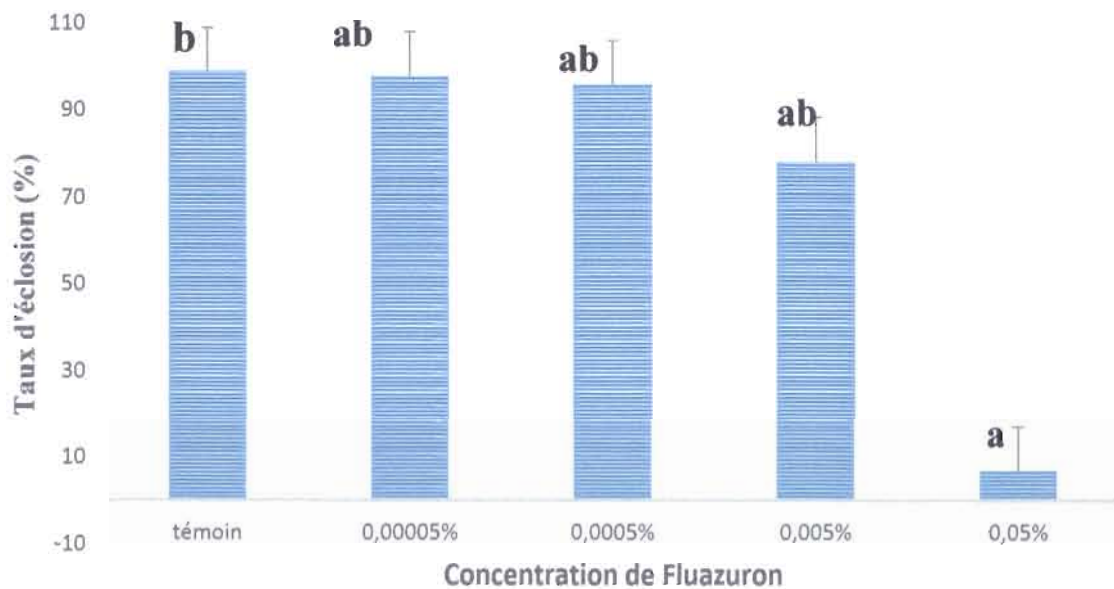


Figure 10 : Taux d'éclosion moyens (\pm Déviation Standard) des œufs pondus par les femelles gorgées *R. (B.) microplus* de la souche Azaguié après application du Fluazuron

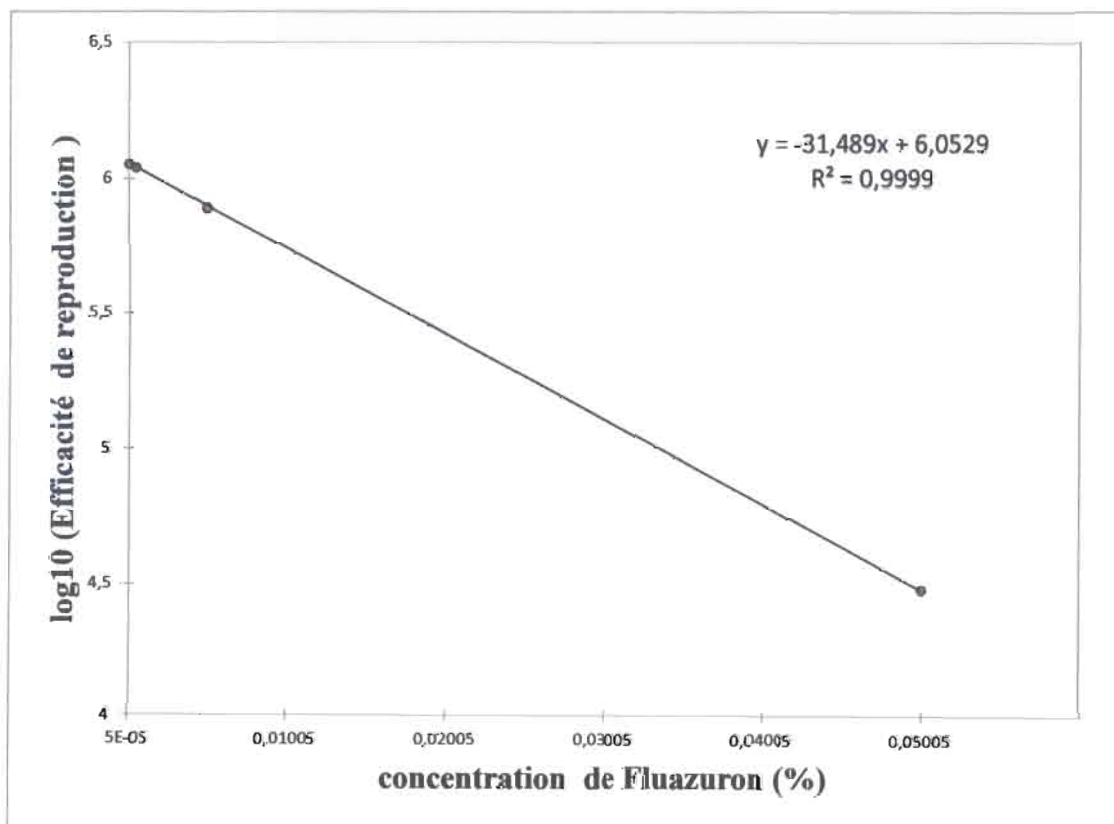


Figure 11 : Relation entre les concentrations de Fluazuron et les efficacités de la reproduction des femelles gorgées de la souche Azaguié.

Tableau VI : Évaluation de l'efficacité de reproduction et de l'efficacité du Fluazuron sur la souche Azaguié

Groupes	Poids moyens des œufs de 30 tiques (g)	Efficacité de la reproduction (ER)	Efficacité du produit(EP)(%)
Témoin	7,390 (±0,351)	1163393,593 (±34155,45)	0 ^a (±0,58)
0,00005%	7,096 (±0,087)	1115777 (±41110,13)	4,1 ^{ab} (±3,5)
0,0005%	7,068 (±0,054)	1084450 (±53079,69)	6,78 ^{ab} (±4,6)
0,005%	7,897 (±0,635)	771738,2 (±108752,8)	33,66 ^{ab} (±9,3)
0,05%	7,355 (±0,295)	30149,53 (±23355,6)	97,4 ^b (±2)

NB : Moyenne ± Déviation Standard

a, ab, b : groupe statistiquement homogène : les groupes portant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents.

Cas de souche Kpinnou

Les taux d'éclosions (TE) ont été évalués en se basant sur les estimations visuelles et les comptages des œufs réalisés entre la deuxième et la troisième semaine après la date du début de l'éclosion des œufs. Ainsi les efficacités de reproduction (ER) des femelles gorgées de *R.(B.) microplus* ont été déterminées avec ces taux d'éclosions. Le **tableau IX** résume les poids moyens des œufs de chaque groupe de femelles en fonction des différentes concentrations de Fluazuron. A chaque groupe de femelles correspond le poids moyen de leurs œufs, le TE moyen et leur ER moyen. Comme le traduit, la **figure 13**, les TE évoluent avec les concentrations du Fluazuron. En effet, à la concentration la plus élevée (0,05%), nous observons un TE très faible. Pour déterminer le rapport entre les ER et l'application du Fluazuron sur les femelles gorgées, le coefficient de détermination (R^2) a été évalué. La **figure 14** présente un coefficient de détermination $R^2 = 0,996$ pour le rapport entre le Fluazuron et les ER. Dans ce cas de figure, le lien entre les différentes concentrations de Fluazuron et les TE est fort, car R^2 est proche de 1. Ainsi les ER et les TE sont influencés par les différentes concentrations du Fluazuron (0,00005%; 0,0005%; 0,005% et 0,05%).

Tableau VII : Évaluation de l'efficacité de reproduction et de l'efficacité du Fluazuron sur la souche Kpinnou

Groupes	Poids moyens des œufs de 30 tiques (g)	Efficacité de la reproduction (ER)	Efficacité du produit (EP) (%)
Témoin	4,197 (±0,129)	1128867,386 (±36230,750)	0 ^a (±4)
0,00005%	4,403 (±0,094)	1138850,735 (± 26339,608)	1,33 ^{ab} (±3)
0,0005%	4,401 (±0,083)	1080063,816 (± 61298,515)	4,8 ^{ab} (±8,8)
0,005%	4,410 (±0,086)	985956,194 (±41333,658)	9,30 ^{ab} (±3,6)
0,05%	4,725 (±0,275)	112670,973 (± 15030,380)	90,5 ^b (±1,2)

NB : Moyenne ± Déviation Standard

a, ab, b : groupes statistiquement homogènes : les groupes portant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents.

2.2. Discussion

2.2.1. Effets délétères du Fluazuron sur la ponte des femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* de la souche Azaguié et Kpinnou

Les inhibiteurs de croissance, encore appelés insecticides de troisième génération n'agissent pas sur les tiques adultes. En outre, les résultats obtenus dans la présente étude nous ont révélé qu'au niveau des souches Azaguié et Kpinnou, les mortalités des femelles pendant la ponte étaient faibles (2,78% et 0,56%). Le Fluazuron n'aurait aucun effet sur les femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* de la souche Azaguié et Kpinnou. Nos résultats corroborent ceux de Cruz *et al.* (2014) qui n'ont trouvé aucun effet du Fluazuron sur des femelles gorgées. En plus, le Fluazuron (2,5 mg/kg) n'a pas d'effets délétères sur les femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* après traitement avec ladite molécule des animaux infestés artificiellement (Cruz *et al.*, 2014). Tout bien considéré, les inhibiteurs de croissance comme le Fluazuron n'ont aucun effet sur les tiques adultes (Lefevre *et al.*, 2010). Cela pourrait s'expliquer par le fait que le Fluazuron soit un inhibiteur de croissance, il n'a pas un effet «*knock-down*». En d'autres termes, il interrompt le cycle de vie de la tique à différents points en interférant avec la formation de la cuticule (chitine). Cela se traduit par la mort de larves et des nymphes parce qu'elles ne peuvent pas passer au stade suivant et empêche les femelles adultes de produire des œufs viables. Ainsi cette molécule régulerait la croissance de la tique par inhibition de l'incorporation de la chitine dans la cuticule de la tique (Reck *et al.*, 2014).

En ce qui concerne les index moyens de ponte obtenus dans la présente étude, ils diffèrent peu d'un groupe de traitement à un autre. Ces résultats obtenus sont en accord avec ceux de la FAO (2004) qui confirment que le Fluazuron n'inhibe pas la ponte des œufs par les tiques femelles, mais affecte plutôt la capacité des larves à éclore. Aussi, les quantités des œufs pondus par les femelles *R. (B.) microplus* ne sont-elles pas affectées par l'application du Fluazuron car il est impossible d'évaluer dans les conditions *in vitro* l'effet du Fluazuron sur les œufs des acariens (Pasay *et al.*, 2012). Au contraire de ces précédents travaux, Pener et Dhadialla (2012) ont affirmé que la classe de Fluazuron appartenant à la famille des benzoylphenylurées ou inhibiteurs de synthèse de chitine, agirait sur l'oviposition et sur l'éclosion des œufs du parasite ciblé. Concernant notre étude, l'assertion sur l'oviposition n'est cependant pas vérifiée. La nature de l'ectoparasite pourrait être l'explication. En effet, chez la tique du bétail, le corps est particulièrement compact avec une quasi-disparition de segmentations. Ce qui n'est le cas chez l'insecte qui a un corps très segmenté dont l'acaricide a plus la chance de pénétrer.

Il ressort de cette étude que les quantités d'œufs pondus varient en fonction des poids des femelles ($R^2 \approx 1$). A la fin de la ponte, les femelles se sont vidées complètement et se sont retrouvées aplaties et jaunes. Lorsque la femelle est grosse, elle dépose une grande quantité d'œufs lors de l'oviposition. Ainsi selon une expérience menée sur 172 femelles placées en conditions optimales de développement (22-27°C, humidité relative 85%), en moyenne 56% du poids de la tique est converti en œufs. En se conformant à Lovis (2012), si le repas sanguin est complet et les conditions d'humidité et de température sont favorables (24-28°C), 50 à 60% de la masse de la femelle est transformée en 2.000 à 4.000 œufs.

Les taux d'inhibition de ponte obtenus avec le Fluazuron sur les femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* des souches Azaguié et Kpinnou varient respectivement de 0 à 3,6% et de 0 à 1,3%. Dans cette présente étude, le Fluazuron inhibe au plus 3,6% la ponte des œufs par les femelles gorgées. Le taux le plus élevé se trouve au niveau de la souche Azaguié pour 0,25g du Fluazuron. A cet effet, les effets inhibiteurs du Fluazuron sur la ponte des œufs par les femelles gorgées de la tique *R.(B.) microplus* est très faible comparativement à ceux obtenus par Lopes *et al.* (2013) sur les traitements des femelles gorgées de la tique du bétail avec l'ivermectine (46,31%); la doramectine (62,14%) et la moxidectine (61,02%). Ces différences sont liées aux modes d'action de ces molécules. Contrairement aux lactones macrocycliques, les inhibiteurs de croissance comme le Fluazuron n'agit pas directement sur la ponte des œufs par les femelles gorgées de la tique *R.(B.) microplus*, mais les empêche de produire des œufs viables.

2.2.2. Efficacité du Fluazuron sur les souches résistantes de *R. (B.) microplus*: souches Azaguié et Kpinnou

Ainsi que mentionné plus haut, la classe de Fluazuron appartenant à la famille des benzoylurées ou inhibiteurs de synthèse de chitine, agirait aussi sur l'éclosion des œufs du parasite ciblé (Pener et Dhadialla, 2012). Nos résultats ont démontré également que le Fluazuron agirait sur les taux d'éclosion des œufs pondus par les femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* des souches Kpinnou et Azaguié. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Reck *et al.* (2014) dans le cadre du traitement des bovins artificiellement infestés par la tique *R. (B.) microplus* de la souche POA (Porto Alegre) au Fluazuron. Dans cette étude menée par Reck *et al.* (2014), le Fluazuron réduisait le taux d'éclosion à 99% à la concentration de 50 à 0,05%. En plus, le Fluazuron (2,5 mg/kg) a montré des effets délétères seulement sur le taux d'éclosion après l'application de la molécule sur les femelles gorgées de

la tique *R. (B.) microplus* (Cruz *et al.*, 2014). Nos résultats sont comparables aussi à ceux obtenus par Haque *et al.* (2014) en ce qui concerne le taux d'éclosion des œufs de la tique *R. (B.) microplus* pour la cyperméthrine ($P < 0,01$) et la deltaméthrine ($P < 0,05$). Ainsi les femelles traitées avec le Fluazuron pondent uniquement des œufs stériles (Bull *et al.*, 1996).

Les efficacités du Fluazuron sur les femelles gorgées de la tique *R. (B.) microplus* des souches Azaguié et Kpinnou varient respectivement de 4,1 à 97,4% et de 1,33 à 90,5 %. Ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par Reck *et al.*, (2014) dont l'efficacité du Fluazuron sur la tique *R.(B).microplus* chez les bovins expérimentalement infestés avec la souche de SG était de 94,09; 98,4 et 100% à respectivement 14, 21 et 28 jours après traitement. Les différences dans l'efficacité peuvent être liées aux conditions (*in vitro*, *in vivo*) dans lesquelles, elles ont été évaluées et les souches sur lesquelles cette molécule a été appliquée. Puisque les souches diffèrent d'une localité à une autre ; elles varient en fonction des conditions agro-climatiques de chaque localité.

Ces efficacités obtenues diffèrent aussi de ceux de Ojeda-Chi *et al.* (2010) qui ont trouvé 100% d'efficacité au jour 12, 14 et 16 avec respectivement $10^8, 10^7$ et 10^6 conidies du *Metarhizium anisopliae/ml* sur les femelles gorgées de *R. (B.) microplus*. Selon Andreotti *et al.* (2011), est considérée comme efficace tout acaricide dont l'efficacité est supérieure ou égale à 90%, indiquant ainsi la capacité du Fluazuron à lutter contre la tique *R.(B). microplus* (souches Azaguié et Kpinnou) à la concentration de 0,05% en inhibant la synthèse et / ou le dépôt de la chitine dans les organismes cibles, et empêchant la mue de l'ectoparasite dans l'étape suivante de son cycle de développement. Outre l'embouche bovine, la production de petits, le Fluazuron n'est pas utilisé sur les vaches laitières à cause des résidus qu'il laisse dans le lait.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Suite à l'utilisation incontrôlée des acaricides pour lutter contre la tique *R. (B.) microplus*, la résistance aux acaricides est devenue entre autres, l'un des plus grands défis et l'un des problèmes les plus importants pour l'élevage du bétail en Afrique occidentale. Par conséquent, la recherche de nouveaux acaricides a été intensifiée. Une nouvelle catégorie de composés ayant la capacité de lutter contre les tiques est les régulateurs de croissance des insectes avec le Fluazuron comme la classe la plus utilisée. Notre travail a consisté à évaluer les effets du Fluazuron sur les paramètres de reproduction des femelles gorgées de *R. (B.) microplus* de deux souches résistantes aux acaricides classiques : la souche Azaguié et de la souche Kpinnou. Ces deux souches sont soumises à des masses différentes, mais très proches, respectivement 0,25 g de Fluazuron pour la souche Azaguié et 0,21 g de Fluazuron pour la souche Kpinnou avec des concentrations allant de 0,00005 à 0,05%. Il ressort de cette évaluation que le Fluazuron n'a aucun effet létal sur les femelles gorgées, ni sur la quantité d'œufs pondus par les femelles traitées des deux souches. En outre les poids des œufs varient en fonction de ceux des femelles gorgées mises en oviposition. Plus la tique est grosse plus elle pond une grande quantité d'œufs. Au contraire de l'effet du Fluazuron sur la ponte des œufs chez les deux souches testées, cette molécule a montré des effets délétères sur les taux d'éclosion des œufs et les efficacités de reproduction des femelles gorgées. En effet, le Fluazuron aux masses de 0,25 g et 0,21 g, respectivement pour la souche Azaguié et la souche Kpinnou a permis de réduire à plus de 90% les taux d'éclosion des œufs et les efficacités de reproduction des femelles gorgées et ce, uniquement pour la concentration de 0,05%. Ainsi, est-il possible de réduire de manière très significative la descendance des souches de *R. (B.) microplus* présentes dans les deux pays d'apparition de la résistance en Afrique l'Ouest, à savoir en Côte d'Ivoire (Azaguié) et au Bénin (Kpinnou). En test *in vitro*, cette molécule aux masses et concentrations précisées plus haut, représente actuellement la meilleure alternative à l'usage des acaricides usuels qui ont montré leurs limites dans la lutte contre les tiques *R. (B.) microplus*. Fort de ces résultats, il est possible d'envisager une stratégie de lutte basée sur l'usage du Fluazuron, non pas pour éliminer les adultes de *R. (B.) microplus*, mais plutôt pour réduire leurs descendances et par là, le niveau d'infestation actuellement constaté.

Suite à notre étude nous proposons comme perspectives :

- D'évaluer l'effet du Fluazuron sur les larves issues des femelles immergées dans le Fluazuron

- De déterminer l'efficacité du Fluazuron sur des animaux en élevage (*in vivo*) pour être sûr de prendre en compte tous les paramètres du milieu naturel capables d'influencer ou pas cette efficacité.
- D'utiliser d'une manière combinée le Fluazuron avec un autre acaricide à mode d'action direct.
- De mettre en place de stratégies de réduction de population à grande échelle. En effet l'application du Fluazuron sur les bovins en transhumance peut réduire le niveau d'infestation de la tique du bétail le long des pistes de pâturage emprunté par les éleveurs transhumants.
- De trouver une alternative au Fluazuron pour les vaches laitières en cas d'utilisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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. 61(3):383-6.

Andreotti, R. 2010. Situação atual da resistência do carrapato-do-boi *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos acaricidas no Brasil . Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, (Documentos / Embrapa Gado de Corte, 180). 36p.

Andreotti, R., Guerrero, F. D.; Soares, M. A., Barros J. C., Miller R.J. et Léon, A. P. 2011. Acaricide Resistance of *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* in State of Mato Grosso Do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 20 (2): 127-33

Barré, N. et Uilenberg, G. 2010. Propagation de parasites transportés avec leurs hôtes : cas exemplaires de deux espèces de tiques du bétail in *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* , 2010, 29 (1), 135-147.

Benbouzid, H.H. 2012. Evaluation et étude de la toxicité d'une famille d'acaricides sur les protistes ciliés. Thèse de Doctorat; Faculté des sciences, Département de Biologie, Université de Badji Mikhtar-Annaba (Algérie). 84p

Berrah, A. 2011. Etude sur les pesticides. Master 2 en toxicologie appliquée Université de Tébessa Algérie. www.memoireonline.com consulté le 27/02/2015

Bock, R.E., Jackson, L., de Vos, B., Jorgensen, W.K., Bowman, A.S. et Nuttall, P.A. 2004. Babesia, Ticks, disease and control. Cambridge University Press. *Parasitology* 129 (Suppl.), S247– S270.

Bourdeau P. (1993) Les tiques d'importance vétérinaire et médicale. *Le point vétérinaire*, 25 (151), 13-33.;

Bouyer, F. 2009. Adoption d'une nouvelle méthode de lutte Sanitaire en milieu paysan au Burkina Faso : le pédiluve acaricide/insecticide Diplome d'Etudes Approfondies(DEA) en Gestion Integree des Ressources Naturelles (GIRN) Option: Systèmes de Production Animale Specialite: Santé Animale Tropicale Institut de Développement Rural (I.D.R). Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.39p

Bull, M., Swindale S., Overend, D. et Hess E. 1996. Suppression of *Boophilus microplus* populations with Fluazuron- an acarine growth regulator. *Aust Vet J* , 74:468-470.

Cruz, B.C., Teixeira, W.F.P., Maciel, W. G., Felippelli, G., Fávero, F. C., Cruz, A. C, Buzzulini, C., Soares, V. E., Gomes, L.V. C., Welber ,D., Lopes, Z., de Oliveira, G. P. et da Costa, A.J. 2014. Effects of Fluazuron (2.5 mg/kg) and a combination of Fluazuron (3.0 mg/kg) + abamectin (0.5 mg/kg) on the reproductive parameters of a field population of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* on experimentally infested cattle. *Research in Veterinary Science*, p 80-84.

CSAO-OCDE / CEDEAO. 2008. Élevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest : Potentialités et défis. page IX

Davey, R.B., Ahrens, E.H., George, J.E., Hunter, J.S. et Jeannin, P. 1998. Therapeutic and persistent efficacy of fipronil against *Boophilus microplus* (Acari: *Ixodidae*) on cattle. *Vet Parasitol* 74, 261-276.

Davey, R.B., George, J.E. ,Hunter, J.S.I. et 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.

Drevon-Gaillot, E. 2002. Les tiques des carnivores domestiques en France et étude comparée des différentes méthodes de retrait Manuel. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard Lyon I (Médecine-Pharmacie).132p

Drummond, R.O., Ernst, S.E., Trevino, I.L., Gladney, W,J. et Graham, O.H. 1973. *Boophilus annulatus* and *B. microplus*: laboratory tests of insecticides. *J. Econ.Entomo*166, 130-133.

FAO. 1989. Les tiques et la lutte contre les maladies qu'elles transmettent, Manuel pratique, vol1.289p

FAO. 2004. Ticks: acaricide resistance: diagnosis management and prevention. Module1.Ticks, 77p

Graf, J.F., Gogolewski, R., Leach-Bing, N., Sabatini, G.A., Molento, M.B., Bordin, E.L. et Arantes, G.J. 2004. Tick control: an industry point of view. *Parasitology* 129:, 427-442.

Grisi, L., Leite, R.C., Martins, J.R., Barros, A.T. et Andreotti, R. 2014. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. In *Rev Bras Parasitol Vet* 23: 150-156.

Haque, M., Jyoti, N., Singh, K. et Rath, S.S. 2014. Effect of Various Acaricides on Hatchability of Eggs of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International* Volume 2014, Article ID 425423, 5 pages.

IICAB (Institute for International Cooperation in Animal Biologics). 2007. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Southern Cattle Tick. www.cfsph.iastate.edu/IICAB/.

Jonsson, N. N., Bock, R. E. et Jorgensen, W. K. 2008. Productivity and health effects of anaplasmosis and babesiosis on *Bos indicus* cattle and their crosses, and the effects of differing intensity of tick control in Australia. *Veterinary parasitology*, 155, 1–9.

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).79p

Kemp, D.H., Hughes, S., Binnington, K.C., Bird, P. et Nolan, J. 1990. Mode of action of CGA 157419 on the cattle-tick *Boophilus microplus* VII international congress of Parasitology Paris 20-24 August 1990. *Bull.soc.Franc. Parasitol*,8,suppl.2, p1048.

Lefevre, P.C., Blancou, J., Chermette, R. et Uilenberg, G. 2010. Infectious and parasitic diseases of livestock in *Lavoisier Tec & Doc*. 2080p

Legg, J. 1947. Recent developments in tick and buffalo-fly control. *Aust. Vet. J* 23, 181-185.

Lempereur, L., Geysen, D. et Madder, M. 2010. Development and validation of a PCR-RFLP test to identify African *Rhipicephalus (Boophilus)* ticks. *Acta Trop* 114, 55-58.

Lopes, W., Zanetti, D., Pires, W. F., de Matos, L.V. S., Felippelli, G., Cruz, B.C., Maciel, W. G. et Buzzulini, C. 2013. Effects of Macrocyclic Lactones on the Reproductive Parameters of Engorged *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus* Females Detached from Experimentally Infested Cattle. *Experimental Parasitology* 135 (1): 72-78.

Lovis, L. 2012. Evaluation of Acaricide Resistance in the Cattle Tick, *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus*, Using a New in Vitro Test and Molecular Tools. Université de Neuchâtel. <http://doc.rero.ch/record/30407.date:28/09/2015>.

Madder, M., Thys, E., Geysen, D., Baudoux, C. & Horak, I. (2007). *Boophilus microplus* ticks found in West Africa. *Exp Appl Acarol*, 43, 233-234.

Marchal, C. 2011. Campagne d'éradication de la babésiose bovine en nouvelle Calédonie (2008-2010) Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort Faculté de médecine de Créteil. 111p

Morel, P.C. 1981. Maladies à tiques du bétail en Afrique In précis de parasitologie vétérinaire tropicale, Paris, Ministère de la coopération et du développement, CIRAD- IEMVT, Collection Manuel et précis d'élevage, p. 473-717.

Ojeda-Chi, M.M.; Rodriguez-Vivas, R.I., Galindo-Velasco, E. et Lezama-Gutiérrez, R. 2010. Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: *Ixodidae*) in the Mexican tropics. www.elsevier.com/locate/vetpar, *Veterinary Parasitology* 170 (2010) 34_54.

Ouédraogo, M. 1999. Contribution à l'étude de certains paramètres biologiques de la tique *Amblyomma variegatum* (Acarina: *Ixodina*) au stade nymphal. Mémoire d'ingénieur du

développement rural, Option : Élevage. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 109p.

Pasay ,C., Rothwell, J., Mounsey, K. et Kelly, A. 2012. An exploratory study to assess the activity of the acarine growth inhibitor, Fluazuron, against *Sarcoptes scabiei* infestation in pigs. *Parasites and Vectors* 5:40 <http://www.parasitesandvectors.com/content/5/1/40>.

Peter, R.J., Van Den Bossche, P., Penzhorn, B.L. et Sharp, B. 2005. Tick, fly, and mosquito control lessons from the past, solutions for the future. *Vet Parasitol Amsterdam* 132, 205-215.

Abbas R.Z., Zaman M.A., Colwell D.D., Gilleard J. et Iqbal Z. 2014. Acaricide résistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. *Veterinary Parasitology* 203 (2014)6-20.

Pener, M.P. et Dhadialla, T.S. 2012. *Advances in Insect Physiology*, Elsevier, Amsterdam, 552pp.

Reck, J., Klafke, G. M., Webster, A., Dall'Agnol, B., Scheffer, R., Souza, U.A., Corassini, V.B., Vargas, R., dos Santos, J. S. et de Souza Martins, J. R. 2014. First report of Fluazuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: A field tick population resistant to six classes of acaricides. *Veterinary Parasitology* 201 (1–2): 128-36.

Rodríguez-Vivas, R.I., Hodgkinson, J. E. et Trees, A.J. 2012. Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. Acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* : Current status and mechanisms of resistance Trees b Pecu Cienc Rev Mex 2012; 3 (Suppl 1): 9-24

Rodriguez-vivas, R.I., Ramirez-cruz, Miller, R.J. et Perez-cogollo, L.C. 2010. First report of the cattle tick *Boophilus microplus* resistant to ivermectin in Mexico in *veterinary Parasitology* 168 (2010) 165-169.

Rural21. 2010. Le rôle de l'élevage dans l'agriculture africaine in thème phare, l'élevage. P51-54.

Shaw, R.D. 1966. Culture of an organophosphorus resistant strain of *Boophilus microplus* *Bulletin of Entomological Research*, 56: 389–405.

SINDAN (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal). 2013. Compêndio de Produtos Veterinários. Available at: <http://www.cpvvs.com.br/cpvvs/index.html>.

Stachurski, F. 2000. Modalités de la rencontre entre la stase adulte de la tique *Amblyomma variegatum* (Acari, *IXODIDA*) et les bovins: Application potentielles à la lutte contre ce parasite Thèse de Doctorat Biologie des populations et Ecologie. Université Montpellier II. 264p

Taylor, M.A. 2001. Recent developments in ectoparasiticides *vet. J.* 161 (3):253-268.

Verdonck, M. L. 2013. Assessment of the ecological rich of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in West Africa. Mémoire de master Univeriteit Gent Faculty of Bio-science engineering

Vial, L. 2008. Tiques et maladies transmises : Contrôle des maladies exotiques et emergentes in *Biologie et contrôle des vecteurs*. 82p

Walker, A.R., Bouattour, A., Camicas, J. L., Estrada-Peña, A., Horak, I.G., Latif, A.A., Pegram, R. G. et Preston, P.M. 2007. Ticks of Domestic Animals in Africa: a Guide to Identification of Species (pp. 149–164).

Willadsen, P. 1997. Vaccines, genetics and chemicals in tick control: the australian experience. *Tropical Animal Health and Production*, 29: 91S-94S

ANNEXES

Annexe 1: Fiche de suivi du test d'immersion des adultes (AIT) de la souche Azaguié

Acaricide	Espèce de tiques	Souche	tiques femelles gorgées			œufs pondus					
			Date de collecte des femelles	Groupe	Poids(g) des tiques	Nombre de femelles mises en ponte	Nombre de tiques mortes	Date de mise en ponte	Poids des œufs	Date de récolte des œufs	Date de début d'éclosion
Fluazuron : 0,25g	<i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	Azaguié	22/09/2015	Témoin1	7,3554	30	0	23/09/2015	4,2291	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	Témoin2	7,0572	30	0	23/09/2015	4,2425	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	Témoin3	7,7570	30	1	23/09/2015	4,5031	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	0,00005%	7,0630	30	0	23/09/2015	4,1719	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	0,00005%	7,0302	30	1	23/09/2015	3,996	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	0,00005%	7,1942	30	1	23/09/2015	3,9478	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	0,0005%	7,1138	30	0	23/09/2015	4,0613	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	0,0005%	7,0085	30	1	23/09/2015	4,0316	07/10/2015	21/10/2015
			22/09/2015	0,0005%	7,0802	30	0	23/09/2015	4,1341	07/10/2015	21/10/2015
			23/09/2015	0,005%	7,3007	30	2	23/09/2015	4,0664	07/10/2015	21/10/2015
			23/09/2015	0,005%	7,8250	30	1	23/09/2015	4,4240	07/10/2015	21/10/2015
			23/09/2015	0,005%	8,5655	30	0	23/09/2015	4,9126	07/10/2015	21/10/2015
			23/09/2015	0,05%	7,0306	30	1	23/09/2015	4,0931	07/10/2015	23/10/2015

23/09/2015	0,05%	7,4284	30	2	23/09/2015	4,0833	07/10/2015	23/10/2015
23/09/2015	0,05%	7,6060	30	1	23/09/2015	4,2721	07/10/2015	23/10/2015

Annexe 2: Fiche de suivi du test d'immersion des adultes (AIT) de la souche Kpinnou

Acaricide	Espèce de tiques	Souche	Date de collecte des femelles	tiques femelles gorgées			œufs pondus			
				Groupe	Poids(g) des tiques	Nombre de femelles mises en ponte	Nombre de tiques mortes	Date de mise en ponte	Poids des œufs	Date de début d'éclosion
Fluazuron 0,21g	<i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	Kpinnou	03/12/2015	Témoin1	6,8343	30	0	04/12/2015	4,1157	01/01/2016
			03/12/2015	Témoin2	7,0380	30	1	04/12/2015	4,1300	01/01/2016
			03/12/2015	Témoin3	7,1931	30	0	04/12/2015	4,3453	01/01/2016
			03/12/2015	0,00005%	7,2175	30	0	04/12/2015	4,3735	01/01/2016
			03/12/2015	0,00005%	7,4711	30	0	04/12/2015	4,3269	01/01/2016
			03/12/2015	0,00005%	7,4039	30	0	04/12/2015	4,5072	01/01/2016
			03/12/2015	0,0005%	7,3279	30	0	04/12/2015	4,4149	01/01/2016
			03/12/2015	0,0005%	7,3520	30	0	04/12/2015	4,4758	01/01/2016
			03/12/2015	0,0005%	7,4947	30	2	04/12/2015	4,3120	01/01/2016
			03/12/2015	0,005%	7,2099	30	0	04/12/2015	4,3205	01/01/2016
			03/12/2015	0,005%	7,3601	30	0	04/12/2015	4,4913	01/01/2016
			03/12/2015	0,005%	7,2780	30	0	04/12/2015	4,4195	01/01/2016
			04/12/2015	0,05%	8,1114	30	0	04/12/2015	4,8324	02/01/2016 ^B
			04/12/2015	0,05%	8,3770	30	0	04/12/2015	4,9307	02/01/2016
			04/12/2015	0,05%	7,5930	30	0	04/12/2015	4,4131	02/01/2016