

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTAS

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Réseau d'Epidémiologie et de Surveillance de la Chimiorésistance aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest (RESCAO)

H.S. Vitouley¹, Z. Bengaly¹, H. Adakal¹, I. Sidibé¹, J. Van Den Abbeele² & V. Delespaux^{2*}

Keywords: Drug resistance- Trypanocidal- Acaricides- RESCAO- IMT-CIRDES

Résumé

Afin de mieux coordonner les efforts de lutte contre la résistance aux trypanocides et aux acaricides, l'Institut de Médecine Tropicale (IMT) d'Anvers et le Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES) de Bobo Dioulasso ont créé en avril 2009 un Réseau d'Epidémiologie et de Surveillance de la Chimiorésistance aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest, nommé RESCAO. L'objectif principal de ce réseau est de contribuer à l'amélioration de la santé du bétail et à la productivité de l'agriculture en Afrique intertropicale, à travers un contrôle stratégique efficient des trypanosomoses et des maladies du bétail transmises par les tiques, entre autres par une utilisation rationnelle des arsenaux thérapeutiques disponibles. Le RESCAO est organisé sous forme pyramidale avec à sa tête un comité régional de pilotage basé au CIRDES. Ce comité se réunit une fois par an au CIRDES pour faire le point des activités en cours et définir de nouvelles stratégies d'actions. Par ailleurs, les analyses moléculaires effectuées sur les échantillons provenant de 7 pays d'Afrique de l'Ouest, membres du RESCAO, ont montré que la résistance au diminazène chez Trypanosoma congolense est largement répandue avec des pourcentages allant de 67,85 (19/28) pour le Burkina Faso à 100% (9/9) pour le Ghana.

Summary

Epidemiological Monitoring Network of Chemoresistance to Trypanocidal and Acaricides Drugs in West Africa (RESCAO)

To better coordinate the efforts against trypanocidal and acaricides drugs resistance, the Institute of Tropical Medicine (ITM) of Antwerp and the "Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES)" of Bobo Dioulasso, established in April 2009 an epidemiological surveillance network of chemoresistance to trypanocidal and acaricides drugs in Western Africa, named RESCAO. Its main objective is to contribute to the improvement of the livestock health and of the productivity of agriculture in tropical Africa, through both an efficient strategic control of trypanosomosis and tick born diseases, including a rational use of the available therapeutic drugs. RESCAO is headed by a regional steering committee based at CIRDES. This committee meets on a yearly basis to overview the on-going activities and to identify new strategies for action. Moreover, molecular analyzes performed on samples from seven West African's countries, members of RESCAO, have shown that resistance to diminazene aceturate was widespread in Trypanosoma congolense with percentages ranging from 67.85 (19/28) for Burkina Faso to 100% (9/9) for Ghana.

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

2 Institut de Médecine Tropicale, Département des Sciences Biomédicales, Unité de Protozoologie Vétérinaire, Anvers, Belgique.

* Auteur correspondant: Email: vdelespaux@itg.be

Reçu le 20.08.12 et accepté pour publication le 27.12.12.

Introduction

En Afrique sub-saharienne, environ 80% de la population vit dans les zones rurales et dépend de l'agriculture pour leur survie (2,18). Dans ces pays où le revenu par habitant est souvent très bas, l'élevage représente environ 10 à 20% du produit intérieur brut et constitue donc une source essentielle d'alimentation, de revenus et d'aide à l'agriculture par la traction animale et la fumure organique (20). Dans ce contexte, les pathologies animales notamment celles épizootiques à caractère transfrontalier affectent considérablement les populations rurales et par conséquent les économies parfois précaires de ces pays. Parmi ces pathologies, la trypanosomose animale africaine (TAA) constitue un obstacle majeur au développement et à la productivité de l'élevage. On estime qu'environ 50% de la population vivant dans les zones infestées par les tsé-tsé souffrent d'insécurité alimentaire (18). Face à cette menace, les éleveurs n'ont eu d'autres choix que de se tourner vers les trypanocides (notamment l'acéturate de diminazène, le chlorure d'isométymidium et le chlorure/bromure d'homidium) pour traiter leurs animaux. On estime à cet effet que plus de 50 millions de doses de trypanocides sont utilisées annuellement en Afrique. L'utilisation massive et quelque peu abusive des trypanocides a eu comme conséquence l'apparition de résistance à ces molécules (14). Des cas de chimiorésistance ont été rapportés dans 18 pays du continent (8). Par ailleurs, en matière de lutte contre les tiques, la situation tend à être similaire. En effet, depuis l'introduction en Afrique de l'Ouest de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, les acaricides traditionnellement utilisés par les éleveurs ne semblent plus donner satisfaction sur le terrain (16,17). Il n'y a certes pas eu encore d'étude exhaustive sur l'existence réelle de souches résistantes aux principales familles de produits disponibles (amitraz et pyréthrinoïdes de synthèse), mais la suspicion de l'état de résistance des tiques demeure et mérite d'être élucidé.

Aussi, le suivi, le contrôle, voire l'éradication de ce phénomène croissant de chimiorésistance requièrent-ils une approche régionale coordonnée. C'est dans ce contexte que le CIRDES basé à Bobo-Dioulasso/Burkina Faso, en partenariat avec l'IMT d'Anvers/Belgique a mis en place en avril 2009, un Réseau d'Epidémiosurveillance des Chimiorésistances aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest appelé RESCAO. Ce réseau financé par la Coopération belge au développement englobe 8 pays d'Afrique de l'Ouest

que sont: le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Mali, le Nigéria, le Niger et le Togo. L'objectif de cet article est de présenter l'organisation structurelle et institutionnelle du RESCAO, de même que les activités réalisées et les résultats préliminaires obtenus dans le cadre de ce réseau.

Le Réseau d'Epidémiosurveillance des Chimiorésistances aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest (RESCAO)

Objectifs

Créé en avril 2009 par le CIRDES de Bobo-Dioulasso et l'IMT d'Anvers avec le financement de la Coopération belge, le RESCAO est un réseau d'épidémiosurveillance à caractère régional dont l'objectif principal est de contribuer à l'amélioration de la santé du bétail et à la productivité de l'agriculture en Afrique intertropicale, à travers un contrôle stratégique efficient des trypanosomoses et des maladies du bétail transmises par les tiques, entre autres par une utilisation rationnelle des arsenaux thérapeutiques disponibles. De façon plus spécifique, il a pour ambition:

(i) de mieux connaître l'épidémiologie de la résistance aux trypanocides et aux acaricides en Afrique de l'Ouest et de proposer des stratégies de contrôle appropriées aux spécificités locales; (ii) de faire du CIRDES un centre régional pour le diagnostic moléculaire des TAA et de la résistance aux trypanocides.

La qualité d'un réseau d'épidémiosurveillance dépend de son organisation institutionnelle et structurelle (11;21). Celle-ci est présentée dans les paragraphes suivants.

Organisation institutionnelle et structurelle

L'adhésion au RESCAO est institutionnelle et se fait par le biais d'une lettre d'engagement signée par la plus haute autorité de l'institution du pays, qui à son tour désigne en son sein un point focal en relation permanente (rapports trimestriels des activités réalisées, réunion annuelle du RESCAO, etc.) avec la coordination du réseau basée au CIRDES (Tableau 1). Les membres du RESCAO sont entre autres, des instituts gouvernementaux de recherche en santé et en production animales, des universités et écoles de formations en santé et production animales, des organisations internationales travaillant dans le domaine ciblé, etc. A ce jour, le RESCAO regroupe 8 pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali, Niger, Nigéria, Togo), l'Ecole

Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (EISMV) par le biais de son laboratoire de contrôle des médicaments vétérinaires, l'IMT et le CIRDES.

Par ailleurs, comme tout réseau d'épidémiomiosurveillance, les modalités de fonctionnement du RESCAO peuvent se résumer en 4 principales étapes (11): (i) la collecte des données, (ii) la transmission des données, (iii) la gestion et le traitement des données et (iv) la diffusion des résultats.

Pour ce faire, le RESCAO est structuré de manière

pyramidale avec à sa tête un comité régional de pilotage, puis suivent le comité technique régional, les cellules d'animation régionale et nationale et les unités de terrain. Basé au CIRDES, le comité régional de pilotage est constitué de l'IMT, du CIRDES et des points focaux des différents pays, universités et organismes membres. Il décide des grandes orientations et fixe les objectifs généraux et spécifiques, valide les résultats obtenus, évalue l'état d'avancement et décide des mesures correctives si nécessaires. Quant-au comité technique régional, il est composé d'un épidémiologiste en charge de l'animation du réseau

Tableau 1
Points focaux du RESCAO.

Nom et Prénoms	Adresse e-mail	Institution de tutelle	Pays
POMALEGNI Charles	cpomalegni@yahoo.fr	Institut National de Recherches Agronomiques du Benin (INRAB)	Benin
OUATTARA Lassina	sielouattara@hotmail.com	Direction Générale des Services Vétérinaires (DGSV)	Burkina Faso
Mme KOMOIN Clarisse	cl.komoin@gmail.com	Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA)	Côte d'Ivoire
ALLEDJE-CUDJOE Emmanuel	emmallec@yahoo.com	Central Veterinary Laboratory / Pong-Tamalé	Ghana
DIARRA Boucader	diarrab@gmail.com	Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Campaign (PATTEC)	Mali
GAMATIE Djibo	gamatieal@hotmail.com	Laboratoire Central de l'Elevage (LABOCEL)	Niger
MAMMAN Muhammad	mammanm@hotmail.com	Nigeria Institute for Trypanosomiasis Research (NITR)	Nigeria
DAO Balabadi	balabadidao@gmail.com	Institut Togolais de Recherches Agronomiques (ITRA)	Togo

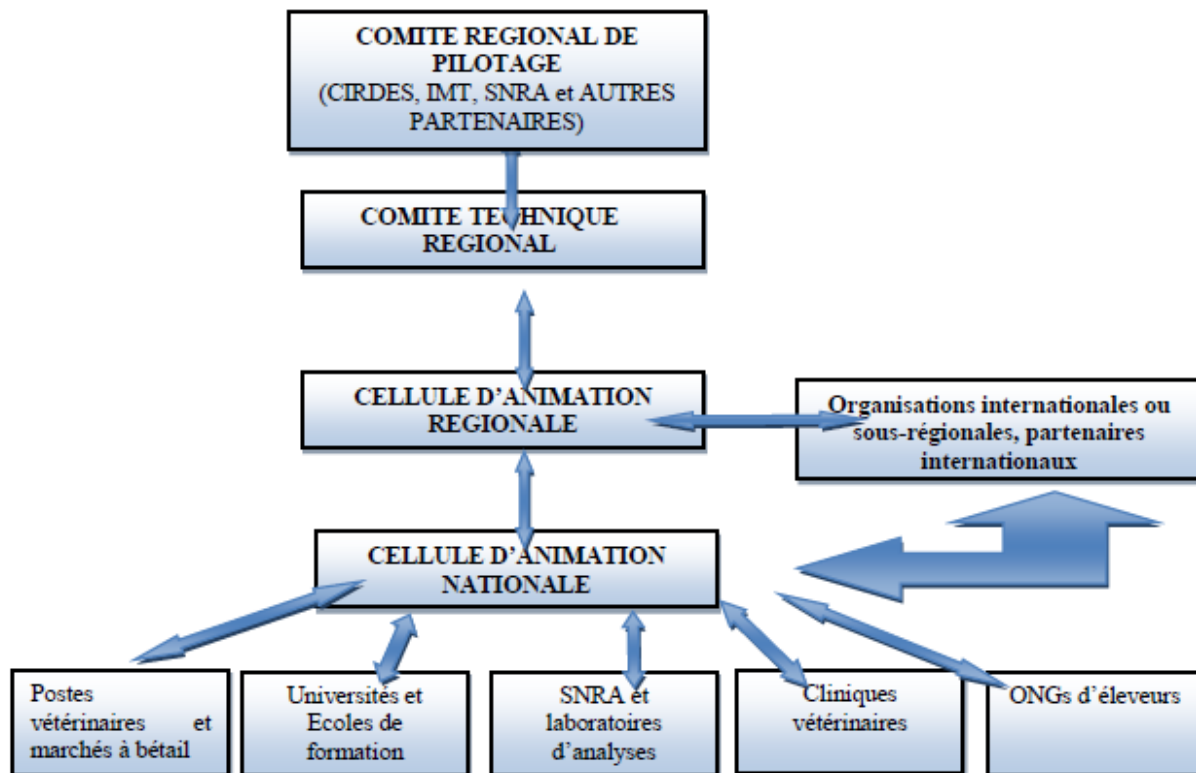


Figure 1: Organigramme du RESCAO.

et des scientifiques connus pour leurs travaux dans le domaine ciblé par le réseau. Ce comité participe à la conception, l'élaboration technique et la critique des protocoles et organise l'analyse des données récoltées.

La cellule d'animation régionale, hébergée au CIRDES, regroupe un animateur et des assistants techniques spécialisés dans le traitement des données ou la diffusion des résultats obtenus. La cellule d'animation nationale quant-à elle est constituée du point focal assisté de personnes ressources appartenant à la même institution partenaire du RESCAO.

Elle est le relais au niveau national de la cellule d'animation régionale, et met en œuvre les procédures et actions définies par le comité régional de pilotage. Enfin, les unités de terrain sont des structures décentralisées du réseau à l'échelle nationale. Elles sont constituées de postes vétérinaires, de stations de recherches, d'écoles de santé et de productions animales, de cliniques vétérinaires, d'organisations non gouvernementales d'éleveurs, etc. (Figure 1). Pour reprendre les

critères de Dufour et Hendrikx (11), ce réseau pourrait donc être ainsi caractérisé: réseau de type supranational, surveillance ciblée de la chimiorésistance, surveillance par échantillonnage, collecte de données actives et autonome par rapport aux activités courantes.

Transfert des techniques moléculaires de diagnostic de la trypanosomose et de la résistance aux trypanocides

L'un des objectifs du réseau a été de faire du CIRDES un centre régional spécialisé non seulement dans le diagnostic moléculaire de la trypanosomose animale africaine, mais aussi dans celui de la résistance aux trypanocides couramment utilisés en Afrique de l'Ouest i.e. l'acéturate de diminazène et le chlorure d'isométymidium. Des techniciens du CIRDES ont été formés et ont acquis la maîtrise des tests PCR-RFLP mis au point par l'IMT pour le diagnostic moléculaire d'espèce et de la résistance de *Trypanosoma congolense* (Tc) à l'acéturate de diminazène (5, 6, 15, 24).



Figure 2: Carte de l'Afrique de l'Ouest (Adapté de <http://www.afdb.org/fr/countries/west-africa/>).

Le cercle en jaune montre les 8 pays membres du RESCAO à savoir le Bénin, le Burkina Faso, le Togo, le Niger, le Nigéria, la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Mali.

Collecte d'échantillons de terrain

Dans la presque totalité des pays membres du RESCAO (Figure 2), les activités de terrain ont consisté en l'identification des zones à forte densité de glossines. Parmi ces aires à glossines, nous avons sélectionné les zones à forte utilisation de trypanocides et où la chimiorésistance est suspectée par l'observation de rechutes cliniques après traitement. En supposant que la prévalence de la résistance est inférieure à 10% avec 95% de certitude dans la zone d'étude ainsi définie, il était prévu à la suite d'un échantillonnage aléatoire simple de prélever le sang de 300 bovins afin d'avoir un minimum de 30 isolats de trypanosomes à envoyer au CIRDES. Le diagnostic de la trypanosomose animale africaine a été réalisé sur le terrain par la technique du buffy coat (19).

Les échantillons diagnostiqués positifs à *Tc* ont été mis sur du papier filtre, puis placés dans des sachets en plastique contenant des cristaux de silice déshydratés pour une conservation optimale, référencés et enfin envoyés au CIRDES pour les analyses moléculaires ultérieures.

Analyses moléculaires (PCR-RFLP)

Au total, 966 échantillons ont été collectés d'Août 2009 à juillet 2010 puis envoyés et enregistrés au CIRDES. L'extraction de l'ADN de ces échantillons a été réalisée selon la technique de PBS-saponine (4). Par la suite, une première PCR-RFLP basée sur la petite sous-unité ribosomale 18S a permis de faire le diagnostic d'espèce (5, 15). Enfin, seules les infections à *Tc* ou mixtes à *Tc* + *Trypanosoma* spp ont été soumises à une nouvelle PCR utilisant les amorces *Ade2*. Les échantillons positifs à la PCR *Ade2* ont été ensuite digérés avec l'enzyme de restriction *DpnII* afin de mettre en évidence les génotypes diminazène sensible et diminazène résistant (6, 24).

Résultats et discussion

Diagnostic d'espèce

La figure 3 montre les profils des principaux trypanosomes identifiés à la suite de l'analyse PCR-RFLP-*MspI*. Des profils mixtes *Trypanosoma congolense*/*Trypanosoma vivax* (*Tc*/*Tv*), *Trypanosoma vivax*/*Trypanosoma theileri* (*Tv*/*Tth*), *Trypanosoma brucei*/*Trypanosoma vivax* (*Tb*/*Tv*), etc. ont été également obtenus.

Par ailleurs, nous avons analysé quatre fois plus d'échantillons soit un total de 966 échantillons que l'estimation initiale qui était de 210 échantillons à

raison de 30 infections à *Tc* par pays. Ceci s'explique par le fait que le nombre d'échantillons reçus varie énormément en fonction des pays (Tableau 2).

Après discussion avec les différents points focaux du RESCAO, il est apparu que dans bien des cas, il leur était impossible de collecter dans les sites d'étude choisis 30 échantillons à *Tc*. C'est donc la raison pour laquelle ils ont décidé d'envoyer au CIRDES soit tous les échantillons collectés sur le terrain indépendamment de leur parasitémie, soit uniquement les échantillons diagnostiqués sur le terrain comme étant des infections à *Tc*. Même dans ce dernier cas, les analyses PCR-RFLP-*MspI* ont montré qu'il y avait dans la plupart des cas moins d'échantillons à *Tc* que ne laissaient penser les résultats de l'analyse parasitologique faite sur le terrain. Cela pourrait s'expliquer par la très grande sensibilité et spécificité des tests moléculaires utilisés par rapport à la technique du "buffy coat" (5, 10). Au total, sur les 966 échantillons analysés, seuls 245 ont été diagnostiqués en PCR-RFLP-*MspI* comme étant des infections à *Trypanosoma congolense* ou mixtes à *Trypanosoma congolense* (Tableau 3).

Test de résistance de *Trypanosoma congolense* à l'acéturate de diminazène

Les tableaux 3 et 4 montrent les résultats de l'analyse PCR-RFLP-*DpnII*. On peut remarquer que le profil diminazène résistant est très répandu dans tous les pays membres du RESCAO avec des

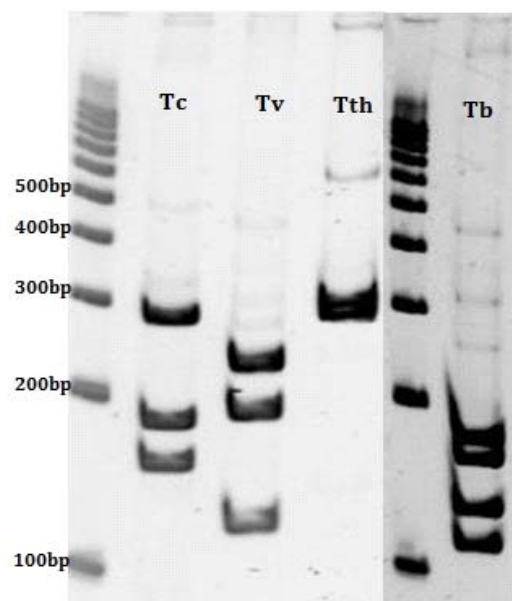


Figure 3: Profils PCR-RFLP-*MspI* des principaux trypanosomes identifiés.

pourcentages allant d'environ 68% (19/28) pour le Burkina Faso à 100% (9/9) pour le Ghana.

Ces résultats montrent que la chimiorésistance à l'acéturate de diminazène est très répandue en Afrique de l'Ouest.

En effet, de par son conditionnement à usage individuel et son large spectre d'activités d'une part, et son coût relativement peu élevé comparé aux autres trypanocides d'autre part, l'acéturate de diminazène est l'un des trypanocides les plus utilisés toute l'année par les éleveurs et représente environ 33% de la valeur totale du marché des trypanocides (22).

En outre, des études précédentes ont montré que la ceinture cotonnière de l'Afrique de l'Ouest était une zone à forte endémicité de résistance aux trypanocides et cela constituait de fait une contrainte majeure pour l'élevage et la production de lait dans cette sous-région ouest-Africaine (23).

Par ailleurs, des études faites pendant 7 ans dans l'Est de la Zambie ont montré une augmentation du nombre de souches résistantes au diminazène associée à une diminution de la prévalence des souches sensibles. Cela s'expliquerait selon les auteurs par des échanges génétiques du gène de la résistance au diminazène (7). Ceci pourrait expliquer la faible prévalence de souches sensibles

Tableau 2

Infections à *Trypanosoma congolense* identifiés suite à l'analyse PCR-RFLP-*MspI*.

Pays	Echantillons reçus et extraits PCR-RFLP- <i>MspI</i> (Infections à/et mixtes à <i>Tc</i>)	
Benin	25	7
Burkina Faso	350	62
Côte d'Ivoire	313	100
Ghana	20	11
Mali	55	51
Nigeria	149	7
Togo	54	7
TOTAL	966	245

Tableau 3

Pourcentages de la résistance des infections à *Trypanosoma congolense* à l'acéturate de diminazène.

Pays	Nombre de souches avec un profil <i>DpnII</i> -PCR-RFLP			Total (%)
	Resistance (%)	Sensible (%)	Mixte (%)	
Benin	100	0	0	100
Burkina Faso	68	0	32	100
Côte d'Ivoire	85	5	10	100
Ghana	100	0	0	100
Mali	87	4	9	100
Nigeria	100	0	0	100
Togo	100	0	0	100

Tableau 4

Analyses PCR effectuées sur les échantillons diagnostiqués comme étant des infections à *Trypanosoma congolense*.

Pays	RFLP- <i>MspI</i> (<i>Tc</i> & mixtes <i>Tc</i>)	PCR <i>Ade2+</i>	RFLP- <i>DpnII</i>		
			R	S	M
Benin	7	4	4	0	0
Burkina Faso	62	28	19	0	9
Côte d'Ivoire	100	39	33	2	4
Ghana	11	9	9	0	0
Mali	51	45	39	2	4
Nigeria	7	3	3	0	0
Togo	7	5	5	0	0

R, S et M signifient que les souches de *Tc* ont été diagnostiqués respectivement résistantes, sensibles, à la fois résistantes et sensibles (mixte) à l'acéturate de diminazène.

au diminazène obtenue dans notre étude (environ 4 à 5%). Des études complémentaires quant à l'impact réel de cette chimiorésistance sur l'état de santé des animaux serait les bienvenues. En effet, certains travaux suggèrent que même en présence de résistance médicamenteuse avérée, l'impact sur la santé du bétail infecté pouvait être fort limité (3, 9, 25). Aucun test moléculaire fiable n'existant pour le diagnostic de résistance à l'isométymidium, notre étude n'a porté que sur le diminazène.

Tests *in vivo* de résistance de *Trypanosoma vivax* à l'acéturate de diminazène et au chlorure d'isométymidium

Dans le cadre des activités du RESCAO, des souches de *Tv* ont été caractérisées sur chèvres quant à leur sensibilité/résistance à l'acéturate de diminazène et au chlorure d'isométymidium (12). Ainsi sur 12 souches du Burkina Faso caractérisées récemment sur chèvres, 6 sont montrées sensibles à l'acéturate de diminazène (DA) et au chlorure d'isométymidium (ISM), 5 sont monorésistantes à l'ISM et 1 souche s'est révélée multirésistante au DA et à l'ISM (25). Ces souches sont en cours d'analyse moléculaire pour la mise au point d'outils moléculaires du diagnostic de la résistance de *Tv* aux trypanocides.

Activités réalisées sur la résistance des tiques aux acaricides

Le CIRDES dispose d'un laboratoire équipé pour réaliser les tests de diagnostic de la résistance des tiques aux acaricides. Il utilise pour cela, des tests standardisés par la FAO à savoir le Larval Packet Test (13). Des études menées au Burkina Faso avant l'introduction de la tique *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ont montré que les espèces autochtones (*R. geigy* notamment) sont sensibles encore aux acaricides disponibles sur les marchés (1).

Pour lever le doute sur le statut résistant des populations de *R. microplus* introduites, un projet sous-régional coordonné par le CIRDES est actuellement conduit au Bénin, au Burkina Faso et au Cameroun. D'une durée de 3 ans, ce projet dénommé WECATiC (Contrôle Intégré des Tiques et des maladies transmises émergentes en Afrique

de l'Ouest et du Centre), vise entre autres à (i) évaluer le niveau de résistance des tiques en général et en particulier de *R. microplus* dans les trois pays d'intervention, (ii) évaluer la qualité des produits acaricides circulants sur les marchés et utilisés sur le terrain dans la lutte contre les tiques. Les activités concernant ce dernier objectif seront conduites en collaboration avec le Laboratoire de Contrôle des Médicaments Vétérinaires (LACOMEV) de Dakar. Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet alimenteront les bases de données du RESCAO.

Conclusion et perspectives

Au regard de ce qui précède, on peut affirmer que la problématique de la résistance aux trypanocides se pose avec plus d'acuité du fait de son impact considérable sur la santé du bétail et conséquemment sur la productivité agricole et sur les économies souvent très précaires des pauvres populations rurales. Ainsi, son diagnostic rapide et fiable grâce aux outils moléculaires et le suivi épidémiologique sont indispensables pour garantir la sécurité alimentaire des agropasteurs, d'autant plus qu'environ 80% de la population d'Afrique subsaharienne vit dans les zones rurales et dépend de l'agriculture et de l'élevage pour leur survie (18). D'où l'importance du RESCAO qui va renforcer les capacités des pays membres pour la détection des foyers potentiels et/ou existants de résistance aux trypanocides et mettre en œuvre des stratégies de prévention et de contrôle appropriées.

La problématique de la dispersion de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* et de sa sensibilité aux acaricides constituera également un axe de recherche prioritaire pour le réseau.

Remerciements

Les auteurs remercient la Coopération Belge au Développement (Royaume de Belgique, http://diplomatie.belgium.be/en/policy/development_cooperation/) pour leur appui financier. Les donateurs n'ont eu aucun rôle dans la conception de cette étude, dans la collecte et l'analyse des données et dans la décision de soumettre ce manuscrit pour publication.

Références bibliographiques

1. Adakal H., Stachurski F. & Chevillon C., 2012, Tick control practices in Burkina Faso and acaricide resistance survey in *Rhipicephalus (Boophilus) geigy* (Acari: Ixodidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 1-9.
2. Affognon H., Waibel H. & Randolph T., 2012, Productivity assessment of trypanocide drugs among small scale

- livestock keepers in Mali and Burkina Faso. Development and Agricultural Economics - Working Paper 2012 /05 2006;1-13.
3. Chitanga S., Marcotty T., Namangala B., Van den Bossche P., Van den Abbeele J. & Delespaux V., 2011, *High prevalence of drug resistance in animal trypanosomes without a history of drug exposure*. PLoS Neglect Trop D. **5**(12), e1454-DOI: 10.1371/journal.pntd.0001454.
 4. de Almeida P.J., Ndao M., Van M.N. & Geerts S., 1997, Diagnostic evaluation of PCR in goats experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. *Acta Trop.*, **66**(1), 45-50.
 5. Delespaux V., Ayrat F., Geysen D. & Geerts S., 2003, PCR-RFLP using Ssu-rDNA amplification: applicability for the diagnosis of mixed infections with different trypanosome species in cattle. *Vet. Parasitol.* 2003 Nov 14; **117**, 3,185-93.
 6. Delespaux V., Chitanga S., Geysen D., Goethals A., Van den Bossche P. & Geerts S., 2006, SSCP analysis of the P2 purine transporter TcoAT1 gene of *Trypanosoma congolense* leads to a simple PCR-RFLP test allowing the rapid identification of diminazene resistant stocks. *Acta Tropica*, **100**, 96-102.
 7. Delespaux V., Dinka H., Masumu J., Van den Bossche P. & Geerts S., 2008, Five fold increase in the proportion of diminazene aceturate resistant *Trypanosoma congolense* isolates over a seven years period in Eastern Zambia. *Drug Resistance Updates*, **11**(6), 205-9.
 8. Delespaux V., Geysen D., Van den Bossche P. & Geerts S., 2008, Molecular tools for the rapid detection of drug resistance in animal trypanosomes. *Trends Parasitol.*, **24**(5), 236-42.
 9. Delespaux V., Vitouley H.S., Marcotty T., Speybroeck N., Berkvens D. & Roy K. *et al.*, 2010, Chemosensitization of *Trypanosoma congolense* strains resistant to isometamidium chloride by tetracycline and fluoroquinolone. PLoS Neglect Trop D. **4** (9), 828. doi:10.1371/journal.pntd.0000828.
 10. Desquesnes M. & Davila A.M.R., 2002, Applications of PCR-based tools for detection and identification of animal trypanosomes: a review and perspectives. *Vet. Parasitol.*, **109**, 213-31.
 11. Dufour B. & Hendriks P, 2009, *Epidemiological surveillance in animal health*. CIRAD, AEEMA, FAO, OIE, p.386.
 12. Eisler M.C., Brandt J., Bauer B., Clausen P.H., Delespaux V. & Holmes P.H. *et al.*, 2001, Standardised tests in mice and cattle for the detection of drug resistance in tsetse-transmitted trypanosomes of African domestic cattle. *Vet. Parasitol.*, **97**(3), 171-82.
 13. FAO., 2004, Acaricide resistance: diagnosis, management and prevention. Guidelines Resistance Management and Integrated Parasite Control in Ruminants. Rome, Italy: Animal Production and Health Division, Agriculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations; p. 25-77.
 14. Geerts S., Holmes P.H., Diall O. & Eisler M.C., 2001, African bovine trypanosomiasis: the problem of drug resistance. *Trends in Parasitology Jan.* **17**(1), 25-8.
 15. Geysen D., Delespaux V. & Geerts S., 2003, PCR-RFLP using Ssu-rDNA amplification as an easy method for species-specific diagnosis of *Trypanosoma* species in cattle. *Vet. Parasitol.*, 2003 Jan 2; **110**, 3-4, 171-80.
 16. Madder M., Thys E., Achi L., Toure A. & De Deken R., 2011, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*: a most successful invasive tick species in West-Africa. *Exp. Appl. Acarol.*, **53**(2), 139-45.
 17. Madder M., Thys E., Geysen D., Baudoux C. & Horak I., 2007, *Boophilus microplus* ticks found in West Africa. *Exp. Appl. Acarol.*, **43**(3), 233-4.
 18. Mattioli R.C., Feldmann G., Hendrickx W., Wint J., Jannin J. & Slingenbergh J., 2004, Tsetse and trypanosomiasis intervention policies supporting sustainable animal-agricultural development. *Food. Agric. Environ.*, **2**, 310-4.
 19. Murray M., Murray P.K. & McIntyre W.I.M., 1977, Improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **71**(4), 325-6.
 20. Sidibé A.S., 2003, Les apports de l'assurance qualité à une organisation nationale vétérinaire dans les pays en développement: le cas de l'Afrique. *Rev. Sci. Tech. Int. Epiz.* **22**(2), 679-88.
 21. Sones K., 2001, *Pharmaceutical companies: partners or enemies ?* ICPTV Newsletter; 3, 19-21.
 22. Talaki E., 2008, *Etude de la résistance des trypanosomes à l'isométidium et au diminazène dans la zone cotonnière de l'Afrique de l'Ouest (Mali- Guinée- Burkina Faso)*. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso/Institut de Développement Rural / Département d'Elevage.
 23. Vitouley H.S., Mungube E.O., Allegye-Cudjoe E., Diall O., Bocoum Z. & Diarra B. *et al.*, 2011, *Improved PCR-RFLP for the detection of diminazene resistance in Trypanosoma congolense under field conditions using filter papers for sample storage*. PLoS Neglected Tropical Diseases, **5**, 7-e1223 doi:10.1371/journal.pntd.0001223.
 24. Vitouley H.S., Sidibe I., Bengaly Z., Marcotty T. & Van den Abbeele J. & Delespaux V., 2012, Is trypanocidal drug resistance a threat for livestock health and production in endemic areas? Food for thoughts from Sahelian goats infected by *Trypanosoma vivax* in Bobo Dioulasso (Burkina Faso). *Vet. Parasitol.*, **187**, 105-11 DO-information:10.1016/j.vetpar2011;12.019.

H. Vitouley, Béninois, Docteur en Médecine Vétérinaire, Doctorant au Centre International de Recherche-Développement En zone Subhumide (CIRDES).

Z. Bengaly, Burkinabé, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Chercheur en Parasitologie et Epidémiologie Animales, Directeur Scientifique du Centre International de Recherche-Développement En zone Subhumide (CIRDES).

H. Adakal, Nigérien, Docteur en Microbiologie – Parasitologie, Responsable de l'Unité de recherche sur les Bases Biologiques de la lutte Intégrée (URBIO) au Centre International de Recherche-Développement En zone Subhumide (CIRDES), Chargé de recherche au Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur (CAMES).

I. Sidibe, Burkinabé, Docteur d'Université en Biologie des Systèmes Intégrés, Directeur Scientifique du Centre International de Recherche-Développement en zone Subhumide (CIRDES) de 2005 à 2011, Coordonnateur National du PATTEC du Burkina Faso.

J. Van Den Abbeele, Belge, Docteur en Sciences Biologiques, Professeur à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers en charge de l'Unité de Protozoologie Vétérinaire.

V. Delespaux, Belge, Docteur en Sciences, Chargé de recherche à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers, Unité de Protozoologie Vétérinaire.