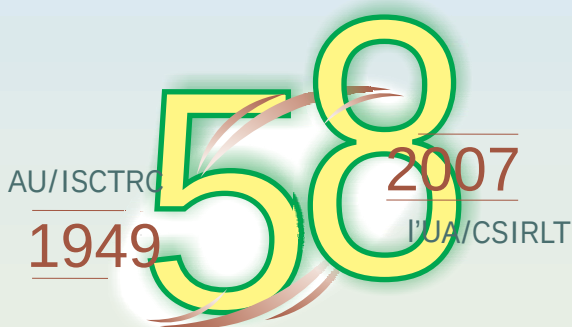


PUBLICATION No. 124

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC COUNCIL FOR
TRYPANOSOMIASIS RESEARCH AND CONTROL
ISCTRC**

**CONSEIL SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL POUR
LA RECHERCHE ET LA LUTTE CONTRE
LES TRYPANOSOMES
CSIRLT**



**Twenty-Ninth Meeting
29^{ème} Réunion**

Luanda, Angola

2007

**AU/DREA
UA/DERA**

PUBLICATION No 124

**International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control
(ISCTRC)**

**Conseil Scientifique International pour la Recherche et la Lutte contre les
Trypanosomiasés
(CSIRLT)**

**TWENTININTH MEETING
29^{ème} REUNION**

**Luanda, Angola
2007**

**AU/DREA
UA/DERA**

Statements in the documentation rest on the authority of the authors of the documents and not of the Council

**Published by AU/IBAR
P.O.Box 30786, Nairobi, Kenya.**

TABLE OF CONTENTS/TABLES DES MATIERES

Report of the ISCTRC Secretary on the 29th Conference
Rapport du Secrétaire du CSIRLT sur la 29^{ème} Conférence

Speeches/Discours

Opening address by H. E. Dr. Jose Vieira Dias Van-Dunem Vice Minister for Health of the Republic Of Angola.

Discours d'ouverture de S.E. Dr. Jose Vieira Dias Van-Dunem Vice-Ministre de la Santé de la République d'Angola.

Speech By H.E. Mme Rosebud Kurwijila, Commissioner for Rural Economy and Agriculture of the African Union Commission.

Discours de S.E. Mme Rosebud Kurwijila, Commissaire à l'Economie Rurale et à l'Agriculture de la Commission de l'Union Africaine.

Reports and Recommendations.
Rapports et Recommandations.

**PAPERS AND POSTERS PRESENTATIONS/ PRESENTATIONS DES
COMMUNICATIONS ET DES AFFICHES**

**I PATTEC INITIATIVE AND COUNTRY REPORTS.
INITIATIVE PATTEC ET RAPPORTS DES PAYS.**

**101 THE CREATION OF ZONES SUSTAINABLY FREED OF TSETSE AND
TRYPANOSOMOSIS IN BURKINA FASO.**

LA CREATION DE ZONES DURABLEMENT LIBEREES DE LA MOUCHE
TSETSE ET DES TRYPANOSOMIASES AU BURKINA FASO

Issa Sidibé

**102 SUMMARY REPORT ON ACHIEVEMENTS OF THE MULTINATIONAL
PROJECT FOR THE CREATION OF SUSTAINABLE TSETSE AND
TRYPANOSOMIASIS FREE AREAS IN EAST AND WEST AFRICA:GHANA.**

RAPPORT SUCCINCT SUR LES REALISATIONS DU PROJET
MULTINATIONAL POUR LA CREATION DE ZONES INDEMNES DE
TSETSE ET DE TRYPANOSOMIASE EN AFRIQUE DE L'EST ET DE
L'OUEST : GHANA,

C.I. Mahama

**103 THE SITUATION OF HUMAN AFRICAN TRYPANOSOMIASIS OR SLEEPING
SICKNESS IN MALI / SITUATION DE LA TRYPANOSOMIASE HUMAINE
OU MALADIE DU SOMMEIL AU MALI.**

Issa Degoga

**104 PAN-AFRICAN TSETSE AND TRYPANOSOMIASIS ERADICATION
CAMPAIGN (PATTEC)- KENYA.**

LA CAMPAGNE PANAFRICAINNE D'ERADICATION DES TSETSE ET DE LA
TRYPANOSOMIASE (PATTEC) AU KENYA,

Olet, P.A, oral

106 TRYPANOSOMIASIS SITUATION IN SOMALIA.

SITUATION DE LA TRYPANOSOMIASE EN SOMALIE.

Mohamed F. Dirie

**107 TRYPANOSOMIASIS SITUATION IN ANGOLA: HISTORY, CURRENT
STATUS AND PERSPECTIVES.**

LA TRYPANOSOMIASE EN ANGOLA: HISTORIQUE, SITUATION
ACTUELLE ET PERSPECTIVES.

Silva Virgilio

**108 THE SUCCESS OF SEQUENTIAL AERIAL SPRAYING FOR TSETSE
CONTROL IN BOTSWANA.**

SUCCES DE LA PULVERISATION SEQUENTIELLE AERIENNE POUR LA LUTTE CONTRE LES TSETSE AU BOTSWANA.

P.M. Kgori and K. Motshegwa ; oral

- 109** MOZAMBIQUE COUNTRY REPORT. INOCÊNCIO LOURENÇO SIGAÚQUE.
RAPPORT NATIONAL – MOZAMBIQUE

Susana Agusta Jamal

- 110** TSETSE CONTROL IN ZIMBABWE.
LUTTE CONTRE LES TSETSE AU ZIMBABWE.
W. Shereni,

- 111** CONTROL OF ANIMAL TRYPANOSOMOSIS AND ITS VECTORS WITH ALTERNATIVE CONTROL METHODS IN ADAMAOUA AND NORTH PROVINCES OF CAMEROON.
LUTTE CONTRE LES TRYPANOSOMIASES ANIMALES ET LEURS VECTEURS PAR DES METHODES ALTERNATIVES DANS LES PROVINCES DE L'ADAMAOUA ET DU NORD DU CAMEROUN.
Banipe Louis, DVM; Ngambia Funkeu Roger, DVM et Asaah Thomas Abaade, DVM.

- 112** TRYPANOSOMIASIS REPRESENTS ONE OF THE GREATEST HUMAN HEALTH AND LIVESTOCK PRODUCTION CHALLENGES IN THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO.
RAPPORT NATIONAL - RD CONGO
Florent Ngamuna

- 113** BASELINE DATA COLLECTION FOR TSETSE ELIMINATION ON LOOS ISLANDS, GUINEA.
RESULTATS DES ENQUETES POUR LA CAMPAGNE NATIONALE DE LUTTE CONTRE LES TSETSE ET LES TRYPANOSOMIASES DANS LES ILES DE LOOS (REP. DE GUINEE).
M. Camara, S. M. Kagbadouno, J. Bouyer, J.P. Hervouet, M. F. Onikoyamou, D. Kaba & P. Solano

- 114** SURVEYS ON ANIMAL TRYPANOSOMIASIS IN THE COTTON BELT IN BENIN.
ENQUETES SUR LES TRYPANOSOMIASES ANIMALES DANS LA ZONE COTONNIERE DU BENIN
Codjia V.

- 116** CURRENT STATUS AND THE NEW STRATEGY IN COMBATING TSETSE AND TRYPANOSOMIASIS IN NIGERIA BASED ON THE PATTEC INITIATIVE.

SITUATION ACTUELLE ET NOUVELLE STRATEGIE DE LUTTE CONTRE
LES TSETSE ET LES TRYPANOSOMIASES AU NIGERIA ,BASEE SUR
L'INITIATIVE PATTEC.

P. M. Dede, L.T. Zaria & F.A.G. Lawani

- 118** TSETSE FLIES ERADICATION: WHAT STRATEGY FOR TOGO?
ERADICATION DE LA MOUCHE TSETSE : QUELLE STRATEGIE
POUR LE TOGO

B. Dao^{1*} ; D. Batawui² , Y. Akpeli² et Y. M. Nagou³

- 119** TSETSE CONTROL IN TANZANIA DURING THE YEARS 2005- 2007 .
LA LUTTE CONTRE LES TSETSE EN TANZANIE (2005 – 2007).
Daffa J.W.

II GLOSSINA BIOLOGY AND CONTROL

- 201** POPULATION GENETICS OF *GLOSSINA PALPALIS* S.L. IN WEST AFRICA:
IMPLICATIONS ON CONTROL.

GENETIQUE DES POPULATIONS DE *G. PALPALIS* S.L. EN AFRIQUE DE
L'OUEST:IMPLICATIONS POUR LA LUTTE CONTRE LES
TRYPANOSOMIASES.

p. Solano, J. Bouyer, S. Ravel, JP. Dujardin, M. Camara, D. Kaba, I. Sidibe, M.
Kagbadouno, G. Cuny, T. De Meeüs ,

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

vi

- 202** PROTECTION OF LIVESTOCK WITH INSECTICIDE-TREATED MOSQUITO
FENCES AGAINST INSECTS OF VETERINARY AND MEDICAL
RELEVANCE.

UTILISATION DES FILETS IMPREGNES D'INSECTICIDE POUR LA
PROTECTION DU BETAIL CONTRE LES INSECTES AYANT UNE
IMPORTANCE VETERINAIRE ET MEDICALE

Burkhard Bauer, Marta Maia, Dieter Mehlitz, Peter-Henning Clausen, Bettina
Holzgreffe, Ayimbire Abonuusum, Steve Osei; Thomas Kruppa; Juergen May, Rolf
Garms; Oumar Diall;Boucader Diarra; Mamadou Sow, Adama Sidibe; Issa Sidibe,
Percoma Lassane; Charles Mahama, Charles Abavana, Benita Djagmah, Ernest
Dotcher.

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.

- 203** EFFECTS OF CONFINEMENT OF GOATS IN ZERO-GRAZING UNITS AND
USE OF POLYETHYLENE NETS ON TSETSE AND TRYPANOSOMIASIS.

EFFETS DU CONFINEMENT DES CHEVRES DANS DES UNITES A ZERO-
PATURAGE ET DE L'UTILISATION DES MOUSTIQUAIRES EN

POLYETHYLENE IMPREGNEES SUR LES TSETSE ET LA
TRYPANOSOMIASE

Kamau S. K., Ndegwa P.N., Oyieke F.A., Mukono J. N.,

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 204** PYRETHROID FOOTBATHS AGAINST TSETSE: A NEW CONTROL
TECHNIQUE.

LE PEDILUVE CONTRE LES GLOSSINES : UNE NOUVELLE METHODE DE
LUTTE.

J. Bouyer, F. Stachurski, I. Kaboré, B. Bauer and R. Lancelot

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 207** COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF BOVINE TRYPANOSOMOSIS
CONTROL TECHNOLOGIES USED IN BUIKWE COUNTY MUKONO
DISTRICT SOUTHEASTERN UGANDA.

COMPARAISON DE L'EFFICACITE DES TECHNOLOGIES DE CONTROLE
DE LA TRYPANOSOMIASE BOVINE UTILISEES DANS LE COMTE DE
BUIKWE, DISTRICT DE MUKONO, AU SUD-EST DE L'UGANDA

¹Kakaire, D.W., ²Rubaire-Akiiki .C, Ktunguka-Rwabushaya. E., ²Waiswa. C and
¹Otim. C.P.

POSTER / AFFICHE

- 208** STUDIES ON TSETSE-TRANSMITTED TRYPANOSOMOSIS IN NEW
SETTLEMENT AREAS OF JAWI AND QUARA DISTRICTS OF AMHARA
REGION NORTH-WEST ETHIOPIA.

ETUDES SUR LA TRYPANOSOMIASE TRANSMISE PAR LES TSETSE
DANS LES NOUVELLES ZONES D'INSTALLATION DES DISTRICTS DE
JAWI ET DE QUARA, DANS LA REGION D'AMHARA, AU NORD-UEST
DE L'ETHIOPIE

Shimelis Dagnachew and Getachew Abebe

POSTER / AFFICHE

- 209** REPORT OF RAPID APPRAISAL OF TSETSE AND TRYPANOSOMOSIS
SITUATION IN BUSIA, BUNGOMA AND TESO DISTRICTS, KENYA.

RAPPORT SUR L'EVALUATION RAPIDE DE LA SITUATION DES TSETSE
ET DE LA TRYPANOSOMIASE DANS LES DISTRICTS DE BUSIA,
BUNGOMA ET TESO AU KENYA

Daniel Ochieng Gamba

POSTER / AFFICHE

- 210** THE DISTRIBUTION OF *GLOSSINA P. PALPALIS* ROBINEAU DESVOIDY
(DIPTERA: GLOSSINIDAE) POPULATIONS IN THE FOREST OF BANCO IN
ABIDJAN AREA COTE D'IVOIRE.

REPARTITION DES POPULATIONS DE *GLOSSINA PALPALIS PALPALIS* DANS LA RESERVE FORESTIERE DU BANCO A ABIDJAN, COTE D'IVOIRE.

Gnaoré David Zézé, Bamoro Coulibaly, Clarisse Komoin, Fabien Dofini, Dramane Kaba, Laurent Lohuirignon, Louis N'dri & Alida Koffi

POSTER / AFFICHE

- 211** A RIVER-BASED MODEL TO PREDICT RIVERINE TSETSE DENSITIES.
UN MODELE DE PREDICTION DES DENSITES DE GLOSSINES RIVERAINES BASE SUR LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Laure Guerrini, Stéphane de la Rocque, Guy Hendrickx, Jérémy Bouyer

POSTER / AFFICHE

- 212** USING A MATHEMATICAL MODEL TO PREDICT THE IMPACT OF A SYNTHETIC TSETSE REPELLENT ON TRYPANOSOMOSIS TRANSMISSION IN CATTLE WHEN USED ALONE OR IN INTEGRATED STRATEGIES.

UTILISATION D'UN MODELE MATHEMATIQUE POUR PREDIRE L'IMPACT DE L'UTILISATION SEULE OU COMBINEE D'UN REPULSIF SYNTHETIQUE SUR LA TRANSMISSION DE LA TRYPANOSOMIASE CHEZ LES BOVINS.

B. Bett, P. Irungu, P. Kitale, J. Gathuma, G. Murilla, J. Hargrove, T. F. Randolph, J. McDermott

POSTER / AFFICHE

- 213** BLOOD COLLECTION FOR MASS PRODUCTION OF TSETSE FLIES FOR STERILE INSECT TECHNIQUE (SIT).

COLLECTE DE SANG POUR LA PRODUCTION EN MASSE DE MOUCHES TSETSE POUR LA TECHNIQUE DE L'INSECTE STERILE (TIS).

Mechtilda.B.Byamungu.

POSTER / AFFICHE

- 214** COMPARATIVE ASSESSMENT OF SYNTHETIC TSETSE REPELLENTS AND BAIT TECHNOLOGIES FOR INTEGRATED TSETSE AND TRYPANOSOMOSIS SUPPRESSION / ETUDE COMPARATIVE DES REPULSIFS SYNTHETIQUES DES TSETSE ET DES TECHNOLOGIES D'APPAT POUR LA SUPPRESSION INTEGREE DES TSETSE ET DE LA TRYPANOSOMIASE. S.O. Ohaga., E.D. Kokwaro., I.O. Ndiege., A. Hassanali. and R. K. Saini

POSTER / AFFICHE

- 215** EVALUATION OF A SYNTHETIC TSETSE-REPELLENT TECHNOLOGY DEVELOPED FOR CONTROL OF CATTLE TRYPANOSOMOSIS IN KENYA. ETUDE COMPARATIVE DES REPULSIFS SYNTHETIQUES DES TSETSE ET DES TECHNOLOGIES D'APPAT POUR LA SUPPRESSION INTEGREE DES TSETSE ET DE LA TRYPANOSOMIASE

B. Bett, P. Irungu, S. Nyamwaro, G. Murilla, P. Kitala, J. Gathuma, J. Hargrove, T. F. Randolph, J. McDermott

POSTER / AFFICHE

vii

- 218** THE EFFECTS OF SAMORIN TREATMENT AND DELAYED INFECTION ON THE ESTABLISHMENT OF TRYPANOSOMES IN *GLOSSINA PALLIDIPES* AUSTEN (DIPTERA: GLOSSINIDAE).
LES EFFETS DU TRAITEMENT AU SAMORIN ET DE L'INFECTION RETARDEE SUR L'IMPLANTATION DES TRYPANOSOMES DANS LA *GLOSSINA PALLIDIPES*.
Okoth, S., Tinega, G., Phoebe, M. Murilla, G.
POSTER / AFFICHE
- 219** EVALUATION OF GENETIC DIVERSITY AMONG *GLOSSINA FUSCIPES* *FUSCIPES* NEWSTEAD (DIPTERA: GLOSSINIDAE) SUB-POPULATIONS FROM SLEEPING SICKNESS FOCI IN UGANDA.
EVALUATION DE LA DIVERSITE GENETIQUE CHEZ LES SOUS-POPULATIONS DE *GLOSSINA FUSCIPES FUSCIPES* DES FOYERS DE LA MALADIE DU SOMMEIL EN OUGANDA.
Abila Patrick P'Odyek; poster
POSTER / AFFICHE
- 220** GENETIC STRUCTURE OF *GLOSSINA PALLIDIPES* AUSTEN (DIPTERA: GLOSSINIDAE) IN THE LAKE VICTORIA BASIN: IMPLICATIONS FOR AREA-WIDE TSETSE CONTROL.
STRUCTURE GENETIQUE DE *GLOSSINA PALLIDIPES* DANS LE BASSIN DU LAC VICTORIA : CONSEQUENCES POUR LA LUTTE A GRANDE ECHELLE CONTRE LES TSETSE
Ouma JO, Marquez JG, Krafur ES
POSTER / AFFICHE
- 221** COMMUNITY LED TSETSE CONTROL IN KAJOKEJI COUNTY SOUTH SUDAN-2003 – 2006.
PROGRAMME D'AIDE DU PEUPLE NORVEGIEN AU SUD SOUDAN – LUTTE COMMUNAUTAIRE CONTRE LES TSETSE DANS LE COMTE DE KAJOKEJI, AU SUD SOUDAN, 2003-2006.
Taban Tereka,
POSTER / AFFICHE
- 222** THE IMPACT OF SOME ENVIRONMENTAL FACTORS ON TSETSE FLY CATCHES AND TRYPANOSOMOSIS PREVALENCE IN N'DAMA-BORAN CROSSBREED CATTLE IN MARA AREA IN SOUTHERN KENYA.
IMPACT DE CERTAINS FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES CAPTURES DE TSETSE ET LA PREVALENCE DE LA TRYPANOSOMIASE

CHEZ LES BOVINS CROISES N'DAMA x BORAN DANS LA REGION DE MARA, AU SUD DU KENYA.

L. Munga, O. Hanotte, C. Orenge, J. Makumi, J. Ngeranwa, J. Gibson, A. Korol, S. Kemp, M. Soller and S. Nagda

POSTER / AFFICHE

III HUMAN AFRICAN TRYPANOSOMIASIS / TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE

301 FIVE YEARS OF SLEEPING SICKNESS CONTROL PROGRAMME IN YEI COUNTY (SOUTH SUDAN) – NEW CHALLENGES.

CINQ ANS DE MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LA MALADIE DU SOMMEIL DANS LE COMTE DE YEI AU SUD-SOUDAN : NOUVEAUX DEFIS

James Mwanza; Stephen Macharia; Jochen Burkle; Jose Ramon Franco

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

302 PHASE III TRIAL OF PAFURAMIDINE MALEATE (DB289), A NOVEL, ORAL DRUG FOR TREATMENT OF FIRST STAGE SLEEPING SICKNESS.

ESSAI DE PHASE III DU MALEATE DE PAFURAMIDINE (DB289), UN MEDICAMENT NOUVEAU PAR VOIE ORALE POUR LE TRAITEMENT DE LA MALADIE DU SOMMEIL AU PREMIER STADE.

G. Pohlig, S. Bernhard, C. Olson, A. Mpanya Kabeya J.-P. Fina Lubaki, A. Mpoto, G. Kambau Manesa Deo, F. Mbo Kuikumbi, A. Fukinsia Mintwo, A. Kayeye Munungi, J. Tito Bage, S. Macharia, C. Miaka Mia Bilenge, V. Kande Betu Ku Mesu, J. Ramon Franco, N. Dieyi Dituvanga & C. Burri

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

303 *TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIE*ENSE: -DIFLUOROMETHY-LORNITHINE (DFMO) TREATMENT FAILURE AMONGST FOLLOW-UP PATIENTS AT OMUGO HEALTH CENTER, NORTH-WEST UGANDA.

ECHEC DU TRAITEMENT DE LA TRYPANOSOMIASE A *T. B. GAMBIE*ENSE AU DFMO (DIFLUOROMETHYLORNITHINE) CHEZ DES PATIENTS SOUS CONTROLE DU CENTRE DE SANTE D'OMUGO, AU NORD-OUEST DE L'OUGANDA

Matovu, E., Kazibwe, A., Boobo, A., Louga, A., Wamboga, C., Kansiime, F., Kioy, D., Maser, P., Seebeck, T. and Barret M.

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

304 UPDATE ON THE NIFURTIMOX-EFLORNITHINE CLINICAL TRIAL FOR LATE-STAGE HUMAN AFRICAN TRYPANOSOMIASIS (HAT)

RESULTATS PRELIMINAIRES DU TEST CLINIQUE DE L'ASSOCIATION NIFURTIMOX-EFLORNITHINE POUR LA TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE AU STADE AVANCE.

G. Priotto, S. Kasparian, D. Ngouama, S. Ghorashian, U. Arnold, S. Ghabri, V. Buard, S. Kazadi-Kyanza, W. Mutombo, M. Ilunga, W. Mutangala, C. Schmid, U. Karunakara

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 305** TREATMENT AND FOLLOW UP PROCEDURES OF *TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIENSE* INFECTED PATIENTS IN THE INTERMEDIATE STAGE IN ANGOLA.

PRODEDURES DE TRAITEMENT ET DE SUIVI DES PATIENTS ATTEINTS DE TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE À *T. B. GAMBIENSE* AU STADE INTERMÉDIAIRE EN ANGOLA.

G. Vatunga , S. Bisser, T. Josenando

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.

- 306** IDENTIFICATION OF THE RISK FACTORS OF THE HUMAN AFRICAN TRYPANOSOMIASIS (HAT) TRANSMISSION IN KINSHASA (DRC) IN 2005: INTEREST FOR CONTROL.

IDENTIFICATION DES FACTEURS DE RISQUE DE TRANSMISSION DE LA TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE (THA) A KINSHASA (RDC) EN 2005 : INTERET POUR LA LUTTE. P. Grebaut, G. Simo, EZ. Manzambi JM. Bena, P. Mansinsa, G. Ollivier, BKV. Khande, J. Flouriot, JM. Fotsing, et G. Cuny.

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.

- 307** POLYMORPHIC MICROSATELLITE LOCI FOR THE GENETIC CHARACTERISATION OF *T. BRUCEI* S.L.: NEW PERSPECTIVES AND EPIDEMIOLOGICAL IMPLICATIONS.

DES LOCI MICROSATELLITES POLYMORPHES POUR LA CHARACTERISATION GENETIQUE DE *LATRYPANOSOMA BRUCEI* S.L: NOUVELLES PERSPECTIVES ET IMPLICATIONS EPIDEMIOLOGIQUES.

Vincent Jamonneau, Mathurin Koffi, Philippe Solano, Christian Barnabé, Thierry de Meeûs, Bruno Bucheton & Gérard Cuny .

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.

- 308** B CELL RECRUITMENT PROCESSES IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM PROVIDE EARLY DIAGNOSTIC TOOLS FOR *TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIENSE* MENINGO-ENCEPHALITIS.

LES PROCESSUS DE RECRUTEMENT DES LYMPHOCYTES B DANS LE SYSTEME NERVEUX CENTRAL PROCURENT DES MARQUEURS DIAGNOSTIQUES PRECOCES DE LA MENINGO-ENCEPHALITE A *TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIENSE*.

Lynda Pervieux, Bertrand Courtioux, Gedeao Vatunga, Theophile Josenando, Marie- Odile Jauberteau-Marchan, Bernard Bouteille, Sylvie Bisser

POSTER / AFFICHE

- 309** FIELD APPLICATION OF MODIFIED SINGLE CENTRIFUGATION METHOD OF CSF ANALYSIS IN HAT DIAGNOSIS; EXPERIENCE FROM YEI, S. SUDAN.
APPLICATION SUR LE TERRAIN DE LA METHODE SIMPLE MODIFIEE DE CENTRIFUGATION DE L'ANALYSE DU LCR DANS LE DIAGNOSTIC DE LA THA : EXPERIENCE DE YEI AU SUD-SOUDAN.
James Mwanza; Stephen Macharia; Jochen Burkle; Jose Ramon Franco
POSTER / AFFICHE
- 310** DETERMINATION OF THE FEASIBILITY OF USING LOOP-MEDIATED ISOTHERMAL AMPLIFICATION (LAMP) OF DNA IN THE DETECTION OF HUMAN AFRICAN TRYPANOSOMIASIS (HAT).
DETERMINATION DE LA FAISABILITE DE L'UTILISATION DE L'AMPLIFICATION ISOTHERME PAR ANSE (LAMP) DE L'ADN POUR LE DEPISTAGE DE LA TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE (THA)
Enyaru, JCK. Matovu, E., Njiru, ZK., Balyeidusha A., Bobo, A., Nanteza, A. and Magambo, P.
POSTER / AFFICHE
- 311** WHITE BLOOD CELL COUNT AS PARAMETER FOR DIAGNOSIS OF RELAPSE IN HAT: A COMPARISON OF DIFFERENT OPERATIONAL DEFINITIONS.
LA CYTORACHIE COMME CRITERE DE RECHUTE DANS LA TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE (THA): UNE COMPARAISON DE DIFFERENTES DEFINITIONS OPERATIONNELLES.
Mumba D., Lejon V., Boelaert M., Büscher P.
POSTER / AFFICHE
- 312** ANALYSIS OF *TRYPANOSOMA BRUCEI RHODESIENSE* DNA AND SAMPLES FROM SLEEPING SICKNESS SUSPECTS USING LOOP-MEDIATED ISOTHERMAL AMPLIFICATION (LAMP) OF DNA.
ANALYSE DE L'ADN DE *TRYPANOSOMA BRUCEI RHODESIENSE* A L'AIDE DE L'AMPLIFICATION ISOTHERME A L'ANSE (LAMP) DE L'ADN
Kibona SN., Mbilu TK., Kaboya S & Rawile F
POSTER / AFFICHE
- 314** ISOLATION AND DRUG SENSITIVITY PROFILE OF *TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIENSE* FROM TREATMENT REFRACTORY PATIENTS IN MBUJI-MAYI, D. R. CONGO.
ISOLEMENT ET CHIMIOSENSIBILITE DE *TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIENSE* CHEZ DES PATIENTS RECHUTES APRES TRAITEMENT A MBUJI-MAYI, EN R. D. CONGO.
Pyana P., Mumba D., Kaiser, M., Brun, R., Kunz, C., Karhemere S., Büscher P.
POSTER / AFFICHE

- 315** MOLECULAR CHARACTERISATION OF EXCRETED/SECRETED PROTEINS (ESPS) OF *TRYPANOSOMA BRUCEI* FOR BETTER UNDERSTANDING OF HOST-PARASITE INTERACTIONS. CARACTERISATION MOLECULAIRE DES PROTEINES EXCRETEES/SECRETEES (ESPS) DE *TRYPANOSOMA BRUCEI* POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION DES INTERACTIONS HOTES-PARASITES Anne Geiger, Thierry Bécue, Delphine Centeno, Sophie Ravel, Michel Rossignol, Gérard Cuny and Jean-Benoît Peltier
POSTER / AFFICHE

IV ANIMAL AFRICAN TRYPANOSOMIASIS / TRYPANOSOMIASE ANIMAL AFRICAINE

- 401** ANALYSIS OF THE PROTEOME AND THE SECRETOME OF ANIMAL TRYPANOSOMES: A STANDARDISED ANALYTICAL METHOD TO LOOK FOR NEW MOLECULAR TARGETS.
Pascal Grébaut^{1*}, Philippe Holzmüller¹, Trina Perrone², Jean-Benoît Peltier³, Jean-Paul Brizard⁴, Pierrette Courtois⁵, Sylvie Daulouede⁵, Michel Rossignol³, Marisa Gonzatti², Philippe Vincendeau⁵, Gérard Cuny¹ and Roger Frutos¹
ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 402** MOLECULAR TOOLS SHOW WIDESPREAD MULTIPLE TRYPANOCIDAL DRUG RESISTANCE IN BOVINE TRYPANOSOMES IN CAMEROON. PREVALENCE ELEVEE DE RESISTANCE MULTIPLE AUX TRYPANOCIDES CHEZ LES TRYPANOSOMES DU BETAIL AU CAMEROUN.
Mamoudou, A., Delespaux, V., Zoli, A., Van den Bossche, P., Clausen, P.-H., Geerts, S.
ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 403** MOLECULAR TOOLS FOR THE RAPID DETECTION OF TRYPANOCIDAL DRUG RESISTANCE IN ANIMAL TRYPANOSOMES.
OUTILS MOLECULAIRES POUR LA DETECTION RAPIDE DE LA RESISTANCE AUX TRAITEMENTS TRYPANOCIDES DES TRYPANOSOMIASES ANIMALES
Delespaux, V., Geysen, D., Van den Bossche, P., Geerts, S.
ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 404** DETERMINATION OF SEROLOGICAL PREVALENCE OF ANIMAL TRYPANOSOMOSIS IN THE KACHIA GRAZING RESERVE BY INHIBITION ELISA.
DETERMINATION DE LA SEROPREVALENCE DE LA TRYPANOSOMIASE ANIMALE AVEC LA TECHNIQUE ELISA PAR INHIBITION DANS LE PATURAGE PROTEGE DE KACHIA

FNC. Enwezor, E. Authie, G. Bossard, JU. Umoh, K.AN. Esievo LT. Zaria and JI Anere **ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.**

- 405** SURVEY OF BOVINE TRYPANOSOMOSIS IN THE KACHIA GRAZING RESERVE, KADUNA STATE, NIGERIA.

ENQUETE SUR LA TRYPANOSOMIASE BOVINE DANS LE PATURAGE PROTEGE DE KACHIA, DANS L'ETAT DE KADUNA, AU NIGERIA

F NC Enwezor, JU.Umoh, K. A. N. Esievo LT Zaria and JI. Anere

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.

- 406** OCCURRENCE OF *TRYPANOSOMA CONGOLENSE* RESISTANT TO ISOMETAMIDIUM, DIMINAZINE AND ETHIDIUM ISOLATED IN GHIBE VALLEY AND ITS ADJACENT LOCALITIES OF ETHIOPIA. Hailemariam L., Abera K, Woudyalew M, Workneh A.

ORAL PRESENTATION/PRESENTATION ORALE

- 407** SEASONAL VARIATIONS AND FACTORS OF RISKS OF THE ANIMAL TRYPANOSOMIASES IN A CHEMORESISTANT CONTEXT IN THE SIKASSO AREA IN MALI.

VARIATIONS SAISONNIERES ET FACTEURS DE RISQUE DES TRYPANOSOMIASES ANIMALES DANS UN CONTEXTE DE CHIMIORESISTANCE DANS LA ZONE DE SIKASSO AU MALI.

Talaki E., Sidibé I., Diall O., Belem AMG., Pangui LJ., Affognon H., Grace D., Djiteye A., Bocoum Z., Diarra B.

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 408** MODELLING THE PRODUCTIVITY OF TRYPANOCIDES IN VILLAGES UNDER THE RISK OF DRUG RESISTANCE IN WEST AFRICA: EVIDENCE OF THE INCENTIVES TO FARMERS TO CONTINUE USING MORE AND MORE DRUG.

MODELISATION DE LA PRODUCTIVITE DES TRYPANOCIDES DANS LES VILLAGES SOUS LE RISQUE DE LA CHIMIORESISTANCE EN AFRIQUE DE L'OUEST: PREUVE DE L'UTILISATION PERMANENTE DES TRYPANOCIDES PAR LES ELEVEURS.

H. Affognon, TF. Randolph, H. Waibel, and G. Grace.

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 409** EPIDEMIOLOGY OF AFRICAN ANIMAL TRYPANOSOMOSIS IN DONKEYS IN BURKINA FASO / EPIDEMIOLOGIE DES TRYPANOSOMIASES ANIMALES AFRICAINES CHEZ LES ANES AU BURKINA FASO

Z. Bengaly, I. Sidibé, L. Millogo, A. Sanogo, O. Kadiogo,

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 410** SOME EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF ANIMAL TRYPANOSOMOSIS IN SOUTH DARFUR STATE.

QUELQUES ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMIASE

ANIMALE DANS L'ETAT DU SUD DARFOUR.
Adam, ME., Hassan, MA., Musa, TM, A/Rahman, A.H.
ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 411** SERO-PREVALENCE OF NON-TSETSE TRANSMITTED *TRYPANOSOMA EVANSI* INFECTIONS IN PREWEANED CAMEL CALVES IN PASTORAL HERDS IN NORTHERN KENYA.

SEROPREVALENCE DES INFECTIONS A *T. EVANSI* NON TRANSMISES PAR LES TSETSE CHEZ LES CHAMELONS PRE-SEVRES DES TROUPEAUX PASTORAUX AU NORD DU KENYA.

Njanja JC, Gathuma JM, Gitau GK, Njeruh FM, Ngugi R K.

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 412** EPIDEMIOLOGICAL SITUATION OF CAMEL TRYPANOSOMOSIS IN MAURITANIA, MOROCCO, ALGERIA AND TUNISIA.

SITUATION EPIDEMIOLOGIQUE DE LA TRYPANOSOMIASE CAMELINE EN MAURITANIE, EN ALGERIE, AU MAROC ET EN TUNISIE.

Dia, M.L., Boushaki, D., Dakkak, A., Atarhouch, T. Rami, M., Jemli, M.H., Touratier, L.

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 413** DETECTION OF QUANTITATIVE TRAIT LOCI (QTL) CONTROLLING TRYPANOTOLERANCE IN A BACKCROSS OF (N'DAMA X KENYAN BORAN X KENYAN BORAN) CATTLE POPULATION UNDER A NATURAL TSETSE AND TRYPANOSOMOSIS FIELD CONDITIONS IN NAROK DISTRICT ,KENYA.

DETECTION DE LOCI DE TRAITS QUANTITATIFS (LTQ) CAPABLES DE CONTROLER LA TRYPANOTOLERANCE CHEZ UNE POPULATION DE BOVINS N'DAMA x BORAN KENYANS AND BORAN KENYANS ISSUS DE CROISEMENT DE RETOUR, DANS UNE ZONE NATURELLEMENT INFESTEE DE TSETSE ET ENDEMIQUE DE TRYPANOSOMIASE DANS LE DISTRICT DE NAROK, AU KENYA

C.O. Orenge, A .Korol, CN. Kimwele, S. Kemp, O. Hanotte, LK. Munga, JP. Gibson, G. Murilla and M. Soller

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE

- 414** TRYPANOSOMOSIS SURVEILLANCE BY USE OF A COMBINATION OF DIAGNOSTIC TESTS.

SURVEILLANCE DE LA TRYPANOSOMIASE A L'AIDE D'UNE COMBINAISON DE TESTS DE DIAGNOSTIC

H.A. Mbwambo, C.J. Ngovi, E.S.Meela

POSTER / AFFICHE

- 415** ABILITY OF TRYPANOSOME-INFECTED TSETSE FLIES (DIPTERA: GLOSSINIDAE) TO ACQUIRE AN INFECTION OF A SECOND TRYPANOSOME SPECIES.

CAPACITE DES TSETSE INFECTEES PAR UN TRYPANOSOME (DIPTERA: GLOSSINIDAE) A CONTRACTER UNE INFECTION AVEC UNE DEUXIEME ESPECE DE TRYPANOSOME.

Kubi, C., Van den Abbeele, J., Dorny, P., Coosemans, M., Marcotty, T. and Van den Bossche, P.

POSTER / AFFICHE

- 416** COMPARATIVE EVALUATION OF CURATIVE ACTION OF SURVIDIM[®] FORMULATION WITH THE STANDARD FORMULATION OF DIMINAZENE (BERENIL[®]) AGAINST CATTLE TRYPANOSOMIASIS.

EVALUATION COMPARATIVE DE L'ACTION CURATIVE DE LA FORMULE DE SURVIDIM[®] AVEC LA FORMULE STANDARD DU DIMINAZENE (BERENIL[®]) CONTRE LA TRYPANOSOMIASE BOVINE

O.B. Gbati¹, G.D. Maganga², H.S. Vitouley³, Et L.J. Pangui¹

POSTER / AFFICHE

- 417** SOME PATHOLOGICAL CHANGES IN NUBIAN GOATS EXPERIMENTALLY INFECTED WITH *TRYPANOSOMA VIVAX*.

QUELQUES CHANGEMENTS PATHOLOGIQUES CHEZ LES CHEVRES NUBIENNES INFECTEES EXPERIMENTALEMENT PAR *TRYPANOSOMA VIVAX*

Osman, Nadia. M. , Fadl, M. , Mohammed, Zakia. A, A/Rahman, AH.

POSTER / AFFICHE

- 418** CHARACTERIZATION OF TRYPANOSOME ISOLATES COLLECTED FROM ANIMALS BY IMMUNOLYSIS AND BLOOD INCUBATION INFECTIVITY TEST (BIIT) IN SOUTH EAST UGANDA.

CARACTERISATION DES ISOLATS DE TRYPANOSOMES RECUEILLIS DES ANIMAUX PAR IMMUNOLYSE ET TEST D'INFECTIOSITE PAR INCUBATION DANS LE SANG, AU SUD-EST DE L'OUGANDA.

Akol, M.N., J. Magona, L.M. Okedi, D. Kakaire, R.R. Azabo, PP. Abila, J. Nakayima, C. Sebikali, VS. Alioni, J. Walubengo and CP. Otim

POSTER / AFFICHE

- 419** DETECTION AND CONTROL OF TRYPANOCIDE RESISTANCE: ACHIEVEMENTS OF THE ILRI/BMZ PROJECT IN THE COTTON ZONE OF WEST AFRICA.

DETECTION ET CONTROLE DE LA RESISTANCE AUX TRYPANOCIDES : LES ACQUIS DU PROJET ILRI/BMZ DANS LES ZONES COTONNIERES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST.

O. Diall, T. Randolph, P-H Clausen, H. Waibel, I. Sidibé, A.Schoenfield, M.B. Diallo, Z. Bocoum, M. Sangaré

POSTER / AFFICHE

- 420** ASSOCIATION OF TRYPANOSOMES WITH MORTALITY AND MORBIDITY OF CATTLE IN THE KACHIA GRAZING RESERVE, NORTHWEST NIGERIA.
 ROLE DES TRYPANOSOMES DANS LA MORTALITE ET LA MORBIDITE DES BOVINS DANS LE PATURAGE PROTEGE DE KACHIA, AU NORD-OUEST DU NIGERIA.
 F N C. Enwezor, JU. Umoh, K.AN. Esievo, JI. Anere and LT. Zaria
POSTER / AFFICHE
- 421** SITUATION OF TRYPANOSOMOSIS AND TRYPANOCIDE RESISTANCE IN N'DAMA CATTLE, IN COTTON ZONE OF UPPER GUINEA (GUINEA-CONAKRY).
 SITUATION DE LA TRYPANOSOMIASE ET DE LA RESISTANCE AUX TRYPANOCIDES DANS LES ELEVAGES DE BOVINS NDAMA EN ZONE COTONNIERE DE HAUTE GUINEE (GUINEE-CONAKRY).
 Barry Alpha Madiou, Vial Laurence Diallo Amadou, Diallo Boye, Diall Oumar, Münstermann Suzanne, Randolph Tom' P.-H. Clausen
POSTER / AFFICHE
- 422** EFFECT OF BOVINE TRYPANOSOMOSIS & INTERNAL PARASITES ON MILK PRODUCTION INDUSTRY, OF KENANA SUGAR COMPANY DAIRY FARM, WHITE NILE STATE, SUDAN / CONSEQUENCES DE LA TRYPANOSOMIASE BOVINE ET DES PARASITES INTERNES SUR L'INDUSTRIE DE PRODUCTION LAITIERE DE LA FERME LAITIERE DE LA SOCIETE SUCRIERE DE KENANA, DANS L'ETAT DE WHITE NILE AU SOUDAN
 A. Rahman AH., Salma A. Rajab, Rihab A. Yagi, Gasmir JS., Nadia M. Osman, Ibtisam A. Goreish
POSTER / AFFICHE
- 424** INTERNAL PARASITES AND TRYPANOSOMOSIS PREVALENCE IN CAMELS IN KORDOFAN REGION, SUDAN.
 LES PARASITES INTERNES ET LA PREVALENCE DE LA TRYPANOSOMIASE CHEZ LES DROMADAIRES DANS LA REGION DE KORDOFAN, SOUDAN.
 Goreish A. Ibtisam¹, Magid A. M.², Ismael A.A.³, Yag A. Rihab¹, A/Rahman A. H.¹
POSTER / AFFICHE
- 425** FIRST REPORT ON CAMEL TRYPANOSOMOSIS DUE TO *TRYPANOSOMA EVANSI* IN BURKINA FASO.
 PREMIER RAPPORT SUR LA TRYPANOSOMIASE CAMELINE A *TRYPANOSOMA EVANSI* AU BURKINA FASO.
 Dia Mamadou Lamine
POSTER / AFFICHE

- 426** THE SUSCEPTIBILITY OF SUDANESE DONKEYS TO *TRYPANOSOMA EVANSI* INFECTION.
SENSIBILITE DES ANES SOUDANAIS A L'INFECTION DE *TRYPANOSOMA EVANSI*.
A.A. Ismail^{1*}, A.M. Ibrahim², A.M. A/majid³, H.S. Siddig⁴, A.A. Gameel⁵, A.H. A/rahman⁶, C.I. Mahama⁷ and G.H. Chizyuka⁸.
POSTER / AFFICHE
- 427** CAMEL *TRYPANOSOMIASIS* IN SAHIL REGION OF SOMALILAND (NORTH-WEST SOMALIA).
LA *TRYPANOSOMIASE* CAMELINE DANS LA REGION DE SAHIL AU SOMALILAND (NORD-OUEST DE LA SOMALIE).
Abdullahi Sheikh Mohamed; Mohamud Abdillahi Haj Ali
POSTER / AFFICHE
- 428** THE IMPACT OF SOME ENVIRONMENTAL FACTORS ON TSETSE FLY CATCHES AND *TRYPANOSOMOSIS* PREVALENCE IN N'DAMA-BORAN CROSSBREED CATTLE IN MARA AREA IN SOUTHERN KENYA.
IMPACT DE CERTAINS FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES CAPTURES DE TSETSE ET LA PREVALENCE DE LA *TRYPANOSOMIASE* CHEZ LES BOVINS CROISES N'DAMA x BORAN DANS LA REGION DE MARA, AU SUD DU KENYA.
L. Munga^{*1}, O. Hanotte², C. Orenge¹, J. Makumi³, J. Ngeranwa³, J. Gibson⁴, A. Korol⁴, S. Kemp⁵, M. Soller⁷ & S. Nagda²
POSTER / AFFICHE
- 429** SUSCEPTIBILITY OF SUDANESE NUBIAN GOATS, NILOTIC DWARF GOATS AND GARAG EWES TO EXPERIMENTAL INFECTION WITH *TRYPANOSOMA VIVAX*.
SENSIBILITE DES CHEVRES NUBIENNES SOUDANAISES, DES CHEVRES NAINES NILOTIQUES ET DES BREBIS GARAG A L'INFECTION EXPERIMENTALE DE *TRYPANOSOMA VIVAX*.
Osman, Nadia. M , Kaila , Ghada. J. Eltahir, H.A, A/Rahman, AH.
POSTER / AFFICHE
- 430** EVALUATION OF THE LINKAGE DISEQUILIBRIUM IN A BOVINE CROSSED POPULATION BAOULE (*BOS TAURUS*) X ZEBU PEUL (*BOS INDICUS*) AND ITS APPLICATION IN THE STUDIES OF ASSOCIATION LINKED TO *TRYPANOTOLERANCE*.
EVALUATION DU DESEQUILIBRE DE LIAISON DANS UNE POPULATION BOVINE CROISEE (TAURIN BAOULE x ZEBU PEUL) ET APPLICATION AUX ETUDES D'ASSOCIATION EN RELATION AVEC LA *TRYPANOTOLERANCE*.
Dayo GK., Thevenon S., Sidibe I., Cuny G., Zoungrana C., Gautier M.
POSTER / AFFICHE

SOCIO-ECONOMICS AND RURAL DEVELOPMENT/ SOCIO-ECONOMIE ET DEVELOPPMENT RURAL

- 501** KNOWLEDGE, ATTITUDE AND PRACTICES REGARDING THE CONTROL OF TRYPANOSOMOSIS IN THREE COUNTRIES IN WEST AFRICA.
CONNAISSANCES, ATTITUDES ET PRATIQUES EN RAPPORT AVEC LE CONTROLE DE LA TRYPANOSOMIASE DANS TROIS PAYS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST.

D Grace, H Affognon, O Diall, T Randolph and P-H Clausen

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.

- 503** SOCIO-ECONOMIC IMPACT OF TSETSE AND TRYPANOSOMOSIS IN BLUE NILE AND CENTRAL EQUATORIA STATES OF THE SUDAN.
IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE DES TSETSE ET DE LA TRYPANOSOMIASE DANS LES ETATS DU NIL BLEU ET DE CENTRE EQUATORIAL AU SOUDAN.

Elnour Wisal. Mohamed-Ahmed M.M. Hussein F. Rahman A.H.A

ORAL PRESENTATION/ PRESENTATION ORALE.

- 506** POLICY CONSTRAINTS TO STRATEGIES FOR IMPROVING THE MANAGEMENT OF TRYPANOCIDE RESISTANCE IN CONTROLLING AFRICAN ANIMAL TRYPANOSOMOSIS IN MALI.
CONTRAINTES POLITIQUES AUX STRATEGIES DE GESTION DE LA CHIMIORESISTANCE DANS LE CADRE DE LA LUTTE CONTRE LA TRYPANOSOMIASE ANIMALE AFRICAINE AU MALI

H. Affognon, H. Waibel, T. Randolph, D. Grace, and O. Diall

POSTER / AFFICHE

- 507** FARMER STRATEGIES AND ACCESS TO INFORMATION ON TRYPANOCIDAL DRUGS : THE CASE OF AGRO-PASTORALISTS FROM THE COTTON ZONE OF MALI.

STRATEGIES PAYSANNES ET ACCES A L'INFORMATION SUR LES TRYPANOCIDES: CAS DES AGRO-ELEVEURS DE LA ZONE COTONNIERE DU MALI.

Hamady Djouara, Thomas Randolph, Oumar Diall

POSTER / AFFICHE

- 508** BETTER MANAGEMENT OF CATTLE TRYPANOSOMOSIS THROUGH TRAINING FARMERS IN RATIONAL DRUG USE: A CONTROLLED TRIAL IN MALI.

POUR UNE MEILLEURE GESTION DE LA TRYPANOSOMIASE BOVINE A TRAVERS L'USAGE RATIONNEL DES MEDICAMENTS:UN ESSAI COMPARATIF AU MALI

D Grace, T Randolph, O Diall, and P-H Clausen

POSTER / AFFICHE

- 509** IMPROVING FOOD SECURITY THROUGH FACILITATION OF COMMUNITY-BASED MANAGEMENT OF TRYPANOTOLERANT CATTLE BREEDS IN THE HIGH TSETSE CHALLENGE AREAS OF THE GHIBE VALLEY.
 AMELIORER LA SECURITE ALIMENTAIRE A TRAVERS LA FACILITATION DE LA GESTION COMMUNAUTAIRE DES RACES BOVINES TRYPANOTOLERANTES DANS LES ZONES A FORTE PRESSION GLOSSINAIRE DE LA VALEE DE GHIBE.
 Tadelle D., Woudyalew M., Shewit K., Yaregal T. and Workneh A.
POSTER / AFFICHE
- 510** EVALUATING FARMERS' PREFERENCE FOR THE ATTRIBUTES OF A NEW TSETSE REPELLENT IN KENYA: A CONJOINT ANALYSIS APPROACH.
 EVALUATION DE LA PREFERENCE DES ELEVEURS POUR LES ATTRIBUTS DU NOUVEAU REPULSIF DES MOUCHES TSETSE AU KENYA : APPROCHE DE L'ANALYSE CONJOINTE
 Irungu, P.B. Bett, Sg. Mbogoh, So. Nyamwaro And Tf. Randolph
POSTER / AFFICHE
- 511** USING THE THEORY OF PLANNED BEHAVIOR TO EVALUATE FARMERS' ACCEPTANCE OF A NEW TSETSE REPELLENT TECHNOLOGY IN KENYA.
 UTISATION DE LA THEORIE DU COMPORTEMENT PLANIFIE POUR EVALUER L'ACCEPTABILITE PAR LES ELEVEURS DE LA NOUVELLE TECHNOLOGIE DE REPULSION DES MOUCHES TSETSE.
 Irungu, P, B. Bett, SG. Mbogoh, SO. Nyamwaro, TF. Randolph.
POSTER / AFFICHE
- 512** LIVESTOCK KEEPERS' PERCEPTIONS OF THE IMPACTS OF SYNTHETIC TSETSE REPELLENT AND BAITS IN RELATION TO TSETSE CHALLENGE AND TRYPANOSOMOSIS RISK.
 IMPRESSION DES ELEVEURS DE BETAIL SUR L'IMPACT D'UN REPULSIF SYNTHETIQUE DES TSETSE ET DES APPATS SUR LA PRESSION GLOSSINAIRE ET LES RISQUES DE TRYPANOSOMIASE.
 S.O. Ohaga, ED. Kokwaro, IO. Ndiege, A. Hassanali and R. K. Saini
POSTER / AFFICHE
- 513** SOME ECONOMIC IMPACTS OF ANIMAL TRYPANOSOMIASIS IN KACHIA LOCAL GOVERNMENT AREA, KADUNA STATE, NIGERIA.
 CERTAINES CONSEQUENCES ECONOMIQUES DE LA TRYPANOSOMIASE ANIMALE DANS LA REGION DE L'ADMINISTRATION LOCALE DE KACHIA, DANS L'ETAT DE KADUNA, AU NIGERIA.
 Njoku CI, Lawani FAG. Musa U. B.
POSTER / AFFICHE

- 515** TARGETING ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS TO MONITOR AND EVALUATE PERFORMANCE OF TSETSE AND TRYPNOSOMIASIS INTERVENTIONS.

RECOURS A L'EVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT POUR FAIRE LE SUIVI ET L'EVALUATION DES RESULTATS DES ACTIONS DE LUTTE CONTRE LES TSETSE ET LES TRYPANOSOMIASES.

Joseph Maitima and Bernard Toutain

POSTER / AFFICHE

- 516** EPIDEMIOLOGICAL UPDATE AND CONTROL PERSPECTIVES OF TSETSE-TRANSMITTED TRYPANOSOMIASIS IN SLEEPING SICKNESS ENDEMIC DISTRICTS OF BUSIA-TORORO AND EPIDEMIC DISTRICTS OF LIRA/APAC-Dokolo, Uganda. Okedi, L. M. A., Abila, P., Mugenyi, A., Kakembo, A., Kakaire, D., Azabo, R., Akol, M., and V. Alioni

POSTER / AFFICHE

- 517** TSETSE HABITAT FRAGMENTATION DYNAMICS AND BOVINE TRYPANOSOMOSIS EPIDEMIOLOGY IN THE OTI RIVER BASIN OF NORTHERN TOGO - PRELIMINARY RESULTS. Dao B., Hendrickx G., Sidibe I., Belem AMG and De La Rocque S.

POSTER / AFFICHE

VI NETWORKING

- 6.0** CREATING, HARMONISING AND SHARING THE INFORMATION: THE ROLE OF THE PROGRAMME AGAINST AFRICAN TRYPANOSOMIASIS (PAAT) AND ITS INFORMATION SYSTEM. / Giuliano Cecchi, Raffaele Mattioli

ORAL / PRESENTATION ORALE

ANNEXES

Annex i: The Foundation for Innovative New Diagnostics (FIND), Statement.

Annex ii: Report of the Chairman of PAAT at the 29th ISCTRC meeting
Rapport du Président du PAAT lors de la 29^{ème} Réunion de la CSIRLT

List of participants / Liste des participants

(DOCUMENT NON TRADUIT EN FRANÇAIS)

REPORT OF THE ISCTRC SECRETARY ON THE 29TH CONFERENCE INTERNATIONAL ORGANISATIONS

AU-IBAR ISCTRC SECRETARIAT

By F.P. Oloo, Secretary

After noting with pleasure the successful organisation and attendance of the 29th meeting, the Secretariat commented on the following:

(a) Opening Ceremony

The 29th Conference was held in Complexo de Futungo II Luanda, Angola, 1st-5th October 2007 after a two week postponement. It was opened by Angola Minister for Health, H.E. Dr. Jose Vieira Dias van-du Nem after a speech by H. E. Madam Rosebud Kurwijla, Commissioner for Rural Economy and Agriculture for the Africa Union on behalf of the Chairperson of the Commission, H.E. Prof. Alpha Oumar Konaré. The meeting was preceded by PAAT Advisory group and later a presentation by The Foundation for Innovative New Diagnostics (FIND) and a field trip.

(b) Presentations of papers at the 29th ISCTRC Meeting

The conference was organised in five themes viz: PATTEC and Country Reports; *Glossina* Biology and Control; Human African Trypanosomiasis, Animal African Trypanosomiasis; Socio-economics, Landuse and Environment, each one being preceded by a keynote address to highlight outstanding issues before the selected oral papers were presented. Networking and Capacity Building were discussed as cross cutting themes.

The table below shows the attendance of participants with oral and poster presentations.

THEMES	TITLE	PRESENT	ABSENT	TOTAL	% PRESENT
I	PATTEC/Country reports	Oral 17	Oral 3	Oral 20	Oral 85%
		Poster 0	Poster 0	Poster 0	Poster 0
II	<i>Glossina</i> Biology	Oral 5	Oral 0	Oral 5	Oral 100%

	and Control	Poster 4	Poster 12	Poster 16	Poster 25%
III	Human African Trypanosomiasis (HAT)	Oral 9	Oral 0	Oral 9	Oral 100%
		Poster 5	Poster 4	Poster 9	Poster 56%
IV	Animal African Trypanosomiasis (AAT)	Oral 9	Oral 4	Oral 13	Oral 69%
		Poster 12	Poster 5	Poster 17	Poster 71%
V	Socio-economic, Land use & Environment	Oral 2	Oral 3	Oral 5	Oral 40%
		Poster 3	Poster 8	Poster 11	Poster 27%
TOTAL	ALL PAPERS	Oral 42	Oral 10	Oral 52	Oral 81%
		Poster 24	Poster 29	Poster 53	Poster 45%
		Total 66	Total 39	Total 105	Total 63%

A total of 208 participants from 27 out of 37 affected African countries and fifteen international institutions that are involved in the mandate attended the conference. The Scientific Committee approved 105 abstracts comprising 52 to be presented as oral and 53 as posters respectively. Most (81%) of the participants with oral presentations attended the conference and presented papers compared with 45% of the ones with posters. Apparently sponsors tend not to support poster authors, especially the young scientists, who finally fail to turn up for the conference compared to those with oral presentations. The presenters and sponsors were encouraged to support the value given to posters during the conference.

(c) The proceedings of the 28th ISCTRC Meeting

It was reported that the proceedings of the 28th ISCTRC meeting had been published and the hard copies and the electronic versions had been delivered to the stakeholders and conference participants. The proceedings have also been placed on the AU-IBAR website. The Executive Committee appealed to the presenters and authors of the 29th meeting to present the papers in full for publication in the briefings to provide the required material for the unique role the proceedings are playing to experts on tsetse and trypanosomiasis in Africa. Those who wished to publish in other journals were encouraged to do so but give summary for the proceedings.

(d) Review of recommendations

A brief review of the recommendations of the 28th Meeting revealed that despite the financial limitations they were followed up. These include strengthening of PATTEC and the ADB supported operating countries to consolidate on going tsetse eradication/control programs, IAEA finalising the guidelines for conducting baseline tsetse surveys for area-wide integrated pest management programmes (AW-IPM) and WHO's remarkable progress on sleeping sickness elimination programme and PAAT continuing with support including the information system.

(e) Need for revival of Group training course on tsetse and trypanosomiasis

From the meeting of the ISCTRC Executive Committee held in 1976 in Lagos, Nigeria, a recommendation to organise a series of Group Training Courses was reported, six joint AU/FAO/WHO training seminars had provided unique forum for training and empowering young scientists in to the tsetse and trypanosomiasis field during weeks preceding. The ISCTRC Conferences. By 1987 a total of 260 trainees from the affected African countries had benefited from the courses. With most of the trained personnel retired it is timely for the stakeholder to renew this commitment to increase capacity to manage tsetse and trypanosomiasis.

(f) The members of the Executive committee 2007-2009

The Executive Committee held its 32nd meeting on 30th September, 2007. The Committee appointed six new regional country members:

Central Africa:	Dr. Luis Banipe, Cameroon, Veterinarian Dr. Victor Kande, DRC Medical
Eastern Africa:	Dr. Ahmed H.A. Rahman, Sudan, Veterinarian Ms. Joyce W. Daffa, Tanzania, Entomologist
West Africa:	Dr. Issa Degoga, Mali, Medical
Southern Africa:	Dr. Kgosietsile P-Motsu, Botswana, Entomologist.

The continuing regional country members:

Southern Africa:	Prof. Théophile Josenando, Angola, Medical (Chairperson)
West Africa:	Dr Charles Mahama, Ghana, Veterinarian
Northern Africa:	Dr. Dia Mamadou Lamine, Mauritania, Veterinarian (Non Tsetse Transmitted Trypanosomiasis)

International Organisation members: FAO, PAAT, IAEA, WHO, ICIPE, ILRI, CIRDES

Date and venue for the 30th ISCTRC Conference will be 14th-18th September 2009 in Entebbe, Uganda to be confirmed.

SPEECHES / DISCOURS

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

**OPENING ADDRESS BY H. E. DR. JOSE VIEIRA DIAS VAN-DUNEM, VICE
MINISTER FOR HEALTH OF THE REPUBLIC OF ANGOLA**

Distinguished members of the Bureau

Honorable Cabinet Members

Distinguished Members of the Diplomatic Corps

Distinguished Representatives of the Civil Society

Excellencies

Ladies and Gentlemen:

It gives us great honor to host this 29th Meeting of the International Scientific Council for Research and Fight against Trypanosomiasis.

African Human Trypanosomiasis is a disease that has been known to the continent since 1896, and was almost controlled by the 70s. It presently threatens millions of people from across 37 countries in Sub-Saharan Africa, thus exerting pressure on the cultivation and the livestock areas, thus contributing to their impoverishment of the populations thereof.

Trypanosomiasis affects both humans and animals, hence representing a serious threat to Africa's socio-economic development. According to FAO's estimates, three million cattle die every year, while animal productivity is extremely low. Close to 90 million cattle are under the threat of animal trypanosomiasis. Dozens of Tsetse fly species infest a third of the continent's surface in 37 Sub-Saharan countries, out of which 32 feature among the world's poorest.

The human, as well as the economic, cost of Trypanosomiasis in Africa is considerably high; between US\$ 600 million and US\$ 1.2 billion are spent every year to fight the disease and in direct milk and meat losses, according to FAO's data. The disease is also responsible for the reduction of an estimated two to ten per cent of the gross national product in the affected countries.

This image notwithstanding, and contrary to what happens with other communicable diseases, Trypanosomiasis remains a neglected disease which does not attract the attention of donors neither for urgent interventions, nor the investigation of new medicines by major pharmaceutical corporations. The most recent medicine known dates back from 1990.

A great hope lies, therefore, on the prevention where community involvement with the use of traps and the artificially sterilized flies, can represent a turning point in the fight against the sleeping disease.

Excellencies

Ladies and gentlemen

Seven of the eighteen provinces of Angola are affected by the disease and we are among the four most affected countries in the world (DRC, Angola, Sudan and Uganda).

By hosting this Conference Angola reaffirms its commitment to improving the quality of health and the well being of its entire population, with particular focus on the most vulnerable groups.

This desire of ours represents a mammoth challenge for the people of Angola taking into consideration the negative consequences of the long armed conflict that came to an end only less than five years ago.

With the dedicated work and the determination that characterized us at the most adverse moments of our history, we are convinced that we can certainly overcome this challenge for the prosperity of our country and the whole of the African continent. Faced with the present status of health, characterized by indicators that continue to reflect our recent past, the Government has adopted priority interventions in the area of health mainly aiming at drastically reducing mother and child mortality rates, morbidity and mortality due to endemic diseases, as well as emerging and recurrent pathologies including the chronic and the degenerative ones.

Given the inaccessibility to part of the population in the seven endemic provinces, the destruction of health facilities and the non-structuring of our national health system, in the recent past, the sleeping sickness disease reemerged in the country, thus exposing more than a third of the population to risk, the majority of them living in rural areas.

Excellencies

Ladies and Gentlemen

Considering the situation at hand, it is one of the Government's priorities to fight against the sleeping disease, as well as HIV/AIDS, malaria and TB in the context of the reduction of morbidity and mortality due to these major pandemics.

In this regard, the Government of the Republic of Angola established, in the year 2000, the Institute for the Fight and the Control of Trypanosomiasis, an organ holding administrative, legal and financial autonomy, under the umbrella of the Ministry of Health, and entrusted with the responsibility to implement the Government policies and strategies in the fight against the disease, and coordinate efforts by all partners and the communities in the field.

With regards to the Government's Global Programs, the Institute for the Fight and the Control of Trypanosomiasis has progressively been consolidating its intervention capacity, by allocating human and material resources with a view to reaching a wider spectrum of populations at risk at a level that can ensure the control and the elimination of this scourge.

It is worth mentioning that for this strategic objective to be achieved there is need to involve all stakeholders at the national level in the creation of a favorable environment to strengthen the national health system by increasing efficacy to solve health problems such as trypanosomiasis.

The participation of the people, with the support of civil society organizations, has also contributed to improving the implementation of interventions of a recognized cost/efficient advantage such as the installation and the maintenance of traps to capture Tsetse flies, vectors of the trypanosome which causes the disease.

The national reconstruction process and the climate of peace that our country currently experiences also contribute to accelerate the revitalization of the rural areas, among other mechanisms, through the replenishment of the livestock, which will also benefit from the elimination of Tsetse fly and its disease, thus boosting and attracting more investments for the farming sector in the affected areas.

Ladies and Gentlemen

The outcome of the scientific work that will be presented in the course of this Conference, by the eminent experts, will certainly help to guide in the adoption of scientifically based decisions, as well as the adoption of strategies which are more in line with an accelerated control of sleeping disease and Nagana, the animal trypanosomiasis.

I hope this Conference will also contribute toward raising awareness of the international community to the seriousness of this pandemic so that the fight against trypanosomiasis is no longer a nightmare almost exclusively African and that it be mainstreamed in the international agenda, as is the case with HIV/AIDS, Malaria and TB.

With this hope at heart, I declare the 29th Conference of the International Scientific Council for Research and Fight against Trypanosomiasis open.

I thank you ,

**DISCOURS D'OUVERTURE DE S.E. DR. JOSE VIEIRA DIAS VAN-DUNEM,
VICE-MINISTRE DE LA SANTE DE LA REPUBLIQUE D'ANGOLA**

*Messieurs les Membres du Bureau,
Mesdames et Messieurs les Ministres,
Messieurs les Membres du Corps diplomatique,
Messieurs les Représentants de la Société Civile,
Excellences,
Mesdames et Messieurs,*

C'est pour nous un grand honneur d'abriter la 29^{ème} Conférence du Conseil Scientifique International pour la Recherche et la Lutte contre la Trypanosomiase.

La Trypanosomiase Humaine Africaine, une maladie connue sur le continent depuis 1896, a été presque éradiquée dans les années 1970. A l'heure actuelle, elle menace des millions de personnes dans 37 pays de l'Afrique subsaharienne et affecte les zones agricoles et de pâturage, contribuant ainsi à l'appauvrissement de la population.

La trypanosomiase affecte l'homme et le bétail et constitue une grave menace pour le développement socio-économique de l'Afrique. Selon la FAO, trois millions d'animaux domestiques meurent chaque année; et la productivité des animaux affectés par la maladie est très faible. Au moins 90 millions de têtes de bétail sont menacés par la trypanosomiase animale. Une vingtaine d'espèces de mouches tsé-tsé infestent un tiers de la superficie du continent dans 37 pays de l'Afrique subsaharienne, dont 32 figurent parmi les pays les plus pauvres du monde.

Le coût humain mais aussi économique de la trypanosomiase en Afrique est considérablement élevé. Selon des données publiées par la FAO, entre 600 millions et 1,2 milliard \$ US sont utilisés chaque année pour la lutte contre la maladie et en pertes directes de la production de lait et de viande. La maladie est aussi responsable de la réduction de deux à dix pour cent du produit intérieur brut des pays affectés.

En dépit de cette situation et contrairement à ce qui arrive avec d'autres maladies transmissibles, la trypanosomiase continue d'être une maladie négligée qui n'attire l'attention des donateurs ni pour des interventions urgentes, ni pour des recherches en vue de nouveaux médicaments de la part des grandes firmes pharmaceutiques. Le médicament le plus récent connu à ce jour date de 1990.

Cependant, un grand espoir réside dans la prévention où, d'un côté, l'implication communautaire avec l'utilisation des pièges et de l'autre, l'usage des mouches artificiellement stérilisées, peuvent constituer un tournant dans la lutte contre la maladie du sommeil.

Excellences, Mesdames et Messieurs,

Sept des dix-huit provinces de l'Angola sont affectées par la maladie et c'est un des quatre pays les plus affectés au monde avec la RDC, le Soudan et l'Ouganda.

En abritant cette conférence, l'Angola réaffirme donc son engagement envers l'amélioration de la santé et le bien-être de toute sa population, notamment ceux les couches les plus vulnérables.

Ce désir ardent constitue un grand défi pour le peuple angolais, compte tenu des conséquences néfastes du long conflit armé qui a pris fin il y a moins de cinq ans.

Avec l'ardeur au travail et la détermination qui nous caractérisent dans les moments les plus difficiles de notre histoire, nous sommes convaincus que ce défi sera sans aucun doute relevé pour la prospérité de notre pays et du Continent Africain.

Devant l'état actuel de la santé, caractérisé par des indicateurs qui reflètent encore notre passé récent, le Gouvernement angolais a adopté des mesures pour des interventions prioritaires dans le domaine de la santé, qui visent principalement la forte réduction de la mortalité maternelle et infantile, et de la morbidité dues aux maladies endémiques et aux maladies émergentes et récurrentes, y compris les maladies chroniques et dégénératives.

Suite à l'inaccessibilité à une partie de la population des sept provinces endémiques, à la destruction des infrastructures sanitaires et à la désintégration du système sanitaire national, dans un passé récent, la maladie du sommeil a réssurgi dans notre pays. Plus d'un tiers de la population est ainsi exposé au risque, notamment dans les zones rurales.

Excellences, Mesdames et Messieurs,

Devant cette situation, une des priorités du Gouvernement est de mener la lutte contre la maladie du sommeil et aussi contre le VIH/SIDA, le paludisme et la tuberculose dans le cadre de la réduction de la morbidité et de la mortalité causées par ces grandes pandémies.

A cet effet, le Gouvernement angolais a créé, en 2000 l'Institut de Lutte et de Contrôle de la Trypanosomiase, qui est un organe doté d'une autonomie administrative, juridique et financière sous la tutelle du Ministère de la Santé. Il est chargé de mettre en œuvre la politique et les stratégies du Gouvernement en vue de combattre et d'éradiquer cette maladie. L'Institut coordonne également les efforts de tous les partenaires et des communautés locales dans ce domaine.

Dans le cadre du Programme Global du Gouvernement, l'Institut de Lutte et de Contrôle de la Trypanosomiase renforce progressivement ses capacités d'intervention avec l'allocation de ressources humaines et matérielles pour atteindre le plus de populations à risque, afin d'assurer le contrôle et l'élimination de ce fléau.

Il convient de souligner qu'afin d'atteindre cet objectif stratégique, tous les secteurs de la vie nationale devraient participer à la création de conditions propices au renforcement du système sanitaire national en améliorant son efficacité pour la résolution des problèmes de santé tels que la trypanosomiase.

Par ailleurs, la participation des populations, avec le soutien des organisations de la société civile, contribue à la mise en oeuvre des interventions en tenant compte du rapport coût/efficacité, notamment en ce qui concerne l'installation et l'entretien des pièges pour la capture des mouches tsé-tsé, vecteurs du trypanosome qui provoque la maladie du sommeil.

Le processus de reconstruction nationale et le climat de paix actuel dans notre pays permettent aussi d'accélérer la redynamisation des zones rurales, entre autres mécanismes, à travers le repeuplement en bétail qui bénéficiera aussi de l'élimination de la mouche tsé-tsé et de la maladie du sommeil et ce, pour encourager et attirer d'importants investissements dans le secteur agropastoral des zones affectées.

Mesdames et Messieurs,

Les résultats des travaux scientifiques qui seront présentés au cours de cette Conférence par les éminents experts vont certainement permettre d'orienter la prise de décisions scientifiquement justifiées, ainsi que l'adoption de stratégies qui répondent davantage à l'accélération du contrôle de la maladie du sommeil et du «Nagana» ou trypanosomiase animale.

Je suis convaincu qu'à l'issue de cette Conférence, la Communauté Internationale sera beaucoup plus sensible à la gravité de cette pandémie pour que la lutte contre la trypanosomiase cesse d'être l'apanage presque exclusif des seuls pays africains. Je suis également convaincu que cette lutte sera désormais incluse dans les priorités de l'agenda international à l'instar du VIH/SIDA, du paludisme et de la tuberculose.

Avec cet espoir, je déclare ouverte la 29ème Conférence du Conseil Scientifique International pour la Recherche et la Lutte contre la Trypanosomiase.

Je vous remercie.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

**SPEECH BY H.E. MME ROSEBUD KURWIJILA, COMMISSIONER FOR
RURAL ECONOMY AND AGRICULTURE OF THE AFRICAN UNION
COMMISSION**

Your Excellency, Dr. Jose Vieira Dias Van-Dúnem, Vice-Minister for Health

Your Excellencies, Distinguished Delegates,

Honourable Participants, Ladies and Gentlemen,

It is with great pleasure that I welcome you all, on behalf of the Chairperson of the Commission of the African Union, Prof. Alpha Oumar Konaré to this very important occasion of the official opening of the 29th ISCTRC Conference. The earlier date of the meeting, 17th-21st September 2007, was postponed by two weeks because it coincided with very important activities in AU Headquarters. I appreciate your effort in adapting to the new dates and also acknowledge those who had planned to attend earlier but could not make it this time due to their tight schedules.

Ladies and Gentlemen,

As you are aware, the control of diseases that respect no borders requires international cooperation. It cannot be overemphasized how important it is for Africa to pool its resources together with those of development partners and approach these problems on Pan-African basis. AU has managed many regional programmes on zoonotic diseases. Tsetse transmitted African Trypanosomiasis that affects both human and livestock is one of the most severe constraints to agricultural economy, the biggest impact being noted from 1900s when scientists became more aware of the disease. The need for international cooperation for successful and effective control of the disease was recognized at the beginning of the 20th century during the time of the great human sleeping sickness epidemic in Uganda.

To consolidate these activities the Commission for Technical Cooperation in Africa South of the Sahara that was established in 1948, held its first scientific conference in 1949, with a view to bringing together scientists and experts from all over the world to exchange ideas and scientific research findings on control and eradication of tsetse and trypanosomiasis. The Organization of African Unity, now African Union, inherited the Committee in 1965 and transformed it into Scientific, Technical and Research Committee (STRC) that later become International Scientific Council for

Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC) that has organised this Conference. AU/IBAR works closely with other statutory bodies including FAO, WHO ,IAEA, PAAT and donors to support efforts to initiate necessary new research concepts and projects for control and eradication of tsetse and trypanosomiasis. These include organising trainings and conferences as forums for exchange of information.

Your Excellencies, Ladies and Gentlemen,

Holding the 29th ISCTRC biennial conference in Angola for the first time since its inception 58 years ago is a milestone in the history of the country. The records show that Angola ranks high in cases of human sleeping sickness and will take this opportunity to increase awareness about the problem to the national extension, NGOs and the communities. The affected countries together with the International Organisations and donors should take the advantage of this meeting to invest more in relieving this region of the scourge of sleeping sickness.

I am happy to note that six years after the launch of the Pan-African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC) initiative in Ouagadougou, Burkina Faso, many countries and regions are developing tsetse eradication programmes. In this regard, the participating countries and supporting donor agencies are required to redouble their efforts and become encouraging examples to attract more affected countries to join. I sincerely appreciate the support that the African Development Bank (ADB) is providing to the first PATTEC programmes and encourage governments to approach more funding agencies to support the eradication programmes. The participating countries should take advantage of the whole day allocated in the conference programme to the PATTEC Initiative and Country reports to develop their concepts and exchange information with those who have started the programmes and benefit from the lessons learned.

Your excellencies,

In this regard, we should recall the decision of the OAU (now AU) Summit that was held in July 2000 in Lome, Togo, to wage war against tsetse fly and the debilitating disease it transmits to humans and animals. The participating countries should be aware that they are accountable to the Summit in this programme and will need to show that the resources that are committed by the governments and funding agencies can be shown to have achieved the specified eradication objectives. The participating countries should liaise very closely with the PATTEC Coordinator and the funding agencies to ensure that the countries accommodate PATTEC programmes in their structures to achieve the specific objectives.

The African Union recognises the importance of the ISCTRC and its biennial Conference that is held in different regions of the continent to increase awareness and provide enabling environment for experts from all over the world to exchange vital information against tsetse fly and trypanosomiasis. Research that is necessary to improve

and identify new drugs for humans and animals and technologies for tsetse eradication is a continuous process. Thus the Council has a responsibility and should use this conference to identify information gaps and guide on policies that affect its mandate in collaboration and networking with the relevant international organisations.

It is encouraging to note that the International Organisations including WHO, FAO, IAEA, ILRI, ICIPE, CIRDES and others who are represented here continue to provide the necessary support and participate actively in this Conference. Thus the next meeting, and others to come need to show improved output that will increase the chances of the African countries in achieving the millennium goals.

Ladies and Gentlemen,

My message to this meeting will not be complete if I do not request you to pass the knowledge that you develop and discuss in these conferences to end users who are the national extension, NGOs and the beneficiary rural communities. There is urgent need to disseminate scientific information to end users. The capacity building at national extension and community levels increase both ownership of knowledge at basic levels and output that can be effectively evaluated by the end users themselves. Emphasis should therefore be on increased training to build the capacity of the affected stakeholders who face the challenges of the disease.

May I take this opportunity to thank all the distinguished guests who have put aside their busy schedules to attend this very important conference. The other institutions that held satellite meeting are also appreciated for adding value to this conference.

Finally, Your Excellencies, Ladies and Gentlemen,

I wish to thank the President and People of The Republic of Angola for hosting the 29th ISCTRC conference. We sincerely appreciate the hospitality and the arrangements that you have made for this important occasion. Let me take this opportunity, on behalf of the Chairperson of the Commission of the African Union, and on my own behalf, to thank you all and wish you successful deliberations during this very important scientific conference.

Thank you.

**DISCOURS DE S.E. ROSEBUD KURWIJILA,
COMMISSAIRE A L'ECONOMIE RURALE ET A L'AGRICULTURE
DE LA COMMISSION DE L'UNION AFRICAINE**

Excellence Dr. José Vieira Dias Van-Dunem, Vice-Ministre de la Santé
Honorables délégués et participants,
Mesdames et Messieurs,

C'est avec grand plaisir que je vous souhaite tous la bienvenue, au nom du Président de la Commission de l'Union Africaine, le Professeur Alpha Oumar Konaré, à cette importante occasion de l'ouverture officielle de la 29^{ème} Conférence du Conseil. Cette Conférence, qui était préalablement prévue du 17 au 21 septembre 2007, a été reportée de deux semaines parce qu'elle coïncidait avec de très importantes activités au siège de l'UA. Je vous suis reconnaissante des efforts que vous avez faits pour vous adapter aux nouvelles dates, et je reconnais également que certains avaient prévu de participer à cette rencontre, mais n'ont finalement pas pu le faire en raison de leur calendrier chargé.

Mesdames et Messieurs,

Comme vous le savez, la lutte contre les maladies qui ignorent les frontières requiert une coopération internationale. On ne saurait assez insister sur la nécessité pour l'Afrique de mettre en commun ses ressources avec celles de ses partenaires au développement et de s'attaquer à ces problèmes dans un cadre panafricain. L'UA a géré de nombreux programmes régionaux sur les zoonoses. La Trypanosomiase africaine transmise par les tsétsés, qui frappe à la fois l'homme et le bétail, est l'une des plus grandes entraves à l'économie agricole, et ce n'est qu'à partir de 1900 que l'on a commencé à ressentir son important impact, lorsque les scientifiques commencèrent à mieux connaître la maladie. La nécessité de coopérer au plan international pour lutter efficacement et avec succès contre la Trypanosomiase a été reconnue au début du XX^{ème} siècle, pendant la grande épidémie de la maladie du sommeil qui a frappé l'Ouganda.

Pour consolider ces activités, la Commission de Coopération Technique pour l'Afrique Subsaharienne, créée en 1948, a tenu, en 1949, sa première conférence scientifique dont le but était de réunir des scientifiques et des experts du monde entier pour échanger des idées et les résultats de la recherche scientifique sur le contrôle et l'éradication des tsétsés et de la trypanosomiase. L'Organisation de l'Unité Africaine (OUA), qui est devenue aujourd'hui l'Union Africaine, a hérité de ladite Commission en 1965 et l'a transformée en Commission Scientifique, Technique et de la Recherche (CSTR), qui deviendra par la suite le Conseil Scientifique International pour la Recherche et la Lutte contre les Trypanosomiasés (CSIRLT), l'organisateur de la conférence qui nous réunit aujourd'hui. Le Bureau Interafricain des Ressources Animales de l'Union Africaine (UA/IBAR) collabore étroitement avec d'autres organes statutaires

parmi lesquels la FAO, l'OMS, l'AIEA, le PAAT et avec les donateurs, afin d'appuyer les efforts visant à initier de nouveaux concepts et projets de recherche nécessaires au contrôle et à l'éradication des tsétsés et de la trypanosomiase. Au nombre de ces efforts figurent, notamment, l'organisation de formations et de conférences qui constituent des forums pour l'échange des informations.

Excellences, Mesdames et Messieurs,

La tenue en Angola, pour la première fois depuis sa création il y a de cela 58 ans, de la 29^{ème} conférence biennale du CSIRLT, est un événement marquant dans l'histoire de ce pays. Selon les informations disponibles, l'Angola figure parmi les pays qui enregistrent le plus grand nombre de cas de maladie du sommeil, et elle saisira cette opportunité pour sensibiliser davantage ses agents de vulgarisation, ses ONG et ses communautés sur ce problème. Aux côtés des organisations internationales et des donateurs, les pays touchés doivent profiter de cette rencontre pour trouver des voies et des moyens pour soulager cette région du fléau de la maladie du sommeil.

Je suis heureuse de constater que six ans après le lancement de la Campagne Panafricaine d'Eradication de la Mouche Tsétsé et de la Trypanosomiase (PATTEC) à Ouagadougou, au Burkina Faso, de nombreux pays et régions initient des programmes d'éradication des tsétsés. A cet égard, j'invite les pays participants et les donateurs qui les appuient à doubler leurs efforts et à devenir des exemples encourageants, susceptibles d'attirer davantage de pays touchés à se joindre à la campagne. Je tiens ici à remercier la Banque Africaine de Développement (BAD) pour son appui aux tous premiers programmes de la PATTEC, et exhorte les Etats à contacter un plus grand nombre de donateurs pour appuyer les programmes d'éradication. Les pays participants doivent profiter de la journée entière consacrée, dans le programme de la conférence, à l'Initiative PATTEC et aux rapports nationaux, pour élaborer leurs concepts et échanger des informations avec les pays qui ont démarré des programmes, afin de profiter des enseignements tirés.

Excellences,

Il convient de rappeler que la Conférence des Chefs d'Etat de l'OUA (qui est devenue aujourd'hui l'UA), tenue en juillet 2000 à Lomé, au Togo, avait déclaré la guerre aux tsétsés et à la maladie débilitante qu'elles transmettent à l'homme et au bétail. Les pays participants doivent se souvenir qu'ils doivent rendre compte de la mise en œuvre de ce programme à la Conférence et qu'il leur faut prouver que les ressources engagées par les Etats et les donateurs ont pu atteindre les objectifs d'éradication préalablement fixés. Les pays participants doivent collaborer très étroitement avec le Coordinateur de la PATTEC et les donateurs afin de s'assurer qu'ils incluent effectivement les programmes de la PATTEC dans leurs structures pour atteindre les objectifs spécifiques.

L'UA reconnaît l'importance du Conseil et de sa Conférence Biennale qui se tient dans différentes régions du continent pour sensibiliser davantage et créer, pour les experts

du monde entier, un environnement propice pour échanger des informations vitales dans la lutte contre les tsé-tsés et la trypanosomiase. La recherche nécessaire pour améliorer et identifier de nouveaux médicaments pour l'homme et le bétail et des technologies d'éradication des tsé-tsés est un processus permanent. Ainsi, le Conseil a la responsabilité de profiter de la tenue de cette Conférence pour identifier les déficits d'information et pour donner des directives sur les politiques susceptibles d'influencer son mandat, à travers la collaboration avec les institutions internationales compétentes.

Il est encourageant de noter que des organisations internationales telles que l'OMS, la FAO, l'AIEA, l'ILRI, l'ICPE, le CIRDES et bien d'autres encore représentées ici continuent de fournir l'appui nécessaire et de participer activement à cette Conférence. C'est ainsi que la prochaine conférence et celles à venir doivent produire de meilleurs résultats qui permettront d'accroître les chances des pays africains d'atteindre les Objectifs du Millénaire.

Mesdames et Messieurs,

Mon message à cette réunion serait incomplet si je ne vous invitais pas à transmettre le savoir que vous avez produit et discuté au cours des diverses rencontres aux utilisateurs ultimes qui sont les agents nationaux de vulgarisation, les ONG et les communautés rurales bénéficiaires. Il est absolument urgent de faire parvenir l'information scientifique à ses utilisateurs ultimes. Le renforcement des capacités des agents nationaux de vulgarisation et des communautés permet d'accroître à la fois le niveau d'appropriation des connaissances à la base, et les résultats peuvent être efficacement évalués par les utilisateurs eux-mêmes. L'accent doit par conséquent être mis sur la multiplication des formations pour renforcer les capacités des partenaires qui sont confrontés à la maladie.

Permettez-moi de saisir cette occasion pour remercier tous les honorables invités qui ont trouvé le temps, en dépit de leur programme chargé, de participer à cette très importante Conférence. Je remercie aussi les autres institutions qui tiendront des réunions satellites, appelées à ajouter de la valeur à cette Conférence.

Enfin, Excellences, Mesdames et Messieurs,

Je tiens à remercier le Chef de l'Etat et le Peuple de la République d'Angola d'accueillir la 29^{ème} Conférence du CSIRLT. Nous sommes sincèrement reconnaissants de l'hospitalité et de l'accueil qui nous ont été réservés dans le cadre de cette importante rencontre. Permettez-moi de saisir cette occasion, au nom du Président de la Commission de l'Union Africaine et en mon nom propre, pour vous remercier tous et vous souhaiter plein succès aux travaux de cette importante Conférence scientifique.

Merci de votre attention.

REPORTS AND RECOMMENDATIONS
RAPPORTS ET RECOMMANDATIONS

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

REVIEW OF ACTIVITIES OF INTERNATIONAL AND REGIONAL ORGANISATIONS

Moderator: Modibo Traoré

Rapporteur: Raffaele C. Mattioli

Summary: Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO)

Since the last ISCTRC Conference, there has been an ongoing state of intense planning and discussion, at all levels, concerning the elimination of the problem of tsetse and trypanosomiasis (T&T) from sub-Saharan Africa for the benefit of the rural poor and the whole process of sustainability of rural development.

FAO, a long time ago, identified the T&T problem as a major obstacle to be overcome in order to achieve Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD). This view is shared by the Comprehensive Africa Agriculture Development Programme (CAADP) of the New Partnership for Africa's Development (NEPAD) initiative. However, the interaction between livestock and the multi-dimensional problem of poverty can not be seen independently from other external factors like food production, fuel, water, human health and markets. Hence, it is essential that our efforts to reduce the problem of T&T are duly placed in the context of SARD, which is defined as a process that ensures that the basic nutritional requirements of present and future generations are met while providing a number of other agricultural-livestock products.

The problem posed by T&T and the promotion of SARD is vast and complex. The disease is present over approximately nine million square kilometres. Its impact, in monetary terms, on African agriculture Gross Domestic Product is valued at 4.5 billion US dollars per year. The overall impact extends to the restricted access to fertile and cultivable areas, imbalances in land use and exploitation of natural resources and compromised growth and diversification of crop-livestock production systems. Given the magnitude of the problem and considering its complex and dynamic medical, veterinary, agricultural and rural development dimensions, the policy and the strategy to be implemented need to be comprehensive and oriented beyond the entomological and parasitological aspects of the disease:

- to food security and poverty alleviation;
- to the conservation and protection of the environment;
- to policy assistance;
- to capacity building and institutional strengthening for enhanced decision making.

In recognition of this complexity, the FAO General Conference in 1997 approved the Programme Against African Trypanosomiasis (PAAT), a forum which the AU/IBAR, FAO, IAEA and WHO use to concert and harmonise international efforts against T&T. The major objective of PAAT is to enable more effective T&T management and intervention programmes for improved livestock production and increased opportunities

for SARD. Since its inception, other UN agencies, like UNIDO and IFAD, have adhered to the PAAT international forum and its activities. Recently, FAO/PAAT has developed partnerships with the African Livestock (ALive) initiative, the FAO/OIE Global Framework for Transboundary Animal Diseases for Africa and the Private Sector, such as the International Federation for Animal Health (IFAH) for the very important issue of Quality Control/Quality Assurance of trypanocides on the African markets.

The October 2001 launch of the Pan-African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC), established by the African Heads of State and Government, underlined the recognition at the highest political level of the T&T problem as key constraint to African development. Both PAAT and PATTEC shared the long-term common goal of the elimination of the problem posed by the disease to the African continent. PAAT and PATTEC are jointly working towards more general recognition of the T&T constraint as a key issue to be addressed at national, regional and international level for enhancing agricultural productivity and poverty alleviation in affected areas. A concrete example of the PAAT-PATTEC cooperation is the establishment of criteria and guiding principles for prioritising areas for T&T interventions in the context of SARD.

PAAT is currently working with the FAO's Pro-Poor Livestock Policy Initiative (PPLPI), and with the Intergovernmental Authority on Development - Livestock Policy Initiative (IGAD's LPI) to further explore the costs and benefits of different control techniques. Having conducted a comparative analysis of the costs of various techniques in Uganda (with PPLPI), we are now building on work done in West Africa to map out the potential benefits of tsetse control in the IGAD Region of East Africa. This will help IGAD Member States and PATTEC to make informed decision on where and how to control T&T. Additional FAO/PAAT-IGAD LPI collaborative work includes the compilation and analysis of livelihoods zones in the Horn of Africa. In addition, FAO/PAAT efforts and activity are directed to the harmonisation of strategies and to the production of tools for T&T field programmes for policy makers and advisors, planners, scientific and technical staff.

African Development Bank (AfDB)

The ADB recognises trypanosomiasis as a major debilitating disease affecting both humans and animals. Trypanosomiasis also impairs socio-economic development and livelihood of entire rural communities, limits land use and, hence having a negative impact on agricultural production and frustrating efforts to attain food security and reduce rural poverty. The socio - economic consequences of the disease are enormous. FAO reports indicate that if trypanosomiasis were to be eradicated, 40 percent of the population in sub-Saharan Africa would benefit and 55,000 deaths per year from sleeping sickness would be avoided.

The ADB decided to provide assistance to the Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC). In this initial phase, the Bank supports six sub-Saharan countries, i.e. Burkina Faso, Ghana, Mali in West Africa and Ethiopia, Kenya, Uganda in East Africa). Funds provided amount to approximately US\$70 million in soft loans and grants and are intended to create tsetse and trypanosomiasis free areas in well demarcated parts of these six countries. The success of this initial phase will greatly enhance the plans and efforts of African countries aimed at

improving human and livestock health, eradicating poverty and increasing food security through improved agricultural and livestock production.

PATTEC programme would require the sum of UA 2 billion (US\$ 3 billion) within the next 15 years. In line with PATTEC's road map, to accomplish the task T&T eradication on the African continent, countries are grouped to ensure that the attack will be efficient and sustainable. Based on this principle, the next set of countries proposed includes Angola, Zambia, Tanzania, Rwanda, Burundi, Benin, Chad, Democratic Republic of Congo, Niger, Nigeria and Togo. The estimated cost is projected to be about UA 311 million (US\$ 467 million). The Bank started the preparation of multinational project to assist the above countries. At the jointly organised ADB/AU donors conference, held in Addis Ababa, February 2007, ADB showed the intention to further support PATTEC by pledging to commit UA 50 million (US\$ 75 million) under the upcoming ADF XI replenishment. The sum of UA 261 million (US\$ 392 million) constitutes the financial gap in the next 5 years to which PATTEC will require the support of African member countries and the international community. The Bank renews its commitment to combat the disease and enable the people improve their livelihood. However, this noble objective will require the concerted efforts and commitment of member countries, international organisations, donors, research institutions, all stakeholders and the benefiting rural communities.

International Atomic Energy Agency (IAEA)

The IAEA has continued to provide assistance to African Member States in the peaceful use of nuclear and related techniques for the reduction of poverty and the enhancement of sustainable rural and agricultural development. Of particular importance has been further development and transfer of the sterile insect technique (SIT) as an additional control technique for the creation of tsetse-free zones as part of an area-wide integrated pest management (AW-IPM) approach. The IAEA concurs with other partners that the T&T problem is one of the major root causes of rural poverty in sub-Saharan Africa. In this regard, the Agency provides support to the implementation of the PATTEC Plan of Action through one regional and ten national technical cooperation projects in Botswana, Burkina Faso, Ethiopia, Kenya, Mali, Senegal, South Africa, Uganda, the United Republic of Tanzania and Zimbabwe. Under these projects, the IAEA implemented technology transfer to the Member States in the areas of feasibility assessment, capacity building and pre-operational support on the SIT for tsetse, through the provision of training, expert services and equipment. In collaboration with FAO and WHO, IAEA has continued to offer coordinated assistance to the six countries, Burkina Faso, Ethiopia, Ghana, Kenya, Mali and Uganda. The Agency believes that AW-IPM approach is the best strategy that can lead to sustainable tsetse-free zones, but it is by no means a guarantee for success. IAEA, in collaboration with other partners, has developed a set of pre-requisite conditions for successful AW-IPM T&T interventions. In addition, IAEA is not promoting the use of SIT in all tsetse projects and in all circumstances. SIT is just one of several techniques that should be used only in areas where it has comparative advantage and where other techniques alone can not lead to complete elimination of targeted tsetse population(s).

The IAEA recognises that the creation of tsetse-free zones will require a concerted action by many partners over many years, including appropriate policy, institutional and technological interventions and substantial human resources and

financial commitments. A phased conditional approach, whereby support to a next phase will be subject to achieving pre-agreed milestones in the previous years is essential. The Agency also puts high importance on the Member States' ownership and that the development of an overall road map for the creation of tsetse-free zones is formally a matter of the Member States. Respecting this, the IAEA is placing more and more emphasis on the principle of national and regional ownership and international harmonisation, solidarity and prioritisation. In doing this, the IAEA will continue to provide support that lies within its mandate and therefore limited to aspects that are relevant to the "SIT-packages". SIT has to be seen and applied in the context of multidisciplinary efforts aiming at sustainable agriculture and rural development. Therefore, enhanced partnerships with other UN agencies and other organisations, institutions and stakeholders will be essential to attain the overall objective.

The IAEA will continue to provide support to the PATTEC initiative for the concerned Member States. In this respect, several activities have been implemented and range from the production of normative and technical guidelines, provision of training and human resource development, funding Coordinated Research Projects (CRPs) and Technical Research Contracts, development and production of manuals, models, databases and textbooks to assist and facilitate the programming, the implementation and the day-to-day decision making in tsetse intervention programmes. The Agency will continue to assist its Member States in enhancing the effectiveness of their activities by strengthening not only their human resources and infrastructures, but also leveraging financial resources required to intervene against T&T with the aim of developing an environment conducive to improved human well-being through sustainable agriculture and rural development.

World Health Organization (WHO)

During the period 1997-2006, the *Trypanosoma gambiense* form of the disease, which represents 97 percent of the total sleeping sickness cases reported at continental level, declined due to intensified control activities on the human reservoir. The role of an animal reservoir is minor in the transmission process of this disease form. A decrease was also observed in the number of new cases. Conversely, intervention activities, supported by WHO, of the *rhodesiense* form (accounting for 3 percent of total cases) and focusing mainly on the human reservoir were insufficient to control the disease. Therefore, in countries endemic for *T.b.rhodesiense* infections, an integrated human and animal disease, and vector control approach should be adopted and should rely on close collaboration between human and veterinary health services and include an entomological component to ensure successful control of the *rhodesiense* form. The worrisome scenario described during the WHO in 1997 has been dramatically improved. In addition to the political will at the highest level, capacities for surveillance and control in the endemic countries have been strengthened through capacity building based on training by "learning by doing" of staff involved and provision of equipment for screening, diagnosis and treatment, facilitated by WHO financial and technical support. WHO also secured production and distribution of drugs through public-private sector - partnership. These actions have resulted in 69 percent reduction of cases in the last ten years. Unfortunately, with low number of cases detected, there is a shift in country priorities leading to reduced attention to sleeping sickness. A similar situation occurred 50 years ago with a subsequent resurgence of sleeping sickness cases. To avoid this

experience, a cost-effective sustainable sleeping sickness surveillance and control is the challenge of the immediate future. This sustainability can only be achieved through an integration of surveillance and control activities within reinforced health systems. The approach should foresee specialised teams and health systems working together. Health staff should be sensitised and trained to be able to integrate sleeping sickness surveillance and control in the day-to-day activities and supported by teams of specialists/experts in monitoring and evaluation to ensure performance quality.

Technical bottlenecks for the implementation of the above strategy are the availability of a sensitive and specific diagnostic test, cheap and easy to perform under field conditions and to be used at any level of the health system, and a new oral drug, cheap, safe and easy to administer, able to cure both stages of the disease. During an informal consultation (May 2007), endemic countries concluded that (i) the elimination of the disease is possible, (ii) the participation of the national health system is necessary to sustain surveillance and control, (iii) the development of new diagnostic tools together with simple and adapted drugs is crucial to guarantee the effective participation of health structures, (iv) the maintenance of a specialised national central structure is required for coordination and overall necessary technical assistance, (v) the support of WHO to endemic countries must be maintained for the implementation of the different measures required to achieve the objective of the sustainable elimination of the sleeping sickness public health problem. In order to pursue the decline of the number of sleeping sickness cases, effective surveillance and control will continue to require appropriate human resources, adequate control activities, effective reporting, awareness building, advocacy for priority ranking and for fund raising. Research and Development must be maintained and priorities must be driven to provide adequate tools for a sustainable elimination of the disease. In this regard, WHO is ready to take up the challenge and continue to lead country support and coordinate the work of all the involved actors.

Centre International de Recherche-Developpement sur L'elevage en zone Sub-Humide (CIRDES)

Several projects, funded by various donors (e.g. UEMOA, CORAF/ADB, BMZ, Wellcome Trust) have been implemented since the last ISCTRC. The Centre is in the process of strengthening its capacities in biotechnology techniques (molecular genetics, diagnostic tools), human resource development on trypanosomiasis and the insect vectors, technology transfer and information dissemination. Research activities focus on tsetse and trypanosomiasis, ticks and cowdriosis, disease epidemiology, evaluation of disease risk factors, disease/vector ecology, integrated disease control (also in peri-urban areas), genetic markers for trypanosomiasis resistance/susceptibility in animals. In addition to animal trypanosomiasis, sleeping sickness (the human form of the disease) is also among the research themes of CIRDES. Most of the research actions are carried out in partnership within the West African region. Major CIRDES partners are IRD/CIRAD France, WHO and LTTRN. The expansion of partnerships has allowed the Centre to increase its critical mass in terms of scientific personnel and to diversify, reinforce and complement research activities. It is worth mentioning that the research teams of CIRDES also provide a constant support to disease control field-based actions in the West African sub-region and to the ADB-PATTEC funded project in Burkina Faso. Human resource development and training focused mainly on trypanosomiasis and their vectors. Most of the trainees were from the West African region. The training activities

benefited from the support of IAEA. The foreseen collaborations of CIRDES with IRD France, ITM Belgium, Bill Gates Foundation, EU and Belgian Development Cooperation will provide further support to develop sustainable regional capacity.

International Centre Of Insect Physiology And Ecology (ICIPE)

ICIPE's mission is to improve the well being of the peoples of the tropics through research and capacity building in insect science and its application. This is done by addressing the interlinked problems of poverty, low agricultural productivity, poor health and degradation of the environment. The Centre tackles these issues through its operative Research and Development paradigm, addressing human, animal, plant and environmental health, and by integrated pest and vector management (IPVM). Another important constraint is capacity, both human and institutional, to solve developmental problems. Therefore, each of ICIPE's projects includes an important capacity building component.

The Animal Health Division's goal is to improve livestock health and productivity. A full research continuum, from strategic to adaptive research and finally to technology development and transfer through strategic partnerships. Research and experience in tsetse and ticks have generated technologies, which enables farmers to undertake better ecological management of major disease vectors; help in intensifying and diversifying small holders farming systems to generate more cash income and enhance food security. Emphasis has been on developing environmentally safe methods. In tsetse, the Centre has considerable experience in community mobilisation, empowerment and organisation for undertaking T&T control in different agro-ecosystems and animal husbandry practices. Capacity building at all levels of society is an integral part of all Division activities. Several post-graduate students, technicians and farmers have been trained in research and control from different African countries in order to ensure sustainability of vector control activities. A key element in ICIPE's strategy will continue to be to develop, introduce and adapt new tools and strategies for arthropod management that are environmentally safe, affordable, appropriate, socially acceptable and applicable by the targeted end users with full community participation. The Centre's accomplishments in capacity building are well known. ICIPE has trained 200 PhD scientists and 150 MSc students through the African Regional Post-graduate Programme (ARPIS) in insect science in collaboration with 32 African universities. Over 15,000 farmers and some 2,000 extension workers have been trained in IPVM.

In order to ensure sustainability of vector control, the Animal Health Division continues to undertake capacity and capability building at all levels including service providers, practitioners, technicians, community health workers and managers of control operations. The Division helps communities in the establishment of organisational, management and financial community structures. As the only international institute working primarily on arthropods, ICIPE has the comparative advantage in addressing the complex cross-cutting challenges of tsetse and trypanosomiasis. The Centre will continue to develop new and strategic partnerships for managing the enormous vector and disease burden Africa bears.

UNICEF – UNDP – WORLD BANK – WHO: Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR)

The TDR mission is “an effective global research effort on infectious diseases of poverty in which disease endemic countries play a pivotal role”. Human African

Trypanosomiasis (HAT) is among the diseases considered by TDR as major cause of poverty in sub-Saharan Africa.

Major research work on African trypanosomiasis should focus on developing new and improved tools for treatment and diagnosis of Human African Trypanosomiasis (HAT), providing new knowledge, tools and strategies for vector control, and strengthening capacity of African scientists and institutions to address country research priorities.

Research on new and improved drugs relates mainly to optimising use of available drugs (**i.e. eflornithine-niflurimox** for late stage and pentamidine for early stage of *T.gambiense* infections). Concerning diagnosis, novel and improved diagnostic tools should be developed and bio-banks of well characterised specimens should be established to facilitate assay development efforts. TDR is about to prepare reference standards (set of rules) for the evaluation of HAT diagnostics. Also, it is foreseen to commission a systematic review of HAT diagnostic research.

In vector research, TDR promotes the development and testing of novel methods for improving HAT vector mass-trapping system, and to support the generation and exploitation of *Glossina* genome sequence data. Expected outputs relate to this research theme range from improved odour baits and odour release system, improved large scale tsetse mass trapping methods and publication of tsetse genome sequence data.

Training objective focuses on empowering scientists from disease endemic countries and providing them opportunities for Masters, PhDs, grants for new graduates, organisations of short courses and seminars through strengthening HAT consortium. The training activities should lead to increased leadership skills to, *inter alia*, plan and manage research, apply research best practices, negotiate role in partnerships, apply research results into policy.

TDR will continue to work along its three main objectives: stewardship, empowerment and research on neglected priority needs, with the ultimate goal of empowering scientists from disease endemic countries through capacity strengthening.

International Livestock Research Institute (ILRI)

ILRI's mandate is to reduce poverty and make sustainable development possible through livestock-related research. Four main thematic areas are addressed: (i) targeting research and development activities; (ii) enhancing access to market opportunities; (iii) securing assets through biotechnology; and livestock systems (people, livestock and the environment). Main partners in the research programme implementation are national, regional and international institutions. Collaborations with civil society, NGOs and private sector have also been established.

Research on trypanosomiasis concerns mainly molecular genetics and breeding for trypanotolerance, managing trypanocide resistance, socio-economics and environmental monitoring of tsetse and trypanosomiasis control programmes, and sustainable land management in tsetse-freed areas. The trypanosomiasis research package is carried out mainly in the East and West African regions. Research on environmental and socio-economic impact assessment has generated a framework and guidelines for assessing the impact of T&T interventions. This work was done in collaboration with ADB-PATTEC funded projects. The framework and guidelines are now being field-tested in Kenya with the support of Kenya Government. Additional financial contributions are expected from the National Institute of Health (NIH), Michigan State

University to identify linkages between climate, land use, land cover, socio-demographic factors and tsetse distribution. The UNEP/GEF financial assistance will support research to identify and apply best practices to sustain land and forest productivity in tsetse-free areas.

Twenty years of work in the formerly tsetse-infested Ghibe valley in the Southwest of Ethiopia has recently been transformed into community-driven livestock disease control via the successful formation of animal health “cooperatives”. The farmer-to-farmer knowledge transfer is now paving the way for community-based schemes for livestock disease control.

Eastern Africa Network for Trypanosomiasis (EANETT)

EANETT is a network comprising of institutions in five countries (Sudan, Uganda, Kenya, Tanzania, Malawi) undertaking research and control of tsetse and HAT. The network was inaugurated in 2000 and is supported by the Swiss Development Cooperation. Three main research priority areas have been identified: (i) determination of prevalence, extent of spread and risk of overlap of *T.b.rhodesiense* and *T.b.gambiense* in selected areas of Eastern Africa; (ii) isolation and characterisation of melarsoprol refractory *T.b.gambiense* and investigation of host and parasite factors involved in relapses; (iii) transmission studies to assess the risk of spread of *T.b.rhodesiense* and *T.b.gambiense* sleeping sickness foci in Eastern Africa by *Glossina* spp.

Capacity building, through training, information and provision of technical equipment is also among the activities of EANETT. Particular attention is devoted to improving laboratory facilities for research and diagnosis. Human resource development focuses on transfer of technology and promotion of MSC and PhD programmes. The Network has also organised technical workshops and scientific conferences in East Africa. Links and collaborations have been established with WHO, PAAT, MSF/DNDi, ITM in Belgium, Yale University in USA and PATTEC.

Organisation de Coordination pour la lutte Contre les Endemies en Afrique (OCEAC)

In line with the WHO principle of the elimination of sleeping sickness, the OCEAC has established the sub-regional programme against HAT in Central Africa. This Programme, under the OCEAC coordination, comprises all relevant actors and stakeholders involved in fighting HAT in the sub-region. The strategy for the elimination of sleeping sickness based on four pillars: (i) strengthening of surveillance activity in 26 known sub-regional foci, with particular attention to the transboundary foci; (ii) the establishment of a network of passive surveillance, with the support of 26 health agents trained in disease diagnosis and treatment; (iii) anti-vectorial intervention in suspected residual hot-spots; and (iv) the development of operational research aiming to make available to the operators simple diagnostic methods and treatment schemes adapted to field conditions. These four pillars of activity are spread over eight years. The final objective of sleeping sickness elimination in Central Africa is foreseen in 2014-2015.

Foundation for Innovative New Diagnostics (FIND)

Control of HAT relies on diagnosis and treatment of infected individuals. At present, none of the diagnostic tests in use for sleeping sickness has been produced commercially. Available tests suffer from inadequate sensitivity and specificity.

Therefore, there is a need to develop diagnostic tools that are accurate and applicable in endemic regions.

FIND is an independent Swiss Foundation dedicated to the development of diagnostic tools for tsetse and for poverty related infectious diseases of public health importance. The FIND tuberculosis programme has been used as a model to develop a rigorous and systematic approach to the needs-driven development, evaluation and demonstration of diagnostic technologies. This is done in partnership with academic and research institutes, and with biotechnology companies in the private sector to ensure eventual access to affordable tools in the public sector of developing countries. HAT diagnostic is a vertical programme within FIND, alongside other disease-specific diagnostic development projects. The HAT programme benefits from active scouting of technologies and the development of technology platforms that can serve multiple diseases. Since its launch in early 2006, with a grant of USD 9.8 million from Bill and Melinda Gates Foundation, the HAT programme, executed jointly with WHO, has established links with industry, academic and research institutes in developed and endemic countries. FIND is currently screening a large number of antigens obtained from laboratories around the world to be used to develop a sensitive serological test; specific enough to guide treatment without the need for a confirmatory test. For molecular diagnosis, a highly sensitive, specific, simple and potentially cheap molecular test, based on isothermal amplification for DNA, is expected to complete its feasibility period very soon. In addition, FIND has invested in the development of a more accurate method for staging HAT, and a follow up treatment. A number of projects have been initiated, which range from improvement of existing tests, marker validation, to discovery research. With the concerted efforts in T&T control that are evident today, elimination of sleeping sickness is a distinct possibility.

RECOMMENDATIONS

The meeting

1. **Welcomes** the ongoing efforts, activities and achievements of the international organisations and institutions in support of national projects/actions and PATTEC initiative in tackling the tsetse and trypanosomiasis problem (T&T) in sub-Saharan Africa;
2. **Notes** that the problem posed by T&T is vast and complex and that the complexity derives from its medical, veterinary, agricultural and rural development dimensions;
3. **Acknowledges** the existence of criteria and guiding principles for the selection of priority areas for T&T interventions in the context of Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD) and human health;
4. **Acknowledges** the research efforts made to support T & T programmes in disease endemic countries and to strengthen capacity to undertake appropriate research;
5. **Notes** that to eliminate the disease, there is critical need for country commitment in order to mobilise all available resources and to establish effective trans-boundary integration;

6. **Notes** the need for a phased-conditional approach in the implementation of area-wide integrated pest management (AW-IPM) (i.e. moving to the next phase will only happen when achievement have been made in the previous phase);
7. **Notes** that various prerequisites have been identified for the successful planning and implementation of tsetse AW-IPM (i.e. 1. Availability of accurate, recent baseline data, 2. Quality assurance of the sterile males, in case SIT is incorporated, 3. Autonomous and independent management structures, 4. Adequate funding, resources, expertise, 5. Continuity in the implementation of all project components, 6. independent programme review, 7. commitment of all stakeholders;

Recommends that:

1. The policy and the strategy implemented be comprehensive and beyond the entomological and parasitological aspects. It needs to be oriented to:
 - Food security and poverty alleviation;
 - The conservation and protection of the environment;
 - Capacity building and institutional strengthening for enhanced decision making capacity.
2. Efforts and activities of international organizations be directed to the harmonisation of research strategies, for production of tools for T&T field programmes for policy makers and advisors, planners, scientific and technical staff.
3. Efforts should be made by countries with endemic Human African Trypanosomiasis (HAT) to involve as much as possible the health systems (in particular primary health care system) in the surveillance, control and appropriate research for HAT. Sleeping sickness national programmes or specialised bodies at national level should be maintained to monitor and provide appropriate support to the integration process.
4. An integrated vector, human and animal disease control approach should be adopted relying not only on human health but also setting a multi-sectoral approach including veterinary and entomological services. Coordination between these different services is needed to ensure successful control of both forms (*gambiense* and *rhodesiense*) of the disease.
5. Efforts should be made to strengthen research capacity in T&T through training and empowering the DEC's to lead and direct research needs in countries.
6. Projects use the document "Assessing the feasibility of implementing AW-IPM" to clearly assess the status of project implementation and to assess which next steps to take.
7. Projects ensure that the prerequisites identified for the successful planning and implementation of tsetse AW-IPM are in place before embarking with the operational phase of the project.

Recommendation on PAAT

The ISCTRC notes with appreciation the continued contribution of PAAT and its organs in moving forward the fight against T & T through the provision of guidelines for assessing the feasibility of creating T & T free zones, vital information and decision-making tools, publications, access to PAAT information system and harmonisation of GIS-based decision support. Council urges PAAT to continue to support, in increasing measures, T&T interventions in the spirit of increased agricultural production, poverty reduction and sustainable rural development.

REVUE DES ACTIVITES DES ORGANISATIONS INTERNATIONALES ET REGIONALES

Modérateur : Modibo Traoré

Rapporteur : Raffaele C. Mattioli

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (FAO)

Depuis la dernière conférence du CSIRLT, de nombreux programmes ont continué d'être mis en œuvre à tous les niveaux en vue de l'élimination de la mouche tsétsé et de la trypanosomiose (T&T) de l'Afrique Subsaharienne au profit des populations démunies des zones rurales et du processus de développement rural dans son ensemble.

il y a bien longtemps, la FAO a identifié le problème des T&T comme un obstacle majeur à surmonter en vue de la réalisation d'une Agriculture Viable et d'un Développement Rural Durable (SARD). Cette vision est partagée par le Programme Comprehensif pour le Développement de l'Agriculture en Afrique (CAADP) dans le cadre de l'initiative du Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD). Cependant, l'interaction entre l'élevage et le problème multidimensionnel de la pauvreté ne peut être considéré indépendamment des autres facteurs externes tels que la production vivrière, le carburant, l'eau, la santé humaine et les marchés. En effet, il est essentiel que les efforts déployés pour réduire le problème des T&T soient dûment réalisés dans le contexte de la SARD, qui se définit comme un processus qui assure la satisfaction des besoins nutritionnels de base des générations présentes et futures par la fourniture de certains autres produits agricoles et de l'élevage.

Le problème posé par les T&T et la promotion de la SARD est vaste et complexe. La maladie sévit sur une superficie d'environ neuf millions de kilomètres carrés. Son impact en termes financiers sur le produit intérieur brut de l'agriculture africaine est estimée à 4,5 milliards \$ US par an. L'impact global concerne l'accès limité aux zones fertiles et cultivables, les déséquilibres au niveau de l'utilisation des terres et de l'exploitation des ressources naturelles, la croissance et la diversification compromises des systèmes de la production vivrière et animale. Etant donné l'ampleur du problème et compte tenu de ses dimensions complexes et dynamiques sur les plans médical, vétérinaire, agricole et du développement rural, la politique et la stratégie à mettre en œuvre doivent nécessairement être globales, dépassant les aspects entomologiques et parasitologiques de la maladie. elles doivent être nécessairement orientées vers :

- La sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté;
- La conservation et la protection de l'environnement;
- L'assistance aux politiques;
- Le renforcement institutionnel et des capacités pour de meilleures prises de décision.

Eu égard à cette complexité, la Conférence Générale de la FAO tenue en 1997 a approuvé le Programme de Lutte contre la Trypanosomiose Africaine (PAAT), un forum utilisé par l'UA/IBAR, la FAO, l'AIEA et l'OMS pour se concerter et harmoniser les efforts de lutte contre les T&T sur le plan international. L'objectif majeur du PAAT est de permettre la mise en œuvre de programmes d'intervention et de gestion plus efficaces en vue d'améliorer la production animale et d'accroître les opportunités pour la SARD. Depuis sa création, des institutions des Nations Unies telles que l'ONUDI et le FIDA ont adhéré au Forum international du PAAT et à ses activités. Tout récemment, la FAO/PAAT a créé des partenariats avec l'initiative pour l'Elevage Africain ALive (African Livestock), le Cadre de Travail Mondial de l'OIE pour l'Afrique en vue de la lutte contre les Maladies Animales Transfrontalières et le Secteur Privé tel que la Fédération Internationale pour la Protection de la Santé Animale (IFAH) pour la question cruciale du Contrôle de Qualité/Assurance de la Qualité des trypanocides sur les marchés africains.

Le lancement en octobre 2001 de la Campagne Panafricaine d'Eradication de la Mouche Tsétsé et de la Trypanosomiose (PATTEC), une initiative des Chefs d'Etat et de Gouvernement, souligne la reconnaissance au niveau politique le plus élevé du problème des T&T comme étant un obstacle principal pour le développement de l'Afrique. Le PAAT et le PATTEC ont tous deux un l'objectif commun; à savoir la recherche à long terme de solutions définitives aux problèmes posés par la maladie sur le continent africain. Le PAAT et le PATTEC travaillent conjointement dans le sens d'une sensibilisation générale pour reconnaître que la contrainte des T&T est un problème auquel il faut s'attaquer au niveau national, régional et international en vue d'améliorer la productivité agricole et réduire la pauvreté dans les zones affectées. Un exemple concret de la coopération PAAT-PATTEC est la définition de critères et de principes directeurs permettant de donner la priorité à certaines zones en matière d'interventions T&T dans le contexte de la SARD.

Le PAAT travaille actuellement avec l'Initiative de la Politique d'Elevage en faveur des Pauvres (PPLPI) de la FAO et avec l'Initiative de la Politique de l'Elevage de l'Autorité Intergouvernementale pour le Développement (LPI-IGAD) pour étudier davantage les coûts et les avantages des différentes techniques de lutte. Après avoir mené une analyse comparative des coûts des diverses techniques en Ouganda (avec la PPLPI), nous nous basons à présent sur le travail réalisé en Afrique de l'Ouest pour dégager les avantages potentiels tirés de la lutte contre la mouche tsétsé dans la région de l'Afrique de l'Est de l'IGAD. Ceci aidera les Etats membres de l'IGAD et le PATTEC à prendre les décisions appropriées concernant les lieux et la manière de lutter contre les T&T. Un travail complémentaire de collaboration FAO/PAAT-IGAD LPI comprend la compilation et l'analyse des zones de production de la Corne de l'Afrique. De plus, les efforts et les activités de la FAO/PAAT sont orientés vers l'harmonisation des stratégies et la production d'outils de mise en œuvre des programmes de lutte contre les T&T sur le terrain, destinés aux décideurs et aux conseillers, aux planificateurs ainsi qu'au personnel scientifique et technique.

BANQUE AFRICAINE DE DEVELOPPEMENT (BAD)

La BAD reconnaît la trypanosomiase comme étant une importante maladie débilitante qui affecte l'homme et les animaux. La trypanosomiase affecte aussi le développement socio-économique, réduit les sources de revenus des communautés rurales tout entières et limite l'utilisation des terres d'où son impact négatif sur la production agricole et partant, elle compromet les efforts déployés pour assurer la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté en zone rurale. Les conséquences économiques et sociales de la maladie sont considérables. Les rapports de la FAO indiquent que si l'on parvenait à éradiquer la trypanosomiase, 40 % des populations en Afrique subsaharienne en bénéficieraient et 55 000 décès/an causés par la maladie du sommeil pourraient être évités.

La BAD a décidé d'assister la Campagne Panafricaine d'Eradication de la Mouche Tsétsé et de la Trypanosomiase (PATTEC). Durant cette phase initiale, la Banque apporte son soutien à six pays subsahariens, à savoir : le Burkina Faso, le Ghana, le Mali en Afrique de l'Ouest ; l'Ethiopie, le Kenya, et l'Ouganda en Afrique de l'Est. Le fonds alloué s'élève à environ 70 millions de \$ US sous forme de prêts préférentiels et de subventions, comme il vise la création de zones indemnes de tsétsé et de trypanosomiasés dans des régions bien démarquées de ces six pays. La réussite de cette phase initiale encouragera énormément les plans et les efforts des pays africains visant à améliorer la santé humaine et du bétail, à éradiquer la pauvreté et à renforcer la sécurité alimentaire à travers l'accroissement de la production animale et agricole.

Pour les 15 prochaines années, le programme PATTEC coûtera la somme de 2 milliards UC (3 milliards \$ US). Conformément à la feuille de route du PATTEC, pour accomplir la tâche d'éradication des T&T sur le continent africain de façon efficace et durable, les pays ont été répartis en groupes. Sur la base de ce principe, le prochain groupe de pays proposé comprend l'Angola, la Zambie, la Tanzanie, le Rwanda, le Burundi, le Bénin, le Tchad, la République Démocratique du Congo, le Niger, le Nigeria et le Togo. Le coût estimé du projet est d'environ 311 millions UC (467 millions \$ US). La Banque a entamé la préparation d'un projet multinational en vue d'aider les pays susmentionnés. Lors de la Conférence des donateurs organisée conjointement par la BAD et l'UA en février 2007 à Addis-Ababa, la BAD a encore manifesté son intention d'aider le PATTEC en annonçant une contribution de 50 millions UC (75 millions \$ US) au titre du prochain réapprovisionnement du FAD XI. Le montant de 261 millions UC (392 millions \$ US) constitue le déficit à combler dans les 5 prochaines années et pour lequel le PATTEC aura besoin de l'appui des pays membres africains et de la communauté internationale.

La Banque renouvelle son engagement à combattre la maladie afin de permettre aux populations d'améliorer leurs moyens de subsistance. Cependant, ce noble objectif nécessitera les efforts concertés et l'engagement des pays membres, des organisations internationales, des donateurs, des institutions de recherche, de l'ensemble des partenaires et des communautés rurales bénéficiaires.

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE (AIEA)

L'AIEA continue d'apporter son assistance aux Etats membres en matière d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire et des techniques y afférentes en vue de la réduction de la pauvreté et de l'amélioration du développement rural et agricole. La mise au point et le transfert de la technique de l'insecte stérile (TIS) a été d'une importance particulière comme moyen de contrôle supplémentaire pour la création de zones indemnes de tsétsé dans le cadre de la méthode de lutte intégrée à grande échelle (AW-IPM).

L'AIEA s'accorde avec les autres partenaires pour reconnaître que le problème des T&T est l'une des causes fondamentales de la pauvreté rurale en Afrique subsaharienne. A cet égard, elle appuie la mise en œuvre du Plan d'Action du PATTEC à travers un projet régional et dix projets nationaux de coopération technique au Botswana, au Burkina Faso, en Ethiopie, au Kenya, au Mali, au Sénégal, en Afrique du Sud, en Ouganda, en République Unie de Tanzanie et au Zimbabwe. Dans le cadre de ces projets, l'AIEA a mis en œuvre le transfert de technologie aux pays membres dans les domaines d'évaluation de la faisabilité, du renforcement des capacités et d'appui pré-opérationnel à la Technique de l'insecte stérile (TIS) à travers l'organisation de la formation et la mise à disposition d'équipement et de service d'expertise. En collaboration avec la FAO et l'OMS, l'AIEA a continué de fournir une assistance coordonnée aux six pays à savoir : le Burkina Faso, l'Ethiopie, le Ghana, le Kenya, le Mali et l'Ouganda.

L'AIEA considère que l'approche AW-IPM est la meilleure stratégie qui permettrait d'avoir une zone indemne de tsétsé durable ; elle est, par ailleurs, une garantie de succès. L'Agence, en collaboration avec d'autres partenaires, a élaboré un ensemble de conditions préalables pour des interventions AW-IPM des T&T. Par ailleurs, l'AIEA n'encourage pas l'utilisation de la TIS dans tous les projets « tsétsé » et dans toutes les circonstances. La TIS n'est que l'une des nombreuses techniques qui doivent être utilisées uniquement dans les zones où il existe des avantages comparatifs et dans lesquelles d'autres techniques à elles toutes seules ne peuvent pas permettre l'élimination totale des populations-cibles de tsétsés.

L'AIEA reconnaît que la création de zones indemnes de tsétsé nécessitera une action concertée de plusieurs partenaires pendant plusieurs années, y compris une politique adéquate, des interventions institutionnelles et technologiques, d'énormes ressources humaines et des engagements financiers. Une approche conditionnelle par phases par laquelle l'appui à la phase suivante sera conditionné essentiellement par la réalisation des objectifs convenus des années précédentes. L'Agence accorde aussi une grande importance à l'appropriation par les Etats membres et au fait que l'élaboration d'une feuille de route globale pour la création de zones indemnes de tsétsé est avant tout une affaire des Etats membres. C'est ainsi que l'AIEA met de plus en plus l'accent sur le principe de l'appropriation nationale et régionale, et l'harmonisation au plan international, la solidarité et l'identification des priorités. Ce faisant, l'AIEA continuera de fournir un appui à l'ensemble du dispositif TIS dans le cadre de son mandat. La TIS doit être considérée dans le contexte des efforts multidisciplinaires déployés pour

l'Agriculture Durable et le Développement Rural. Des partenariats renforcés avec d'autres institutions des Nations Unies, d'autres organisations, des institutions et d'autres partenaires seront essentiels pour la réalisation de l'objectif global.

L'AIEA continuera de soutenir l'initiative PATTEC dans les Etats membres concernés. A cet égard, plusieurs activités ont été menées telles que l'élaboration de directives normatives et techniques, la formation et le développement des ressources humaines, le financement de Projets de recherche coordonnée et des Contrats de recherche technique, l'élaboration et la production de manuels, de modèles et de bases de données pour aider et faciliter la programmation, la mise en œuvre et la prise de décision au jour le jour en ce qui concerne les programmes de lutte contre la mouche tsétsé.

L'Agence continuera d'aider ses Etats membres dans le cadre de l'amélioration du rendement de leurs activités par le renforcement, non seulement de leurs ressources humaines et de leurs infrastructures, mais aussi par l'optimisation des ressources financières nécessaires pour lutter contre les T&T dans le but de créer un environnement favorable à l'amélioration du bien-être de l'homme à travers l'agriculture durable et le développement rural.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS)

Pendant la période 1997-2006, la forme *gambiense* de la maladie qui représente 97 % du nombre total des cas de la maladie du sommeil signalés au niveau continental, a connu une baisse grâce aux activités de la lutte intensifiée en ce qui concerne le réservoir humain. Le rôle d'un réservoir animal est mineur dans le processus de transmission de cette forme de la maladie. Une baisse a aussi été observée dans le nombre de nouveaux cas. Inversement, les activités de lutte appuyées par l'OMS en ce qui concerne la forme *rhodesiense* (soit 3 % du nombre total des cas) et orientées principalement vers le réservoir humain, ne suffisaient pas pour le contrôle de la maladie. Par conséquent, dans les pays endémiques par les infections à *T.b.rhodesiense*, une approche intégrée de la maladie humaine et animale ainsi qu'une approche de lutte contre le vecteur doivent être adoptées et basées sur une étroite collaboration entre les services de la santé humaine et les services vétérinaires, et comprendre une composante entomologique afin d'assurer le succès de la lutte contre la forme *rhodesiense*.

Le scénario inquiétant décrit pendant la Conférence Mondiale en 1997 s'est amélioré de façon spectaculaire. En plus de la volonté politique manifestée au plus haut niveau, les capacités de surveillance et de contrôle dans les pays endémiques ont été accrues grâce au renforcement des capacités basé sur la formation par la méthode de "l'apprentissage par l'action" du personnel concerné et la fourniture de matériel de dépistage, de diagnostic et de traitement, avec l'appui financier et technique de l'OMS. L'OMS a aussi assuré la production et la distribution de médicaments à travers un partenariat public/privé. Ces actions ont permis de parvenir à 69 % de réduction des cas au cours des dix dernières années. Malheureusement, avec le nombre réduit de cas détectés, il y a eu un changement quant aux priorités des pays, ce qui a entraîné une baisse de l'attention accordée à la maladie du sommeil. Une situation semblable s'est produite il y a 50 ans, suivie d'une

résurgence de la maladie du sommeil. Afin d'éviter une telle expérience, le défi à court terme est la surveillance et le contrôle efficaces et durables de la maladie. Cette durabilité ne peut être réalisée que par l'intégration des activités de surveillance et de contrôle aux systèmes sanitaires renforcés. L'approche doit prévoir des équipes spécialisées et des systèmes de santé fonctionnant simultanément. Le personnel de santé doit être sensibilisé et formé afin d'être en mesure d'intégrer la surveillance et le contrôle de la maladie du sommeil aux activités quotidiennes, comme il doit être soutenu par des équipes de spécialistes/experts pour le suivi et l'évaluation afin d'en assurer la qualité de la performance.

Les problèmes techniques relatifs à la mise en œuvre de la stratégie susmentionnée sont : la disponibilité d'un test de diagnostic spécifique et sensible au coût abordable, facile à effectuer dans des conditions de terrain et pouvant être utilisé à n'importe quel niveau du système sanitaire, et la mise à disposition d'un nouveau médicament oral, moins cher, sûr et facile à administrer, capable de guérir les malades aux deux stades de la maladie.

Lors d'une consultation informelle (Mai 2007), les pays endémiques ont conclu que (i) l'éradication de la maladie était possible, (ii) la participation du système sanitaire national s'avère nécessaire pour maintenir la surveillance et le contrôle, (iii) la mise au point de nouveaux instruments de diagnostic ainsi que la fabrication de médicaments simples et adaptés sont importants afin de garantir la participation effective des structures sanitaires, (iv) la création d'une structure centrale nationale spécialisée est requise pour la coordination et l'assistance technique nécessaire, (v) l'appui de l'OMS aux pays endémiques doit être maintenu pour la mise en œuvre des différentes mesures nécessaires à la réalisation de l'objectif de l'éradication durable de la maladie du sommeil, qui est un problème de santé publique.

Afin de poursuivre la réduction des cas de la maladie du sommeil, la surveillance et le contrôle effectifs continueront de nécessiter des ressources humaines compétentes, des activités adéquates de contrôle, des comptes-rendus efficaces, la sensibilisation, la plaidoirie pour la fixation des priorités et la collecte de fonds. La recherche et le développement doivent être maintenus et les priorités doivent être fixées afin de fournir des outils appropriés pour une éradication durable de la maladie. A cet effet, l'OMS est prête à relever le défi, à continuer d'être à l'avant-garde des activités de soutien aux pays et à coordonner le travail de tous les acteurs concernés.

CENTRE INTERNATIONAL DE RECHERCHE-DEVELOPPEMENT SUR L'ELEVAGE EN ZONE SUB-HUMIDE (CIRDES)

De nombreux projets financés par divers donateurs (tels que l'UEMOA, CORAF/BAD, BMZ, Welcome Trust) ont été mis en œuvre depuis la dernière réunion du CSIRLT. Le Centre procède au renforcement de ses capacités en matière de techniques biotechnologiques (génétique moléculaire, outils diagnostiques), de développement des ressources humaines chargées de la lutte contre les trypanosomiasés et leurs vecteurs, de transfert de technologie et de diffusion des informations.

Les activités de recherche se concentrent sur la mouche tsétsé et la trypanosomiase, les tiques et la coudriose, l'épidémiologie de la maladie, l'évaluation des facteurs de risque de la maladie, l'écologie des vecteurs, la lutte intégrée contre la maladie (dans les zones périurbaines aussi), les marqueurs génétiques pour la sensibilité/résistance à la Trypanosomiase chez les animaux. En plus de la trypanosomiase animale, la maladie du sommeil (la forme humaine de la maladie) figure également parmi les sujets de recherche du CIRDES. La plupart des activités de recherche sont menées en partenariat dans la région de l'Afrique de l'Ouest. La majorité des partenaires du CIRDES comprennent l'IRD/CIRAD (France), l'OMS et la LTTRN. L'élargissement du partenariat a permis au Centre de disposer de plus de ressources en termes de personnel scientifique et de diversifier, renforcer et mener à bien les activités de recherche. Il convient de mentionner que les équipes de recherche du CIRDES apportent aussi un soutien permanent aux activités de lutte contre la maladie sur le terrain dans la sous-région de l'Afrique de l'Ouest et au projet financé par la BAD-PATTEC au Burkina Faso.

Le développement et la formation des ressources humaines se sont concentrés principalement sur les trypanosomiasés et leurs vecteurs. La plupart des stagiaires venaient de la région de l'Afrique de l'Ouest. La formation a été parrainée par l'AIEA. La collaboration prévue entre le CIRDES et l'IRD France, l'ITM Belgique, la Fondation Bill Gates, l'UE et la Coopération belge de développement permettra de renforcer davantage les capacités régionales.

CENTRE INTERNATIONAL DE RECHERCHE SUR LA PHYSIOLOGIE ET L'ÉCOLOGIE DES INSECTES (ICIPE)

La mission de l'ICIPE est d'améliorer le bien-être des populations sous les tropiques par la recherche et le renforcement des capacités en matière de science des insectes et son application. Cette mission est accomplie par la résolution des problèmes indissociables que sont la pauvreté, la faible productivité agricole, la précarité de la santé et la dégradation de l'environnement. Le Centre aborde ces questions à travers son paradigme de Recherche & Développement, qui traite des problèmes de la santé humaine, animale, végétale et environnementale, par la lutte contre l'insecte nuisible et le vecteur (IPVM). Autre obstacle important : la capacité des hommes ou des institutions à résoudre les problèmes de développement. C'est ainsi que chacun des projets de l'ICPE comprend un important volet de renforcement des capacités.

Le but visé par la Division de la Santé Animale est d'améliorer la santé et la productivité du bétail par une recherche continue, partant de la recherche stratégique en passant par la recherche adaptive et aboutir au développement et au transfert de technologie à travers des partenariats stratégiques. La recherche et l'expérience dans le domaine de la mouche tsétsé et des tiques ont permis de concevoir des techniques, qui permettent aux agriculteurs d'entreprendre une meilleure gestion écologique des principaux vecteurs de la maladie, d'aider à l'intensification et à la diversification des systèmes de production des petits exploitants agricoles en vue de générer plus de revenus et d'améliorer la sécurité alimentaire. L'accent a été mis sur la mise au point de méthodes

environnementales sûres. S'agissant de la mouche tsétsé, le Centre a une expérience considérable en matière de mobilisation des communautés, de renforcement des moyens d'action et d'organisation pour mener la lutte contre les T&T dans différents agro-écosystèmes et à travers les pratiques zootechniques. Le renforcement des capacités à tous les niveaux de la société fait partie intégrante de toutes les activités de la Division. Plusieurs étudiants du troisième cycle, des techniciens et des agriculteurs ont été formés en matière de lutte et de recherche dans différents pays africains pour assurer la pérennité des activités de lutte contre le vecteur. L'un des éléments clés de la stratégie de l'ICRPE consiste à élaborer, introduire et adapter de nouveaux outils et de nouvelles stratégies sûres du point de vue écologique, au coût abordable, appropriés, acceptables sur le plan social et applicables par les utilisateurs ciblés avec la pleine participation de la communauté dans le cadre de la gestion des arthropodes.

Les réalisations du Centre en matière de renforcement de capacités sont bien connues. L'ICRPE a formé 200 scientifiques de niveau Doctorat et 150 étudiants de niveau Maîtrise en sciences à travers le Programme Régional Africain d'Etudes Universitaires Supérieures (ARPIS) en Sciences des insectes, en collaboration avec 32 universités africaines. Plus de 15 000 agriculteurs et quelque 2 000 vulgarisateurs ont été formés en IPVM.

Afin d'assurer la pérennité de la lutte contre le vecteur, la Division de la santé animale poursuit ses activités de renforcement de capacités à tous les niveaux, parmi lesquels les fournisseurs de services, les praticiens, les techniciens, les agents de santé communautaires, et les gestionnaires des activités de lutte. La Division aide les communautés à mettre en place des structures communautaires organisationnelles, financières et de gestion.

Etant le seul institut international qui travaille essentiellement sur les arthropodes, l'ICRPE a l'avantage relatif d'aborder les difficultés complexes transsectorielles de la lutte contre la mouche tsétsé et la trypanosomiase. Le Centre continuera à établir de nouveaux partenariats stratégiques pour la gestion de l'énorme fardeau (de la maladie et de son vecteur) que porte l'Afrique.

UNICEF – PNUD – BANQUE MONDIALE – OMS : PROGRAMME SPECIAL DE RECHERCHE ET DE FORMATION SUR LES MALADIES TROPICALES (TDR)

La mission du TDR est d'initier "un effort de recherche mondiale efficace sur les maladies infectieuses dues à la pauvreté, avec la participation des pays endémiques de la maladie pour jouer un rôle fondamental". La Trypanosomiase Humaine Africaine (THA) est parmi les maladies que le TDR considère comme l'une des causes principales de la pauvreté en Afrique subsaharienne.

Les principales activités de recherche sur la trypanosomiase africaine doivent se concentrer sur la mise au point de nouveaux outils de diagnostic et de traitement de la Trypanosomiase Humaine Africaine (THA), la mise à disposition de nouvelles

connaissances, de nouveaux outils et stratégies de lutte contre le vecteur, et le renforcement des capacités des scientifiques et des institutions africaines pour se pencher sur les priorités de recherche des pays.

La recherche sur de nouveaux médicaments améliorés se rapporte essentiellement à l'optimisation de l'utilisation des médicaments disponibles (c'est-à-dire l'association niflurtimox-eflornithine pour le stade avancé et la pentamidine pour le stade précoce des infections à *gambiense*). En ce qui concerne le diagnostic, des outils de diagnostic nouveaux et améliorés doivent être élaborés et des bio-banques de spécimens très caractéristiques doivent être créées en vue de faciliter les efforts d'élaboration des tests. Le TDR va élaborer des normes de référence (un ensemble de règles) pour l'évaluation des diagnostics de la THA. Il est aussi prévu de réaliser une étude de la recherche sur le diagnostic de la THA.

En ce qui concerne la recherche sur le vecteur, le TDR encourage le développement et le test de nouvelles méthodes d'amélioration du système de piégeage en masse du vecteur de la THA, et apporte son appui à la production et à l'exploitation des données sur la séquence du génome de *Glossina*. Les résultats attendus se rapportent à cette gamme de thèmes de recherche à savoir : l'amélioration des appâts olfactifs et des répulsifs, l'amélioration des méthodes de piégeage en masse à grande échelle et la publication des données sur la séquence du génome de *Glossina*.

Les principaux objectifs de la formation sont de renforcer les capacités des scientifiques des pays endémiques de la maladie et de leur offrir des opportunités d'études de niveau Maîtrise et Doctorat, des subventions pour les nouveaux diplômés et d'organiser des cours à cycle court ou des séminaires à travers le renforcement du consortium de la THA. Les activités de formation doivent permettre d'améliorer les compétences en matière de leadership en vue, entre autres, de planifier et de gérer la recherche, de mettre en application les meilleures pratiques en matière de recherche, de négocier le rôle dans les partenariats, d'appliquer les résultats des recherches aux politiques.

Le TDR continuera de travailler conformément à ses trois principaux objectifs : la bonne gestion, le renforcement des capacités et la recherche sur les besoins prioritaires négligés, avec comme objectif final le renforcement des moyens d'action des scientifiques des pays endémiques de la maladie à travers le renforcement de leurs capacités.

INSTITUT INTERNATIONAL DE RECHERCHE SUR L'ELEVAGE (ILRI)

L'ILRI a pour mandat de réduire la pauvreté et d'assurer le développement durable à travers la recherche sur l'élevage. Quatre domaines thématiques sont abordés : (i) le ciblage de la recherche et des activités de développement ; (ii) l'amélioration de l'accès aux opportunités de marché ; (iii) la sécurité des biens à travers la biotechnologie et les systèmes d'élevage (les populations, le bétail et l'environnement). Les principaux partenaires pour la mise en œuvre du programme de recherche sont des institutions

nationales, régionales et internationales. La coopération avec la société civile, les ONG et le secteur privé a aussi été initiée.

La recherche sur la trypanosomiase concerne essentiellement la génétique moléculaire et la reproduction pour la trypanotolérance, la gestion de la résistance aux trypanocides, les aspects socio-économiques et le suivi environnemental des programmes de lutte contre la mouche tsétsé et la trypanosomiase, et la gestion durable des terres dans les zones indemnes de tsétsé. La grande partie de la recherche sur la trypanosomiase est menée essentiellement dans les régions de l'Afrique de l'Ouest et de l'Est. Les activités de recherche sur l'évaluation de l'impact environnemental et socio-économique ont permis de créer un cadre et des directives en vue de l'évaluation de l'impact de la lutte des T&T. Ce travail a été réalisé en collaboration avec les projets financés par la BAD-PATTEC. Le cadre et les directives sont actuellement testés sur le terrain au Kenya avec l'appui du Gouvernement. Des contributions financières complémentaires sont attendues de l'Institut National de Santé (NIH), de l'Université de l'Etat du Michigan en vue d'identifier les liens entre le climat, l'utilisation des terres, la couverture terrestre, les facteurs socio-démographiques et la répartition de la mouche tsétsé. L'assistance financière du PNUE/FME à la recherche permettra d'identifier et d'appliquer les meilleures pratiques en vue de soutenir la productivité des terres et des forêts dans les zones indemnes de tsétsé.

Vingt années d'activités ont permis récemment de transformer la vallée de Ghibe au Sud-ouest de l'Ethiopie, qui était auparavant infestée de tsétsé, grâce au contrôle de la maladie animale à travers la formation avec succès de "coopératives" de santé animale. La transmission du savoir entre les agriculteurs ouvre la voie à des projets communautaires de lutte contre la maladie animale.

RESEAU DE LUTTE CONTRE LA MOUCHE TSETSE ET LA TRYPANOSOMIASE EN AFRIQUE DE L'EST (EANETT)

L'EANETT est un réseau composé des institutions de cinq pays (Soudan, Ouganda, Kenya, Tanzanie, Malawi), qui mène des activités de recherche et de lutte contre les tsétsé et la THA. Le réseau a été inauguré en l'an 2000 et bénéficie de l'appui de la Coopération suisse pour le développement. Trois domaines prioritaires de recherche ont été identifiés : (i) la détermination de la prévalence, de l'ampleur de la propagation et le risque de chevauchement de *T.b.rhodesiense* et de *T.b.gambiense* dans certaines zones de l'Afrique l'Est ; (ii) l'isolement et la caractérisation de *T.b.gambiense* réfractaire au mélarsozol et l'étude des facteurs d'hôte et de parasite associés aux cas de rechute; (iii) les études sur la transmission en vue d'évaluer le risque de propagation des foyers de la maladie du sommeil à *T.b.rhodesiense* et *T.b.gambiense* par *Glossina* spp en Afrique de l'Est.

Le renforcement des capacités à travers la formation, l'information et la fourniture de matériel technique fait aussi partie des activités de l'EANETT. Une attention particulière est accordée à l'amélioration des équipements des laboratoires de recherche et de diagnostic. Le développement des ressources humaines se concentre sur le transfert de

technologie et la promotion de programmes de Maîtrise en Sciences et de Doctorat. Le réseau a aussi organisé des ateliers techniques et des conférences scientifiques en Afrique de l'Est. Des relations de collaboration ont été établies avec l'OMS, le PAAT, MSF/DNDi, l'ITM en Belgique, l'Université de Yale aux Etats-Unis et le PATTEC.

ORGANISATION DE COORDINATION POUR LA LUTTE CONTRE LES ENDEMIES EN AFRIQUE CENTRALE (OCEAC)

Conformément au principe de l'OMS d'élimination de la maladie du sommeil, l'OCEAC a initié le programme sous-régional de lutte contre la THA en Afrique Centrale. Ce programme comprend tous les acteurs et tous les partenaires concernés de la sous-région impliqués dans la lutte contre la THA, sous la coordination de l'OCEAC. La stratégie élaborée en vue de l'élimination de la maladie du sommeil repose sur quatre piliers d'activités à savoir : (i) le renforcement des activités de surveillance dans 26 foyers sous-régionaux connus, avec une attention particulière aux foyers transfrontaliers; (ii) la création d'un réseau de surveillance passive avec l'appui de 26 agents de santé formés en matière de diagnostic et de traitement de la maladie; (iii) la lutte anti-vectorielle dans les poches résiduelles suspectées et (iv) le développement d'une recherche opérationnelle visant à mettre à la disposition des opérateurs, des méthodes simples de diagnostic et des plans de traitement adaptés aux conditions sur le terrain. Ces quatre piliers d'activités s'étalent sur huit années. Il est prévu d'atteindre l'objectif final de l'élimination de la maladie du sommeil en Afrique Centrale en 2014-2015.

FONDATION POUR LES NOUVEAUX DIAGNOSTICS (FIND)

Le succès de la lutte contre la THA repose sur le diagnostic et le traitement des sujets infectés. Pour l'heure, aucun des tests de diagnostic de la maladie du sommeil n'a été commercialisé. Les tests disponibles manquent de sensibilité et de spécificité appropriées, et il est donc nécessaire de mettre au point des outils de diagnostic fiables qui peuvent être appliqués dans les régions endémiques.

La FIND est une Fondation suisse indépendante qui se consacre à la mise au point d'un diagnostic de THA pour les maladies infectieuses liées à la pauvreté et ayant une importance sanitaire publique. Le programme de lutte contre la tuberculose de la FIND a été utilisé comme modèle pour élaborer une méthode d'approche rigoureuse et systématique de développement en fonction des besoins, faire l'évaluation et expliquer les technologies de diagnostic et ce, en partenariat avec des instituts académiques et de recherche, et avec des sociétés de biotechnologie du secteur privé, afin d'assurer un accès éventuel aux outils à un coût abordable du secteur public des pays en développement.

Le diagnostic de la THA est un programme vertical au sein de la FIND, en marge d'autres projets de mise au point de diagnostic spécifique à la maladie. Le programme de lutte contre la THA bénéficie de l'évolution rapide des technologies et du développement de plate-forme de technologies pouvant servir à lutter contre de nombreuses maladies. Depuis son lancement au début de l'année 2006, avec une subvention de 9,8 millions \$ US de la Fondation Bill et Melinda Gates, le programme de lutte contre la THA, exécuté

conjointement avec l'OMS, a établi des liens avec des industries, des instituts académiques et de recherche des pays développés et des pays endémiques.

La FIND analyse actuellement un grand nombre d'antigènes obtenus des laboratoires à travers le monde, en vue de les utiliser pour mettre au point un test sérologique sensible et assez spécifique, qui doit orienter le traitement sans avoir besoin d'un test de confirmation. En ce qui concerne le diagnostic moléculaire, un test moléculaire très sensible, spécifique, simple et au coût abordable, basé sur une amplification isotherme d'ADN, sera bientôt disponible. Par ailleurs, la FIND a investi dans l'élaboration d'une méthode plus précise de lutte contre la THA et de traitement de suivi. De nombreux projets ont été initiés allant de l'amélioration des tests existants et de la validation des marqueurs à la recherche par la découverte.

Avec les efforts concertés déployés de nos jours pour lutter contre les T&T, l'élimination de la maladie du sommeil n'est plus impossible.

RECOMMANDATIONS

La réunion :

1. **Note avec satisfaction** les efforts déployés, les activités et les réalisations des organisations et institutions internationales pour soutenir les projets/actions des pays et l'initiative PATTEC dans le cadre de la recherche de solutions aux problèmes des tsé-tsé et de la trypanosomiasse (T&T) en Afrique subsaharienne;
2. **Note** que les problèmes causés par les T&T sont nombreux et complexes à cause des divers paramètres sur les plans médical, vétérinaire, agricole et du développement rural;
3. **Reconnait** l'existence de critères et de principes de base pour la sélection des domaines prioritaires d'intervention en matière de lutte contre les T&T dans le contexte du développement agricole et rural durable (SARD) et de la santé humaine;
4. **Prend note** des efforts de recherche déployés dans le cadre de l'appui aux programmes de lutte contre les T&T dans les pays touchés par la maladie et du renforcement des capacités pour mener des recherches appropriées.
5. **Constate** que pour éliminer la maladie, un engagement des pays est absolument nécessaire en vue de mobiliser toutes les ressources disponibles et de créer une intégration transfrontalière efficace.
6. **Note** la nécessité d'une approche par étapes de la mise en œuvre de la lutte intégrée à grande échelle contre la glossine (AW-IPM) (c'est-à-dire que le démarrage de la phase suivante n'aura lieu que sur la base du succès de la phase précédente) ;
7. **Note** que diverses conditions préalables ont été identifiées pour la planification et la mise en œuvre réussie de la lutte intégrée à grande échelle contre les tsé-tsé à savoir : (1) la disponibilité de données de référence précises et récentes ; (2) l'assurance de la qualité des mâles

stériles, dans le cas où la TIS serait incorporée; (3) des structures de gestion autonomes et indépendantes; (4) l'existence de financement, de ressources et d'expertise appropriés, (5) la poursuite de la mise en oeuvre de tous les volets du projet; (6) l'examen externe du programme et (7) l'engagement de toutes les partenaires.

Recommande que :

1. Les politiques et les stratégies appliquées sont globales et qu'elles vont au-delà des aspects entomologique et parasitologique. Elles doivent nécessairement être orientées vers:
 - la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté;
 - la conservation et la protection de l'environnement;
 - le renforcement des capacités et le renforcement institutionnel en vue d'améliorer la capacité de prise de décision.
2. Les efforts déployés par les organisations internationales et leurs activités sont orientés vers l'harmonisation des stratégies et la production d'outils pour les programmes de lutte contre les T&T sur le terrain, à l'intention des décideurs et des conseillers, des planificateurs et du personnel scientifique et technique.
3. Des efforts sont déployés par les pays touchés par la Trypanosomiose Humaine Africaine endémique (THA) pour impliquer autant que possible les systèmes de santé (en particulier le système des soins de santé primaires) dans le processus de surveillance, de lutte et de recherche appropriée sur la THA. Les programmes nationaux de lutte contre la maladie du sommeil ou les institutions spécialisées au niveau national doivent être maintenus pour assurer le suivi et un appui adéquat au processus d'intégration.
4. Dans les pays touchés par la forme endémique de la maladie du sommeil à *rhodesiense*, une approche intégrée de lutte contre le vecteur et la maladie humaine et animale devraient être adoptée sur la base non seulement de la santé humaine, mais aussi pour la mise en place d'une approche multisectorielle incluant les services vétérinaires et entomologiques. La coordination entre ces différents services est nécessaire pour assurer le succès de la lutte contre la forme *rhodesiense* de la maladie.
5. Des efforts sont déployés pour renforcer les capacités en matière de recherche sur la lutte contre les T&T par le biais de la formation et de l'appui aux pays endémiques de la maladie dans l'identification des besoins de recherche de ces pays en matière de recherche.
6. Les projets utilisent le document intitulé "Evaluation de la faisabilité de la mise en œuvre de la gestion intégrée et à grande échelle des insectes nuisibles (AW-IPM)" afin de mieux évaluer l'état de mise en œuvre du projet et les perspectives d'avenir.

7. Les projets veillent à ce que les conditions préalables identifiées en vue de la planification et de la mise en œuvre réussies de la lutte intégrée à grande échelle contre les tsétsé soient pris en compte avant le démarrage de la phase opérationnelle du projet.

Recommandation sur le PAAT

Le CSIRLT prend note avec satisfaction de l'appui continu du PAAT et de ses organes pour faire avancer la lutte contre les T&T par la mise à disposition : de directives pour évaluer la faisabilité de la création de zones indemnes de tsétsé, d'information cruciale, d'outils de prise de décision, de publications, d'accès au système d'information du PAAT et de l'harmonisation de l'appui à la décision basée sur le SIG, et exhorte le PAAT à continuer d'accorder son soutien en renforçant la lutte contre les T&T dans le cadre de la réduction de la pauvreté, de l'accroissement de la production agricole et du développement rural durable.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

PATTEC AND COUNTRY REPORTS

Moderator: T.K Phillemon-Motsu

Rapporteur: C.I. Mahama

The session on country reports was preceded by a keynote presentation on the “Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign”(PATTEC). The presenter, Dr John Kabayo, who is also the Coordinator of the campaign, expressed satisfaction at the level of commitment and dedication tsetse-infested countries have demonstrated in the fight against tsetse and trypanosomiasis. There was, in his view, widespread support for PATTEC and that this was evident in the plans that are currently being put in place by affected countries for tsetse eradication. Dr Kabayo reminded participants that the declaration made by African Heads of State and Government in Lomé in 2000, to eradicate tsetse and trypanosomiasis from the continent, was based on the realisation that the economic and social losses caused by the disease are colossal and that there can no longer be any justification for prolonging the suffering of the majority of Africans. He reminded participants that past control efforts failed due to their uncoordinated nature and also to the fact that they were not sustained. The new approach supported by PATTEC therefore, is the systematic removal of tsetse on an Area-wide basis and in a sustained manner. Where a group of countries have identified a common zone of intervention, tsetse and trypanosomosis eradication projects can be jointly executed. Countries in East Africa (Ethiopia, Kenya and Uganda) and West Africa (Mali, Burkina Faso and Ghana) received funding from the African Development Fund to support the creation of tsetse-free zones in those countries. Dr Kabayo informed the meeting that other countries in West, Central and Southern Africa are in the process of developing projects for the creation of tsetse-free zones. The main responsibility of the PATTEC Coordination Office, based at the AU-Commission in Addis Ababa, is to drum-up action and assist to mobilize resources for the sustenance of the activities of the campaign and to continually remind African countries of their individual and collective obligations to the objectives of the campaign. He informed the meeting that PATTEC has high profile recognition, to the extent that a report on the status of the campaign is submitted to African Heads of State and Government at their annual summits. The presenter urged all affected countries to include T&T in their national development priorities and called on scientists to give support to the campaign through the provision of technical and scientific advice that would facilitate the removal of tsetse and trypanosomiasis from the Continent in the shortest possible time.

Seventeen countries presented their reports. The first set of country reports was given by the respective representatives of Burkina Faso, Ghana, Mali, Kenya and Uganda. A presentation from Ethiopia could not be made because the representative could not attend the conference. Under the guidance of the PATTEC Coordination Office, existing baseline biological and socio-economic and environmental information was packaged by the six countries to develop projects that enabled them obtain loans from the African Development Bank to create tsetse and trypanosomiasis-free zones. The

projects started in 2006 and will end in 2011. The countries planned baseline studies between 2007 and 2008. These studies are aimed at improving on existing information and providing decision support for tsetse and trypanosomiasis eradication. The presenters informed the meeting that the choice of techniques for tsetse eradication would be determined following baseline studies. PATTEC was exploring the introduction of the Sequential Aerosol Technique for tsetse suppression and plans were advanced in the recruitment of consultants for assessing its feasibility.

Other country reports were from Somalia, Democratic Republic of Congo, Botswana, Mozambique, Zimbabwe, Angola, Guinea, Benin, Togo, Tanzania, Sudan and Zambia. The countries reported the occurrence of both Animal trypanosomiasis and Human African Trypanosomiasis. Countries in Central and Southern Africa focused mainly on sleeping sickness situation. It was generally observed that effective and sustained treatments often lead to significant decline in disease prevalence and that resurgence occurs when surveillance and control are relaxed. Certain countries notably Benin, Togo, Angola, Tanzania, Sudan and Zambia were gathering baseline data that would enable them prepare project documents for funding by development partners. These efforts were being coordinated by PATTEC. The presentation by Botswana demonstrated the successful application of the Sequential Aerosol Technique (SAT) initiated and funded by the Government.

During the discussion, participants urged the countries to integrate activities carried out by Veterinary Services and the Ministry of Health, with regard to the control and or eradication of tsetse and trypanosomiasis. There was a general consensus that all methods for the elimination of tsetse and trypanosomiasis be explored and used as and when necessary. There was also a call on International Organisations and the Private sector to continue providing support to the current effort being made by tsetse affected countries.

Recommendations

Following the general concern that the situation of tsetse and trypanosomiasis in many countries has worsened in the last decade and appreciation of the progress made by AU-PATTEC in the creation of awareness and the mobilisation of human and financial resources towards the eradication of tsetse and trypanosomiasis the meeting commended concerted and sustained action for the realization of the objective of the campaign and recommends to AU-PATTEC to:

1. support countries implementing tsetse and trypanosomiasis eradication programmes to develop bankable projects for submission to development partners.
2. ensure that projects developed are based on sound information and are Regional in character.

and recommends to countries to:

- continue to accord high priority to the removal of tsetse and trypanosomiasis in their effort to promote Sustainable Agricultural and Rural Development.
- harmonise, coordinate and integrate, as much as possible, plans and efforts aimed at eradicating tsetse and both Human and Animal African trypanosomiasis.

PATTEC ET RAPPORTS NATIONAUX

Modérateur : T.K. Philémon Motsu

Rapporteur : C.I. Mahama

La séance de présentation des rapports nationaux a été précédée d'une présentation préliminaire sur le programme de «la Campagne Panafricaine de l'Eradication de la Mouche Tsétsé et de la Trypanosomiase» (le PATTEC). L'orateur, le Dr John Kabayo, qui est aussi le coordonnateur de la Campagne, a exprimé sa satisfaction quant au niveau d'engagement et de dévouement dont les pays affectés par la mouche tsétsé ont fait preuve dans la lutte contre la mouche tsétsé et la trypanosomiase. Selon lui, l'initiative PATTEC bénéficie d'un large soutien comme le montrent les programmes d'éradication des tsétsés mis en place par les pays touchés. Le Dr Kabayo a rappelé aux participants que la Déclaration de Lomé de 2000 des Chefs d'Etat et de Gouvernement sur l'Eradication de la Mouche Tsétsé et de la Trypanosomiase du continent, était basée sur le fait qu'ils se sont rendu compte que les pertes économiques et sociales causées par la maladie étaient énormes et qu'il n'y avait plus de raison de prolonger les souffrances de la majorité des Africains. Il a également rappelé aux participants que les efforts déployés par le passé dans la lutte n'ont pas abouti faute de coordination et par manque de soutien. A cet effet, la nouvelle approche adoptée par le PATTEC consiste à éliminer systématiquement la mouche tsétsé de façon définitive et à grande échelle. Lorsqu'un groupe de pays identifie une zone commune d'intervention, des projets d'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase peuvent y être exécutés conjointement. Des pays de l'Afrique de l'Est (Ethiopie, Kenya et Ouganda) et de l'Afrique de l'Ouest (Mali, Burkina Faso et Ghana) ont bénéficié d'un financement du Fonds Africain de Développement pour soutenir la création de zones indemnes de tsétsé. Le Dr Kabayo a informé les participants que d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest, Centrale et Australe sont en train de développer des projets dans le cadre de la création de zones indemnes de tsétsé.

La responsabilité principale du Bureau de Coordination du PATTEC qui est basé au niveau de la Commission de l'Union Africaine à Addis-Ababa est de contribuer à la mobilisation des actions et des ressources pour appuyer les activités de la Campagne, et de rappeler en permanence aux pays africains leurs obligations individuelles et collectives envers les objectifs de la Campagne. Il a informé les participants que le PATTEC est reconnu au plus haut niveau si bien qu'un rapport sur l'état d'avancement de la Campagne est présenté tous les ans au Sommet des Chefs d'Etat et de Gouvernement Africains. L'orateur a invité tous les pays touchés par le fléau à incorporer la lutte contre les T&T parmi les priorités de leurs programmes nationaux de développement comme il a également lancé un appel aux scientifiques pour soutenir la Campagne par des conseils qui faciliteraient l'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase du continent, dans les plus brefs délais.

Dix-sept pays ont présenté leurs rapports. La première série de rapports a été présentée par les représentants du Burkina Faso, du Ghana, du Mali, du Kenya et de l'Ouganda. L'Ethiopie n'a pas présenté de rapport vu qu'aucun représentant de ce pays n'a participé à la conférence. Les rapports présentés ont révélé que l'éradication de la

mouche tsétsé et de la trypanosomiase fait partie des stratégies nationales de réduction de la pauvreté et de développement agricole. Sous l'égide du bureau de coordination du PATTEC, des études biologiques et socio-économiques de référence, ainsi que des informations écologiques existantes ont été rassemblées par ces pays en vue de l'élaboration de projets pouvant leur permettre d'obtenir des prêts auprès de la Banque Africaine de Développement pour la création de zones indemnes de mouche tsétsé. Ces projets ont démarré en 2006 et s'achèveront en 2011. Les pays ont indiqué que les études de référence devraient être menées en 2007 et 2008. Ces dernières ont pour but d'améliorer les informations existantes et d'appuyer les décisions relatives à l'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase. Les orateurs ont informé les participants que les techniques d'éradication de la mouche tsétsé seraient choisies en fonction des études de référence. Les participants ont été informés que l'initiative PATTEC envisageait l'introduction de la Technique de Pulvérisation Séquentielle dans le cadre de l'élimination des tsétsés et que le programme de recrutement de consultants qui évalueraient sa faisabilité se trouve à un stade avancé.

D'autres rapports nationaux ont été présentés par la Somalie l'Angola, la RDC, le Botswana, le Mozambique, le Zimbabwe, la Guinée, le Bénin, le Togo, la Tanzanie, le Soudan et la Zambie. Ces pays ont signalé la présence, à la fois, de la trypanosomiase animale et de la trypanosomiase humaine africaine. Les pays de l'Afrique Centrale et Australe ont brossé un tableau détaillé de la situation relative à la maladie du sommeil. En général, il a été remarqué que les traitements efficaces et soutenus entraînent souvent une baisse significative de la prévalence de la maladie et qu'une résurgence a lieu lorsque les efforts de surveillance et de lutte sont relâchés. Certains pays, tels que le Bénin, le Togo, l'Angola, la Tanzanie, le Soudan et la Zambie sont en train de collecter des données de référence qui peuvent leur permettre de préparer des descriptifs de projet pour obtenir un financement de la part les partenaires du développement. Ces efforts sont coordonnés par le PATTEC. Le rapport présenté par le Botswana a fait état de l'application réussie de la Technique de Pulvérisation Séquentielle (SAT) initiée et financée par le Gouvernement.

Pendant le débat qui a suivi, les participants ont demandé aux pays de s'associer aux activités menées par les Services Vétérinaires et par les Ministères de la Santé concernés par le contrôle et l'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase. Il a été convenu que toutes les méthodes d'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase soient étudiées et utilisées le cas échéant. Les Organisations Internationales et le Secteur Privé ont également été invités à soutenir les efforts déployés actuellement par les pays affectés.

Recommandations

Les participants ont exprimé leur préoccupation à l'égard de la régression de la trypanosomiase dans de nombreux pays, au cours de la dernière décennie et se sont félicités des progrès réalisés par l'UA/PATTEC dans la sensibilisation et la mobilisation de ressources humaines et financières en vue de l'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase. Eu égard à ce qui précède, la réunion a noté avec satisfaction les actions

concertées et soutenues pour la réalisation de l'objectif de la Campagne et a formulé les recommandations suivantes à l'**UA-PATTEC** :

1. Soutenir les pays engagés dans la mise en œuvre de programmes d'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase à élaborer des projets susceptibles d'être financés par une banque et de les soumettre aux partenaires du développement.
2. S'assurer que les projets élaborés sont basés sur des informations exactes et qu'ils revêtent un caractère régional.

Comme elle a recommandé aux pays:

1. De continuer à accorder la priorité à l'élimination de la mouche tsétsé et à la trypanosomiase dans leurs efforts de promouvoir le Développement Agricole et Rural Durable.
2. D'harmoniser, de coordonner et d'intégrer, autant que possible, des plans et des efforts visant l'élimination de la mouche tsétsé, de la Trypanosomiase humaine africaine et de la Trypanosomiase animale africaine.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

GLOSSINA BIOLOGY AND CONTROL

Moderator: Mr. William Shereni

Rapporteur: Mr. Mweemba Hamukombwe

Five papers were presented during this session covering population genetics, use of insecticide-treated mosquito nets in zero-grazing units, restricted application of pesticides to cattle and on the prediction models for tsetse densities. Results on tsetse genetics were presented and their usefulness in the understanding of tsetse ecology was demonstrated. Genetic differences between tsetse fly populations separated by physical barriers were presented as an important factor in the establishment of area-wide projects.

Two innovative tsetse control techniques on the use of insecticide-treated nets were presented under varying ecological settings in West and East Africa. Enormous reductions of tsetse flies resulting in the corresponding lowering of trypanosomiasis incidences were recorded in trials involving the use of insecticide-treated mosquito fences to protect livestock in Ghana and the confinement of goats in zero-grazing units using polyethylene nets. Studies in Ghana demonstrated the effective reduction of *G. p. palpalis* and the successful protection of pig-pens in tsetse infested areas. The technique was also successfully used in Guinea in an integrated tsetse control campaign programme. In Kenya, goats were protected against trypanosome infections through the use of 1% deltamethrin sc treated polyethylene nets in zero-grazing units.

The fourth paper was on the restricted application of pesticides in foot baths. The treatment of cattle lower legs in foot baths offered a valuable technique for the simultaneous control of tsetse and ticks.

The final paper was on the need to adapt PAAT-IS tsetse distribution models through the use of the high resolution landsat (30 m x 30 m pixels) and spot (10m x 10 m pixels) satellite imagery. The high resolution maps were useful particularly in making population density predictions in riverine areas.

Recommendations

1. Taking into consideration the limited number of research papers on tsetse biology and control during the 29th ISCTRC conference, the conference calls upon research and academic institutions, scientists, governments and donors to put more resources to strengthen and enhance research. Research should however be focused on the constraints to effective implementation of PATTEC initiative programmes to improve the field operations.
2. Studies on tsetse genetics should be promoted to develop a tool for the development of PATTEC projects based on a better understanding of differences between tsetse fly populations geographically separated by physical barriers and therefore important in designing area wide operations.
3. Further research is required to assess the efficacy of insecticide treated nets in extensive livestock production systems. The technique needs to be further optimised to determine under which conditions animals can be maximally

protected. Specifications of the nets and insecticides dosages need to be standardised to ensure proper usage. Similarly, the restricted use of insecticide on animals needs to be further optimised taking into consideration the behaviours of different tsetse species and the possibility of tick resistance against the pesticides applied.

4. Low technology and low cost techniques that can easily be integrated at the farmer level such as the use of insecticide-treated nets and the restricted application of pesticides to cattle are recommended for use in the peri-urban and other areas with high human population to improve health and productivity of improved stock especially during the implementation of PATTEC projects.
5. There is need to adapt PAAT-IS tsetse distribution models to local situations using high resolution satellite imagery (Landsat or spot images) in the collection of baseline data especially in riverine areas to predict tsetse densities and distributions in areas that are proposed for PATTEC Projects.

BIOLOGIE DE *GLOSSINA* ET LUTTE CONTRE LES GLOSSINES

Modérateur : William Shereni

Rapporteur : Mweemba Hamukombwe

Cinq communications ont été présentées pendant cette séance. Elles portaient sur la génétique des populations, l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticides dans des unités à zéro-pâturage, l'application restreinte de pesticides au bétail et sur un modèle de prédiction des densités de glossines. Les résultats des recherches sur la génétique des tsé-tsé ont été présentés et leur utilité dans la compréhension de l'écologie des tsé-tsé démontrée. Les différences génétiques entre les populations de tsé-tsé séparées par des barrières physiques ont été présentées comme étant un facteur important pour l'élaboration de projets de lutte à grande échelle.

Deux nouvelles techniques de lutte contre la mouche tsé-tsé relatives à l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide ont été présentées dans divers cadres écologiques en Afrique de l'Ouest et de l'Est. Au Ghana, des réductions énormes du nombre de tsé-tsé ayant entraîné une baisse de la trypanosomiose ont été enregistrées après des essais avec des moustiquaires traitées à l'insecticide pour protéger le bétail et suite au confinement des chèvres dans des unités à zéro-pâturage en les protégeant avec des moustiquaires en polyéthylène. Des études réalisées au Ghana ont permis de noter une baisse significative de *G. p. palpalis* et une réussite dans la protection des porcheries dans les zones infestées de tsé-tsé. La technique a aussi été utilisée avec succès en Guinée dans un programme de lutte intégrée contre la mouche tsé-tsé. Au Kenya, les chèvres ont été protégées contre les infections trypanosomiennes grâce à l'utilisation de moustiquaires en polyéthylène traitées à la deltaméthrine à 1% dans des unités à zéro-pâturage.

La quatrième communication portait sur l'application restreinte de pesticides dans les pédiluves. Le traitement du bétail dans les pédiluves est une technique importante dans la lutte simultanée contre les tsé-tsé et les tiques.

La dernière communication portait sur la nécessité d'adapter les modèles PAAT-IS de répartition des glossines par l'utilisation d'images par satellite Landsat à haute résolution (30 m x 30 m pixels) et en spot (10m x 10 m pixels). Les cartes à haute résolution étaient utiles en particulier pour la prédiction de la densité des glossines riveraines.

Recommandations

1. Compte tenu du nombre limité de documents de recherche sur la biologie de *Glossina* et la lutte contre les glossines présentés pendant la 29^{ème} Conférence du CSIRLT, la Conférence invite les institutions académiques et de recherche, les scientifiques, les gouvernements et les donateurs à assurer davantage de moyens et de fonds, afin de renforcer et d'améliorer les capacités de recherche. La

recherche doit, cependant, être axée sur l'initiative PATTEC, pour trouver des solutions aux problèmes rencontrés sur le terrain;

2. Les études sur la génétique des tsétsé devraient être promues en vue de mettre au point un outil pour l'élaboration des projets PATTEC basés sur une meilleure compréhension des différences génétiques entre les populations de tsétsé séparées géographiquement par des barrières physiques et partant, considérées importantes dans la lutte à grande échelle ;
3. Davantage de recherches sont nécessaires pour évaluer l'efficacité des moustiquaires imprégnées d'insecticide dans les systèmes extensifs de production animale. La technique devrait être optimisée pour déterminer dans quelles conditions les animaux peuvent être protégés au maximum. Les caractéristiques des moustiquaires et des doses d'insecticide doivent être normalisées pour s'assurer de leur usage approprié. De même, l'utilisation restreinte de l'insecticide sur les animaux devrait également être optimisée, compte tenu des comportements des différentes espèces de tsétsé et la possibilité de résistance des tiques aux pesticides appliqués ;
4. Une faible technologie et le coût modéré des techniques qui peuvent être facilement intégrées au niveau de l'éleveur telles que l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide et l'application restreinte de pesticides au bétail sont recommandées dans les zones périurbaines et les autres zones à forte population humaine afin d'améliorer la santé et la productivité des troupeaux, notamment pendant la mise en œuvre des projets PATTEC ;
5. Il faudrait adapter les modèles PAAT-IS de répartition des tsétsé aux conditions locales à l'aide d'images par satellite à haute résolution (Landsat ou images spot) dans la collecte de données de base, en particulier dans les zones riveraines pour la prédiction de la densité et de la répartition des tsétsé dans les zones proposées pour les projets PATTEC.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

HUMAN AFRICAN TRYPANOSOMIASIS

Moderator: Pierre Simaro

Rapporteur: Consantin Miaka Mia Bilenge

Nine presentations were made in the two sessions that were allocated to the theme. One presentation dealt with bio-informatics, three on epidemiology, two of which were related to the implementation of control programmes, their challenges and perspectives. Four presentations dealt with treatment while the last one was about genetics. Five papers were presented as posters.

The presentations on bio-informatics demonstrated how this area can contribute to, among other things, the search for new molecules requiring extensive *in vitro* and *in vivo* clinical tests for their use.

Among the three presentations on epidemiology, one dealt with achievements of the programme in three phases, with successes reported from Yei, in Southern Sudan for more than five years, by the international NGO, Malteser. However, the withdrawal of this NGO after the emergency phase could pose a serious problem for the continuity of the control activities, with the risk of a possible resurgence, if the Government and local partners do not get involved on time. The second one is about Mali whose real epidemiological situation is unknown due to lack of effective interventions. The third one was based on the need to identify risk factors for the transmission of HAT that have to do with human-fly contact in the urban settings, such as the city of Kinshasa, in order to better conduct an integrated control programme.

Out of the four presentations on the subject of treatment, the first one dealt with Phase III of confirmation of the effectiveness and tolerance of pafuramidine (DB 289), which is a new oral drug used in the treatment of sleeping sickness in its primary phase involving 250 patients among whom there were pregnant and breastfeeding women from six different centres in three countries, one of which was in Angola, four in DRC and one in Southern Sudan. The second presentation demonstrated the problem of the 14% failure rate in the treatment of *T. b. gambiense* type Trypanosomiasis using DFMO (Difluoromethylornithine) as a mono-therapy in patients monitored in North-western Uganda. The third one demonstrated the success of preliminary results of clinical tests using a combination of nifurtimox at 15mg per kg per day every eight hours for ten days and eflornithine 400mg per kg per day every 12 hours for seven days for the advanced stage. The fourth presentation was based on the retrospective consideration of the treatment of intermediate phase infection in Angola, (6 to 20 white blood cells in the CSF), using Pentamidine, a 19% re-infection rate was observed.

The presentation on genetics demonstrated the existence of a genetic diversity in *T. brucei* in two countries (Côte d'Ivoire and Guinea). Studies on the genetic variability of trypanosomes and their vectors should be encouraged. The IGGI initiative (International *Glossina* Genomics Initiative) will result in significant progress because of sequencing of the *Glossina* genome.

In addition to the papers that were presented, a keynote address highlighted successes and constraints in pharmaceutical industry with emphasis on identification and development of new drugs.

Recommendations

1. We recommend that bio-informatics be made part of the same network as other partners who are involved in *in vivo* experimentation in order to speed up the process of the development of new drugs against trypanosomiasis.
2. The Government of Southern Sudan should put in place a facility for the coordination and organisation of HAT control.
3. Countries that use DFMO in monotherapy should put in place drug efficacy programmes for this product.
4. The presence of PATTEC in Mali should facilitate the updating of the epidemiological and trypanosomiasis situation to facilitate the planning of joint activities.

General recommendations

1. ISCTRC recommends that the establishment of PATTEC in all countries serve as an entry point for the organisation of integrated control programmes (TAA,THA, LAV).
2. ISCTRC recommends that the DRC be accorded the appropriate support by the international community, all international and financial organisations, given this country's epidemiological situation (scope of the problem, high HAT prevalence, massive presence of *Glossina* and of AAT) and its geographical situation, given that it has common borders with nine countries.

TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE

Modérateur : Pere Simarro

Rapporteur : Constantin Miaka Mia Bilenge

Neufs communications ont été présentées au cours de deux séances. Une communication a porté sur la bioinformatique; trois sur l'épidémiologie dont deux ayant trait à la mise en œuvre des programmes de lutte, leurs défis et perspectives; quatre sur le traitement et une sur la génétique. Cinq communications ont été présentées sous forme d'affiches.

La communication sur la bioinformatique a révélé comment ce domaine peut contribuer, entre autres, à la recherche de nouvelles molécules qui nécessitent des tests cliniques approfondis *in vitro* et *in vivo* en vue de leur utilisation.

Parmi les trois communications sur l'épidémiologie, une portait sur les réalisations réussies du programme qui a été réalisé en trois phases avec succès à Yei au Sud Soudan pendant plus de cinq ans par l'ONG internationale Malteser. Cependant, le retrait de cette ONG après la phase d'urgence pourrait poser un sérieux problème de continuité de l'action de contrôle avec le risque d'une réémergence si le gouvernement et les partenaires locaux ne s'impliquent pas à temps. La deuxième communication concerne le Mali, dont la situation épidémiologique réelle reste mal connue faute d'interventions efficaces. La troisième portait sur l'intérêt d'identifier les facteurs de risque de transmission de la THA, liés notamment au contact homme/mouche dans un milieu urbain comme celui de la ville de Kinshasa, pour mener à bien la lutte intégrée et orienter les stratégies.

Parmi les quatre communications sur le traitement, la première traite de la phase III sur l'évaluation de l'efficacité et la toxicité de la pafuramidine (DB 289), un nouveau médicament administré par voie orale pour la maladie du sommeil au premier stade. Deux cent cinquante patients ont été recrutés, parmi lesquels des femmes enceintes et d'autres qui allaitent. L'étude se déroule dans six centres situés dans trois pays (un en Angola, quatre en RDC et un au Sud Soudan). La deuxième communication a soulevé le problème d'un taux d'échec de 14% du traitement de la Trypanosomiasse à *T.b.gambiense* au DFMO (difluorométhylornithine) en monothérapie chez les patients traités à Omugo, au Nord-ouest de l'Ouganda. La troisième a présenté les résultats préliminaires de l'efficacité d'un essai clinique utilisant une association de nifurtimox (15mg/ kg/jour toutes les huit heures pendant 10 jours) et de l'eflornithine (400mg/kg / jour toutes les douze heures pendant sept jours) pour le stade avancé. La quatrième communication est basée sur une étude rétrospective en Angola, des résultats du traitement du stade intermédiaire (6 à 20 globules blancs dans le LCR) avec la pentamidine et dont le taux de rechute observé était de 19%.

La communication sur la génétique a montré l'existence d'une diversité génétique dans le *T. brucei* entre 2 pays de l'Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire et Guinée). Des études sur la variabilité génétique des trypanosomes et leurs vecteurs

devraient être encouragées. L'initiative IGGI (International Glossina Genomics Initiative) permettra des avancées significatives grâce au séquençage du génome de la glossine.

En plus des communications qui ont été présentées, une présentation préliminaire a souligné les succès et les contraintes de l'industrie pharmaceutique qui met l'accent sur l'identification et le développement de nombreux médicaments.

Recommandations

La réunion recommande que :

1. La bioinformatique fasse partie au même titre que les autres partenaires qui procèdent à des expérimentations *in vivo*, afin d'accélérer le processus de mise au point de nouveaux médicaments contre les trypanosomiasés;
2. Le Gouvernement du Sud Soudan mette en place une structure de coordination et d'organisation du contrôle TAH;
3. Les pays qui utilisent de la DFMO (Difluorométhylornithine) en monothérapie établissent des programmes de l'efficacité de ce produit;
4. la présence du PATTEC au Mali facilite l'actualisation de la situation épidémiologique des Trypanosomiasés, en vue d'envisager des actions communes.

Recommandations générales :

1. Le CSIRLT recommande que l'implantation du PATTEC dans tous les pays soit une porte d'entrée pour l'organisation de la lutte intégrée (TAA, THA, LAV).
2. Le CSIRLT recommande que la RDC bénéficie d'un appui conséquent de la part de la communauté internationale et de toutes les organisations internationales et financières et ce, compte tenu de sa situation épidémiologique (ampleur du problème: prévalence élevée de la THA, présence massive des glossines et de la TAA) et de sa situation géographique étant donné que neuf pays partagent des frontières communes.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

AFRICAN ANIMAL TRYPANOSOMIASIS (AAT)

Moderator : Solomon Haile Mariam

Rapporteur : Mamadou Lamine Dia

The presentations that were made during this session can be categorised as follows:

- A keynote presentation on animal trypanosomiasis
- 2 presentations on diagnosis of the disease
- 4 presentations on the epidemiological status of animal trypanosomiasis, two of which focused on camel *Trypanosoma evansi*
- 4 presentations on drug resistance
- 1 presentation on trypanotolerance markers
- 1 presentation on vectors

The keynote address provided an overview of past, current and future control and research strategies, a synthesis of the current situation regarding animal trypanosomiasis control and the analysis of perspectives of various control options. In conclusion, the long-term vision must focus on the eradication of tsetse flies to eliminate human and animal trypanosomiasis

With regard to diagnosis, the first presentation dealt with standardised analysis in search of new molecular targets based on purified proteomes and secretomes for two sub-genus, i.e. *Trypanozoon* and *Nannomonas* obtained from bloodstream trypanosomes. The second presentation in this category was on inhibition ELISA with the assistance of a recombinant antigen whose apparent specificity (97.3%) and sensitivity (84.4%) are excellent. Both presentations were in the experimental phase and need to be validated.

Four presentations were made on the epidemiological situation of animal trypanosomiasis in concerned countries. Two papers were on bovine trypanosomiasis in the Kachia grazing reserve (Nigeria). From the presentations, it emerged that bovine trypanosomiasis constitutes a real challenge in the grazing reserve where *T. vivax* was dominant. The other report was on the cross-sectional surveys conducted in South Darfur State outside the tsetse belt where *T. vivax* infection prevalence was very high and inside the tsetse belt where *T. congolense* infections (58.5%) was higher when compared with *T. vivax* infections (17.9%). Two presentations in this category pertained to trypanosomiasis in camels in 4 countries (Algeria, Morocco, Mauritania and Tunisia) and camel calves in Kenya.

Four presentations discussed drug resistance. Two of these were on the development of molecular tools for the rapid detection of *T. congolense* and *T. b. brucei* resistance to isometamidium and diminazene. A presentation was made on the seasonal variation and risk factors in the context of drug resistance in Sikasso (Mali). From a parasitological perspective, the study revealed the existence of heterogeneity in the evolution of the disease. In some villages significant variation in treatment failures (resistance) to diminazene was observed during rainy seasons. The objective of the presentation on the modelling of productivity of trypanocides under the risk of drug resistance in West Africa was to determine if the use of the drugs is characterised by path dependency. The results

on isometamidium in all epidemiological conditions and diminazene in high disease prevalence and subsequently high drug resistance reveal a sub-optimal use of the two molecules.

The presentation on trypanotolerance seeks to detect quantitative trait loci controlling trypanotolerance in a backcross of N'Dama and Boran.

The presentation on vectors highlighted the use of screens and traps by the community as a means to control trypanosomiasis.

Recommendations

1. The session noted that during the 28th ISCTRC meeting, thirty presentations were made on human trypanosomiasis and very few on animal trypanosomiasis. During the 29th Conference, there was a change with more presentations on animal trypanosomiasis and with emphasis on drug resistance. In countries like Sudan, it was revealed that drug resistance was also reported on camels. Drug resistance should therefore be the subject of further investigations in order to address its causes and develop regimes for those that have been identified.
2. It is vital that farmers receive advice on the use of trypanocides which have two aspects: one facilitates an increase in the livestock productivity to encourage farmers to continue using trypanocides, and the other aspect is to reduce mortality of livestock from overdoses.
3. Concerning *T. evansi* infections, it is proposed that investigations be conducted on the equine family and livestock that are sensitive to this parasite.
4. The ISCTRC commends the effort of WHO in specially recognizing and advancing advocacy to bring HAT to the Level of HIV/AIDS, Malaria and TB. Similar advocacy on AAT will assist The PATTEC programme to have access to the Global Fund. The sensitization must be strengthened at national and regional levels. ISCTRC should play a role in increasing advocacy.
5. Following the effort that is being made to eradicate tsetse in many countries in Africa and noting that some countries may have achieved this goal ISCTRC was called upon urgently to initiate development of guidelines for International protocol to declare reclaimed land tsetse free. This could be achieved in collaboration with other partners.

TRYPANOSOMIASE ANIMALE AFRICAINE

Modérateur: Solomon Haile Mariam

Rapporteur: Mamadou Lamine Dia

Diverses communications ont été présentées au cours de cette séance dont:

- Une communication introductive sur la trypanosomiase animale.
- Deux communications sur le diagnostic de la maladie.
- Quatre communications sur la situation épidémiologique de la maladie de la trypanosomiase animale, dont deux sur la trypanosomiase cameline.
- Quatre communications sur la chimiorésistance.
- Une communication sur les marqueurs de la trypanotolérance.
- Une communication sur les vecteurs.

La communication introductive sur la trypanosomiase animale a passé en revue les stratégies de contrôle et de recherche passées, présentes et futures sur la maladie et a présenté une synthèse sur la situation actuelle du contrôle de la trypanosomiase animale et de l'analyse des perspectives des différentes options de contrôle. Pour conclure, la vision à long terme doit rester l'éradication des tsé-tsés et des trypanosomiasés animale et humaine.

S'agissant du diagnostic, une communication portait sur l'analyse normalisée pour la recherche de nouvelles cibles moléculaires en s'appuyant sur des protéomes et des sécrétomes purifiés pour deux sous-genres *Trypanozoon* et *Nannomonas* à partir de trypanosomes sanguinolés. Une autre communication a traité de l'ELISA par inhibition en recombinant un antigène, dont la spécificité (97,3%) et la sensibilité (84,4%) sont excellentes. Ces deux communications sont au stade expérimental et doivent être validées.

Quatre communications ont abordé la situation épidémiologique de la trypanosomiase animale dans les pays concernés. Deux ont traité de la trypanosomiase bovine dans un pâturage protégé de Kachia (Nigeria). Il s'est révélé que la trypanosomiase bovine constitue un vrai problème dans cette réserve où le parasite dominant est le *T. vivax*. La deuxième communication a traité des enquêtes transversales menées au Sud Darfour hors de la zone infestée par les tsé-tsés où la prévalence de l'infection du *T. vivax* était très élevée et dans une zone à glossines où l'infection au *T. congolense* (58,5%) prédomine par rapport au *T. vivax* (17,9%). Les deux autres communications ont traité de la trypanosomiase cameline dans 4 pays (Algérie, Maroc, Mauritanie, Tunisie) et chez le chamelon au Kenya.

Quatre communications ont traité de la chimiorésistance. Deux concernent le développement d'outils moléculaires pour la détection rapide de la résistance du *T. congolense* et du *T. b. brucei* à l'isométnidazole et au diminazène. Une communication a porté sur les variations saisonnières et les facteurs de risque dans un contexte de chimiorésistance à Sikasso (Mali). Du point de vue parasitologique, il en ressort une

certaine hétérogénéité de la maladie, néanmoins certains villages présentent une variation significative en saison pluvieuse et des échecs de traitement (résistance) au diminazène y ont été observés. La communication sur la modélisation de la productivité des trypanocides sous le risque de la chimiorésistance en Afrique de l'Ouest avait pour objet de déterminer si l'utilisation des trypanocides est caractérisée par le syndrome de la dépendance. Les résultats enregistrés avec l'isométymidium dans toutes les conditions épidémiologiques et avec le diminazène en condition de prévalence et de chimiorésistance élevées, révèlent une sous-utilisation des deux molécules.

La communication sur la trypanotolérance a pour objet de déceler les marqueurs de la trypanotolérance chez des produits issus de croisements de Ndama et de Boran. Quant à la communication sur les vecteurs, elle met en exergue l'utilisation d'écrans et de pièges au Sud Soudan comme moyen de contrôle de la trypanosomiase.

Recommandations :

1. La séance a noté que lors de la 28^{ème} réunion du CSIRLT, il y avait une trentaine de communications sur la trypanosomiase humaine et peu de communications sur la trypanosomiase animale. Au cours de cette 29^{ème} conférence, il y a, au contraire, plus de communications sur la trypanosomiase animale, dont un grand nombre sur la chimiorésistance. Dans certains pays comme le Soudan, il s'est avéré que cette chimiorésistance concerne aussi les dromadaires. Le CSIRLT recommande que la chimiorésistance fasse l'objet d'investigations qui permettent des orientations pour s'attaquer aux causes dont certaines sont déjà identifiées.
2. Il est vital que les éleveurs bénéficient de conseils quant à l'utilisation des trypanocides qui se caractérisent par deux aspects: l'un permettant d'accroître la productivité du bétail, ce qui amène les éleveurs à continuer d'utiliser les trypanocides et l'autre permettant la réduction de la mortalité du bétail due à la surdose.
3. Concernant les infections à *T. evansi*, il est recommandé de faire des investigations chez les équidés et le bétail qui sont sensibles à ce parasite.
4. Le CSIRLT félicite l'OMS pour les efforts qu'elle déploie, en particulier dans la reconnaissance et l'avancement des efforts de plaidoirie afin de promouvoir le TAH au même niveau que celui du VIH/Sida, le paludisme et la tuberculose. Des plaidoiries similaires sur le TAH assisteraient le programme PATTEC qui jouit d'un accès au Fonds mondial. La sensibilisation devrait être renforcée aux niveaux national et régional. Le CSTRIL devait jouer un rôle dans la consolidation des plaidoiries.
5. Compte tenu des efforts déployés pour éliminer les tsé-tsés dans de nombreux pays africains et constatant que certains pays auraient atteint cet objectif, le CSIRLT devrait élaborer d'urgence un protocole international pour déclarer les terres assainies indemnes de tsé-tsé et ce, en coopération avec d'autres partenaires

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

SOCIO-ECONOMICS, ENVIORNMENT AND LAND USE /GIS SECTION

Moderator: Dr. Affognon Hippolyte

Rapporteur: Dr. Joseph Maitima

Papers scheduled for oral presentation in this section were five but only two were presented. Twelve (12) others were to be presented as posters and are reported in the posters section. In addition to the two papers presented, a very informative key note paper was presented that set a stage for a very interactive plenary discussion

The recommendations generated in this session were according to the conclusions made in each of the papers presented and in response to the discussions during the plenary. There was sufficient time for discussions on the papers presented.

The issues that dominated plenary discussions in this session were:

- a) the need for a political framework to support tsetse and trypanosomiasis interventions
- b) the need for T&T interventions to be pro-poor and focused on poverty
- c) the need for T&T interventions to be participatory especially with the rural communities and be user- and environment- friendly
- d) the need for integrating trypanosomiasis interventions into the social paradigms of the rural poor
- e) mainstreaming environmental and socio-economics impacts assessment in tsetse and trypanosomiasis eradication campaigns with emphasis on base data, development of appropriate indicators,

Recommendations

1. The conference recognizes the need for developing a political framework to enhance the success and sustainability of T&T interventions to solve the problems of T&T and that such framework should involve all stakeholders including the rural communities
2. The conference recommends that T&T interventions be focused on improving rural livelihoods, improving access to markets for livestock and livestock products, and market chains.
3. The conference recommends that the methods for assessing economic and environmental impacts of T&T interventions must employ modern techniques including use of modern predictive models and adopt more holistic approaches that link with other economic sectors
4. The conference recognises the need for developing pro-poor public policies to create an enabling environment for the participation of rural communities in T&T interventions and private sector involvement
5. The conference recognises the importance of trypanotolerance in the search for ways to reduce risks or losses caused by trypanosomiasis and recommends further

research on how this can be exploited and applied. Further the meeting recommends efforts to conserve trypanotolerant livestock to prevent them from going extinct.

6. The meeting recommends that T&T intervention practitioners should be more proactive in making vector control more attractive to livestock keepers and by recognising the role played by trypanocidal drugs as a first line of defense in the fight against trypanosomiasis, the meeting recommends more work to be done on how to improve the use of drugs.

SOCIO-ECONOMIE, UTILISATION DES TERRES ET ENVIRONNEMENT

Modérateur : Hippolyte Affognon

Rapporteur : Joseph Maitima

Au cours de cette séance, cinq communications étaient prévues pour la présentation orale mais seulement deux ont été présentées. Douze autres ont été choisies comme affiches. Les deux communications orales étaient des présentations clés et instructives, et ont fait l'objet d'un débat animé en plénier.

Les recommandations émanant de cette séance correspondaient aux conclusions de chaque communication et avaient trait aux discussions de la plénière. Il y a eu suffisamment de temps pour la discussion après la présentation des deux communications.

Les points qui ont dominé le débat en plénière au cours de cette séance sont les suivants :

a).La nécessité d'avoir un cadre de travail politique pour soutenir la lutte contre la mouche tsétsé et la trypanosomiase;

b).La nécessité d'interventions des T & T en faveur des pauvres tout en mettant l'accent sur la pauvreté;

c).La nécessité de mener une lutte participative avec l'implication des communautés rurales et l'utilisation de techniques respectueuses de l'environnement;

d).La nécessité d'intégrer ces interventions de lutte contre la trypanosomiase dans les paradigmes sociaux des communautés rurales pauvres;

e).La nécessité de procéder à une évaluation des impacts environnementaux et socio-économiques dans les campagnes d'éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase en mettant l'accent sur la base de données et la mise au point d'indicateurs appropriés.

Recommandations:

1. La Conférence reconnaît la nécessité d'élaborer un cadre de travail politique afin de permettre des interventions réussies et durables relatives à la résolution des problèmes de T&T. Ce cadre de travail devrait impliquer tous les partenaires y compris les communautés rurales;
2. La Conférence recommande que la lutte contre les T&T soit axée sur l'amélioration des moyens de subsistance des communautés rurales, l'accès aux marchés de bétail et des produits de l'élevage ainsi qu'aux chaînes de marchés.
3. La conférence recommande que les méthodes d'évaluation des conséquences économiques et environnementales de la lutte contre T&T doivent utiliser des

- techniques modernes telles que l'utilisation de modèles de prédiction modernes et l'adoption d'une approche holistique ayant un rapport avec d'autres secteurs économiques;
4. La Conférence reconnaît la nécessité d'élaborer des politiques en faveur des pauvres en vue de créer un environnement favorable à la participation des communautés rurales dans la lutte contre les T&T et l'implication du secteur privé;
 5. La Conférence reconnaît l'importance de la trypanotolérance dans la recherche de moyens visant à réduire les risques ou les pertes dus à la trypanosomiase et recommande une recherche plus poussée sur la manière dont elle peut être exploitée et appliquée. Par ailleurs, elle recommande que plus d'efforts soient déployés en vue de prévenir l'extinction du bétail trypanotolérant;
 6. La Conférence recommande que ceux qui mènent la lutte contre les T&T fassent plus d'efforts pour rendre plus attrayante la lutte contre le vecteur chez les éleveurs; et en reconnaissent le rôle joué par les trypanocides comme première ligne de défense contre la trypanosomiase. En outre la Conférence recommande que davantage de travaux des recherches soient menés sur l'amélioration de l'usage des médicaments.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

POSTER SESSION :

Moderator: Issa Sidibé

Reporter: Joyce Daffa

Two sessions were allocated to posters and one hour plenary at the end of the presentation to facilitate discussion. There were 24 posters displayed out of 53 listed or expected for the conference. Format guideline and themes were well adhered to by all presenters i.e. introduction followed by objective, materials and methods, results and conclusion.

The majority of them were large with, visible or legible fonts, nice colours and well illustrated. However few posters carried too much detail, making quick reading and comprehension difficult. The different themes and related sessions are given in the following table.

THEMES	TITLE	PRESENT	ABSENT	TOTAL	% PRESENT
I	PATTEC and Country reports	Poster 0	Poster 0	Poster 0	Poster 0
II	<i>Glossina</i> Biology and Control	Poster 4	Poster 12	Poster 16	Poster 25%
III	Human African Trypanosomiasis (HAT)	Poster 5	Poster 4	Poster 9	Poster 56%
IV	Animal African Trypanosomiasis (AAT)	Poster 12	Poster 5	Poster 17	Poster 71%
V	Socio-economics, Land use & Environnement	Poster 3	Poster 8	Poster 11	Poster 27%
	TOTAL	Posters 24	Poster 29	Poster 53	Present 45%

Discussion

The meeting noted that posters were given less attention compared to oral papers. Apparently the general perception is that if the presented abstracts are selected for posters then they may not be interesting or important. It also appears that some sponsors prefer oral presentations to posters.

The meeting appealed to institutions and sponsors to give opportunity to presenters, especially young scientist to prepare posters for them to learn and gain experience for international meetings. Some presenters indicated their intention to present a poster on submission.

The Council Secretariat was requested to consider competition among posters to attract and motivate young presenters by giving them prize.

Conclusion

- From papers on *Glossina* biology, two posters were on genetic structure or diversity of *Glossina* and its implication on the control. The majority of the papers on this theme were focused on repellents, except one on the ability of tsetse flies to acquire an infection of the second trypanosome species.
- All the posters on sleeping sickness were related to diagnosis: B cells methods, centrifugation technique and Loop Mediated Isothermal Amplification (LAMP). The first two posters provide data on potential early stage detection and, the LAMP of DNA is in validation process.
- Regarding AAT control, farmers' capacity building for AAT Management and Environment was recommended by most presenters. This will allow livestock owners to have improved and quality animal husbandry practices to reduce drug resistance. Other animals have been surveyed in Sudan to assess the importance of *T. evansi* in camels and in donkeys.
- The need for a study on strategic environmental, socio-economic assessment and baseline surveys prior to conducting T & T control/eradication was emphasized.

Recommendations:

- It was observed that two consecutive sessions in day 2 were not enough for participants to visit all posters so as to be able to comprehend materials for discussion and recommendation. Day 4 is probably better for poster sessions to give more time for reading.
- The Council welcomes the continued improvement of Poster sessions and recommends the provision of appropriate poster room to encourage authors including young scientists to explain their presentations to the participants fully. Action: ISCTRC Secretariat and hosting member nation.
- In order to further encourage increased participation in the Poser sessions, Council recommends that prizes be awarded to the three best posters during the Conference and that Private Sector be approached to sponsor such prizes. In this case, clear guidelines for poster selection should be worked out and agreed upon. The details should be included in conference announcement. Action: ISCTRC Secretariat.

PRESENTATION DES AFFICHES

Modérateur : Issa Sidibé

Rapporteur : Joyce Daffa

Deux séances étaient consacrées à la présentation des affiches. Il y eu également une heure de discussion en plénière après les deux séances. Sur un total de 53 affiches annoncées, 24 étaient déjà affichées au moment de la séance. Le format de présentation et les thèmes ont été respectés par tous les auteurs: par exemple l'introduction suivie de l'objectif, matériel et méthodes, résultats et conclusion.

La majorité des affiches sont suffisamment grandes, visibles ou lisibles, bien coloriées et bien illustrées. Cependant, quelques affiches sont allées dans trop de détails, sont trop condensés, ce qui les a rendus difficilement lisibles et compréhensibles. Les différents thèmes et les séances y afférentes sont donnés dans le tableau ci-après:

Thème	Titre	Affiches présentes	Affiches absentes	Total	% Présent
I	PATTEC et Rapports nationaux	0	0	0	0
II	Biologie de <i>Glossina</i> et lutte contre les glossines	4	12	16	25%
III	Trypanosomiase Humaine Africaine (THA)	5	4	9	56%
IV	Trypanosomiase Animale Africaine (TAA)	12	5	17	71%
V	Socio-économie, Utilisation des Terres & Environnement	3	8	11	27%
	TOTAL	24	29	53	45%

Discussion

La réunion a noté que les affiches ont attiré moins d'attention que les présentations orales. L'impression générale est que si les résumés sont sélectionnés sous forme affiches, c'est qu'ils ne sont ni intéressants ni importants. Il semblerait aussi que certains sponsors préfèrent les présentations orales aux affiches.

La réunion a lancé un appel aux institutions et aux sponsors pour qu'ils donnent l'opportunité aux auteurs, en particulier aux jeunes scientifiques de concevoir des affiches, d'apprendre et d'acquérir une expérience durant les conférences internationales. Certains auteurs ont fait savoir qu'ils sont disposés à présenter une affiche sur proposition.

Il a été demandé au Secrétariat d'instituer une compétition sur les affiches afin de les rendre plus attractives et de motiver les auteurs par l'allocation de prix .

Conclusion:

- Parmi les affiches relatives au thème “*Biologie de Glossina et lutte contre les glossines*”, deux (2) affiches ont porté sur la structuration ou la diversité génétique des glossines et son implication dans la lutte. Sinon la majorité des présentations de ce thème ont porté sur l'utilisation des répulsifs dans la lutte contre les glossines, à l'exception d'une présentation qui a abordé la capacité de la glossine à s'infecter par une deuxième espèce de trypanosomiasme.
- Toutes les affiches sur la maladie du sommeil ont focalisé sur le diagnostic: Les méthodes cellulaires (lymphocytes B), la technique de centrifugation et “*l'Amplification isotherme par anse (LAMP)*”. Les résultats des deux premières affiches ont montré une capacité de diagnostic du stade précoce, tandis que la LAMP de l'ADN sont en cours de validation.
- En ce qui concerne le contrôle de la Trypanosomiase Animale Africaine (TAA), la plupart des présentations ont recommandé le renforcement des capacités des éleveurs dans le domaine de la Gestion et de l'Environnement de la TAA. Ceci permettra aux éleveurs d'avoir des pratiques adéquates, afin de contenir la chimiorésistance. D'autres espèces d'animaux ont fait l'objet de suivi au Soudan afin d'évaluer l'impact de *T. evansi* chez les chameaux et les ânes au Soudan.
- Une étude sur l'évaluation stratégique environnementale et socio économique ainsi que des enquêtes sur les données de base sont primordiales avant la conduite de programmes de lutte et d'éradication de la mouche tsé-tsé et de la trypanosomiase.

Recommendations:

- Il a été constaté que 2 jours ne suffisent pas aux participants pour visiter toutes les affiches, les comprendre, les discuter et formuler des recommandations. La quatrième journée serait probablement mieux indiquée pour laisser suffisamment de temps aux participants pour bien lire les affiches;
- Le Conseil a salué avec satisfaction l'amélioration continue des séances des affiches et recommande la fourniture d'une salle d'exposition pour les affiches afin d'encourager les auteurs et surtout les jeunes scientifiques à participer pleinement à l'animation de cette séance par la présentation de leurs travaux.

Action à prendre: le Secrétariat du CSIRLT et le pays d'accueil du Conseil.

Afin d'encourager une participation importante à la séance des affiches, le Conseil recommande que des prix soient attribués aux trois meilleures affiches, durant la

conférence et que le secteur privé soit contacté pour sponsoriser ces prix. A cet effet, des critères précis pour la sélection des affiches doivent être établis et approuvés. Les détails doivent être inclus dans l'annonce de la conférence.

Action à prendre: Secrétariat du CSIRLT.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

NETWORKING SESSION

Chairperson: A. A. Ilemobade

Rapporteur: M. Vreysen.

Networks are an interconnected group or system having the same interest and objective and working together towards its achievement. A good example of a network that functions properly is the Programme Against African Trypanosomosis (PAAT). PAAT is a specialised, comprehensive network that is composed of four mandated organisations i.e. AU-IBAR, FAO, IAEA and WHO whom constitute the secretariat. PAAT aims at networking and coordinating international alliances towards harmonized interventions against T&T both in human and animals, to promote partnerships, dialogue and assistance, to encourage and enhance multi-stakeholders' initiatives, and to build consensus on common agricultural policy in T&T affected areas.

Networking for T&T is needed in view of the magnitude of the problem and the fact that none of the specialized international organisations can cope with all aspects of the T&T problem. The root problem that the international organisations are called upon to help solve is poverty, under nourishment and food insecurity. Therefore, strategies are needed that are comprehensive to positively impact the roots of the causative effects on poverty posed by T&T, and hence the need for a good functional network.

PAAT, as a unique international forum, also promotes open access to high-quality information for the 37 T&T-affected countries. In that respect, the recently upgraded PAAT Information System provides new tools, methodologies and datasets for the benefit of all stakeholders. The use of GIS techniques, the sharing and exchange of spatial datasets through the creation of meta-documentation and the integration with other web-based resources (e.g. FAO GeoNetwork) has been advanced. Standardized, high-resolution land cover maps of eight T&T-affected countries, based on the FAO Africover dataset, have been produced in support of tsetse habitat mapping. In addition, global spatial datasets have been reviewed, selected and analysed to facilitate their use, capacity building and harmonization have been pursued through workshops and training courses. Finally, the PAAT Information System offers renewed and novel opportunities for knowledge sharing for all stakeholders and provides an ideal institutional, scientific and technical framework for information dissemination with a still largely unexploited potential.

Another example of a functioning network is the HAT Platform. The platform aims at providing assistance in the attempt to remove several obstacles such as the delays in obtaining authorisation for clinical trials, the need for adapted expertise, and the need for appropriate methodologies for clinical trials.

The discussion topics focused on the following: (1) various networks are in place, but it was suggested that several of these networks are not working properly, and their operations need to be urgently optimised, (2) the importance of networks was underlined to make each stakeholder understand “who is doing what”, (3) the need for better communication within the network, the importance of a common purpose within each of the networks, the importance that the members of a network have complementary expertise, and the importance of a bottom-up approach were emphasised, and (4) networks need to make sure that they can be reached and that they can be used by all stakeholders to the maximum.

Recommendations:

The ISCTRC recognises:

1. The work of the Programme Against African Trypanosomosis (PAAT) in networking and coordination within the international community,
2. The achievements concerning the development of harmonised intervention against T&T both in humans and animals.

The ISCTRC recognises,

The advisory role of PAAT for policy and technical issues for T&T management and in assisting member states and PATTEC in planning implementation of field T&T programmes and operations.

The ISCTRC recommends:

- 1.to further strengthen the coordination, communication and information networking activities of PAAT,
- 2.that member countries and regional networks increase the dialogue and exchange of information with other networks, in particular PAAT, with a view to promote consensus in common agriculture and human and animal health policy in T&T affected countries,
- 3.that the existing networks be strengthened through more active participation and improved dissemination of technical and scientific knowledge and through increased sharing of relevant datasets.

UTILISATION DU RESEAU

Modérateur : A. Ilemobade

Rapporteur : M. Vreysen

Un réseau est un groupe ou un système interconnecté qui poursuit un même intérêt ou un même objectif, et qui travaille de concert en vue de sa réalisation. Un exemple concret de réseau qui fonctionne bien est le Programme de Lutte contre la Trypanosomiase Africaine (PAAT). Le PAAT est un vaste réseau spécialisé, qui est composé de quatre organisations mandatées, à savoir: l'UA/IBAR, la FAO, l'AIEA et l'OMS qui en forment le Secrétariat. L'objectif du PAAT est de créer un réseau et de coordonner les alliances internationales pour des interventions coordonnées contre les T&T chez l'homme et le bétail, de promouvoir des partenariats, le dialogue et l'assistance, d'encourager et d'améliorer les initiatives des divers partenaires, et d'édifier un consensus sur la politique agricole commune dans les zones affectées par les T&T.

L'utilisation du réseau pour la lutte contre les T&T est nécessaire compte tenu de l'ampleur des problèmes liés aux T&T et du fait qu'aucune des organisations internationales spécialisées ne maîtrise tous les aspects des problèmes relatifs aux T&T. Le problème fondamental que les organisations internationales sont appelées à résoudre est la pauvreté, la sous-alimentation et l'insécurité alimentaire. Il faudrait, par conséquent, des stratégies globales pouvant avoir un impact positif sur les effets de la pauvreté engendrée par les T&T, d'où la nécessité d'un réseau fonctionnel.

En tant que forum international unique, le PAAT favorise aussi l'accès à une information de bonne qualité aux 37 pays touchés par les T&T. A cet égard, le Système d'information du PAAT récemment actualisé, fournit de nouveaux outils, des méthodes et des données de base à tous les partenaires. L'utilisation des techniques de SIG, le partage et l'échange de données de base spatiales à travers la création de la méta-documentation et l'intégration d'autres ressources virtuelles (telles que le Géoréseau de la FAO) ont été renforcés. Des cartes de couverture terrestre normalisées à haute résolution des huit pays touchés par les T&T, sur la base d'un ensemble de données de la FAO Africover, ont été produites en vue d'appuyer la cartographie de l'habitat des tsétsés. En plus, des données de base spatiales globales ont été revues, sélectionnées et analysées afin de faciliter leur utilisation. Le renforcement des capacités et l'harmonisation se poursuivent à travers des ateliers et des cours de formation. Enfin, le Système d'information du PAAT offre de nouvelles opportunités de partage des connaissances pour tous les partenaires et fournit un cadre de travail institutionnel, scientifique et technique idéal pour la diffusion des informations, dont un vaste potentiel reste encore inexploité.

La plate-forme de THA est un autre exemple de réseau qui fonctionne bien. Son objectif est d'aider à surmonter les divers obstacles tels que les retards pour l'obtention d'autorisation pour effectuer des tests cliniques, l'urgence d'une expertise adaptée et la nécessité de l'utilisation de méthodes appropriées pour les tests cliniques.

Les thèmes de discussion étaient axés sur les points suivants:

- (1) L'existence de plusieurs réseaux, mais comme plusieurs d'entre eux ne fonctionnent pas de façon appropriée, il s'avère nécessaire d'optimiser d'urgence leur fonctionnement;
- (2) L'importance des réseaux a été mise en exergue afin que chaque partenaire comprenne "qui fait quoi";
- (3) La nécessité d'établir une meilleure communication au sein du réseau, celle d'avoir un objectif commun au sein de chaque réseau, l'importance pour les membres d'un réseau d'avoir une expertise supplémentaire et l'importance d'une approche ascendante ont été soulignées et;
- (4) La nécessité de veiller à ce que les réseaux soient accessibles et qu'ils puissent être utilisés au maximum par les partenaires.

Recommandations :

Le CSIRLT reconnaît:

1. Les activités du Programme de lutte contre la Trypanosomiase Africaine (PAAT) grâce à l'utilisation des réseaux et à la coordination au sein de la communauté internationale.
2. Les réalisations concernant le développement d'interventions harmonisées dans le cadre de la lutte contre les T&T chez l'homme et le bétail.

Le CSIRLT reconnaît :

Le rôle consultatif joué par le PAAT concernant les questions techniques et politiques pour la gestion des T&T et l'assistance aux pays membres du PATTEC dans la planification de la mise en œuvre de programmes et d'activités de lutte contre les T&T.

Le CSIRLT recommande que :

1. La coordination, la communication et les activités des réseaux d'information du PAAT soient renforcées.
2. Les pays membres et les réseaux régionaux favorisent le dialogue et améliorent l'échange d'informations avec les autres réseaux, en particulier le PAAT, en vue de promouvoir le consensus sur une politique agricole commune et une politique de santé humaine et animale dans les pays touchés par les T&T.
3. Les réseaux existants soient renforcés grâce à une participation plus active, à la large diffusion de connaissances scientifiques et techniques et au partage de données de base adéquates.

(DOCUMENT(FR) COMPLET EDITE)

CAPACITY BUILDING

Moderator: Rajinder Saini

Rapporteur: Victorin Codjia

Dr. Grace Murila in her keynote address highlighted the Research Capacity Strengthening being undertaken by KARI-TRC with funding from WHO-TDR. Dr. Saini presented the training needs assessment undertaken for six PATTEC countries (Burkina Faso, Mali, Ghana, Ethiopia, Uganda and Kenya).

The main points arising out of the discussion were:

1. An acute shortage of well-trained and experienced staff at all levels in T&T affected countries for the implementation of large-scale area wide T & T control/eradication programmes.
2. Capacity of scientists and managers in vector and disease research in Africa was limited.
3. A coherent and targeted programme for building capacity was lacking.
4. That African scientists need to be trained in modern cutting edge techniques in molecular sciences and in GIS.
5. Further R & D is needed to develop new innovative tools for sustainable surveillance and control of HAT.
6. The necessity to train more lab technicians and medical assistants for control of HAT.
7. Available training manuals need to be reviewed for appropriateness and adopted.
8. Lack of funding and necessity of attracting more funds from national systems and other international donors and institutes.
9. Need to implement comprehensive training programmes urgently.
10. To involve all stakeholders for developing and implementing research training programmes.

Recommendations

RECOGNISING

1. The shortage of well trained and experienced staff in the region, and the need to expedite the implementation of large-scale area wide T & T control/eradication programmes.
2. The shortage of scientists and managers in vector and disease research in Africa.
3. That African scientists need to be trained in cutting edge techniques in molecular sciences and in GIS.
4. That further R&D is needed to develop new innovative tools for sustainable surveillance and control of HAT.

5. The major role-played by lab technicians and medical assistants in the reduction of HAT cases in the last ten years.
6. The need for specific training modules and manuals.

NOTING with appreciation the capacity building efforts of International Organisations like FAO, IAEA, WHO, the International Research Institutes like ICIPE, ILRI, CIRDES, CIRAD, National Institute like KARI-TRC and continental projects like PATTEC among others.

RECOMMENDS

1. A more coordinated, focused and holistic approach is needed for capacity building in African countries, so that trained manpower can be built at all levels based on needs assessments for each country.
2. Steps should be taken to strengthen the institutional capacity of African countries in research and in undertaking large-scale control /eradication programmes.
3. There is an urgent need to continue training of middle and senior staff in implementation of the control programmes especially for PATTEC countries.
4. Senior staff to be trained in projects management.
5. There is an urgent need to produce training modules and manuals and refine existing ones for use by technical staff implementing PATTEC activities.
6. WHO HAT Surveillance and Control Programme should continue enhancing the capacity of Health workers in disease diagnosis and management, for people living in remote rural areas where the disease is endemic.
7. WHO/TDR is requested to continue its approach of enhancing the research capacity of African scientists.
8. National systems to ensure that the required capacity to undertake large-scale control programmes exists and is optimally used.
9. That resource mobilisation for capacity building is given priority.

RENFORCEMENT DES CAPACITES

Modérateur : Rajinder Saini

Rapporteur : Victorin Codjia

Dans son intervention, Dr. Grace Murila, a mis en exergue la Recherche en matière de Renforcement des Capacités entreprise par le KARI-TRC avec l'appui financier de l'OMS-TDR. Dr. Saini a présenté une évaluation des besoins en formation effectuée pour six pays du PATTEC (Burkina Faso, Mali, Ghana, Ethiopie, Ouganda et Kenya).

Les principaux points abordés lors de la discussion sont :

1. Le manque important de personnel bien formé et expérimenté, à tous les niveaux, dans les pays touchés par les T&T, pour la mise en œuvre des programmes de lutte/éradication des T&T à grande échelle.
2. La nécessité de renforcer d'urgence les capacités des scientifiques et des gestionnaires en matière de R&D sur le vecteur et la maladie en Afrique.
3. Le manque d'un programme cohérent et ciblé pour le renforcement des capacités à tous les niveaux.
4. La nécessité d'inclure, dans le Renforcement des Capacités, la formation des scientifiques et des gestionnaires sur les techniques les plus récentes dans le domaine des sciences moléculaires et du Système d'information géographique (SIG).
5. La nécessité d'intensifier davantage les R&D pour permettre le développement de nouveaux instruments innovateurs en vue d'une surveillance et d'un contrôle durables de la Trypanosomiase Humaine Africaine (THA).
6. La nécessité de former davantage de techniciens de laboratoire et d'assistants médicaux pour le contrôle de la THA.
7. Le besoin de revoir les manuels disponibles pour qu'ils répondent de manière appropriée et adaptée à la formation.
8. L'insuffisance de financement et la nécessité de mobiliser plus de fonds des systèmes nationaux et autres donateurs internationaux et des institutions concernées.
9. L'implication de tous les partenaires dans l'élaboration et la mise œuvre des programmes de formation.
10. La nécessité de mettre en œuvre d'urgence des programmes de formation compréhensifs.

Recommandations

Reconnaissant :

- Le manque de personnel bien formé et expérimenté dans la région et la nécessité d'accélérer la mise en œuvre des programmes de lutte/éradication à grande échelle des T&T.
- Le manque de scientifiques et de gestionnaires en matière de recherche sur le vecteur et la maladie en Afrique.
- La nécessité d'inclure, dans le Renforcement des Capacités, la formation de scientifiques et de gestionnaires sur les techniques les plus récentes dans le domaine des sciences moléculaires et du Système d'information géographique (SIG).
- La nécessité d'intensifier davantage les R&D pour permettre le développement de nouveaux instruments innovateurs en vue d'une surveillance et d'un contrôle durables de la Trypanosomiase Humaine Africaine (THA).
- Le rôle majeur des techniciens de laboratoire et des assistants médicaux dans la réduction des cas de THA au cours des dix dernières années.
- La nécessité d'élaborer des modules et des manuels de formation spécifiques

Notant avec satisfaction les efforts déployés pour le renforcement des capacités par les organisations internationales telles que la FAO, l'AIEA, l'OMS-TDR, les Instituts internationaux de recherche telles que l'ICRPE, l'ILRI, le CIRDES, le CIRAD et les Instituts nationaux tels que KARI-TRC ainsi que des projets continentaux tels que le PATTEC, entre autres.

La réunion recommande :

1. Une approche mieux coordonnée, focalisée et holistique pour le renforcement des capacités dans les pays africains, afin de leur permettre de disposer d'une main d'œuvre qualifiée à tous les niveaux selon les besoins de chaque pays/région;
2. Que des dispositions nécessaires soient prises pour renforcer la capacité institutionnelle des pays africains en matière de recherche et de mise en œuvre de programmes de lutte/éradication à grande échelle;
3. Qu'il faudrait assurer la formation continue des cadres moyens et supérieurs pour la mise en œuvre des programmes de lutte notamment pour les pays du PATTEC;
4. Que des cadres supérieurs soient formés pour la gestion des projets;
5. Qu'il faudrait revoir et préparer dans les meilleurs délais des modules et des manuels à l'intention du personnel technique des pays qui mettent en œuvre le PATTEC;
6. Que l'OMS/TDR devrait continuer à renforcer la capacité des scientifiques africains pour la recherche;

7. Que le Programme OMS de contrôle et de surveillance de la maladie du sommeil devrait continuer à renforcer la capacité des agents de santé en matière de diagnostic et de la gestion de la maladie, afin d'aider les personnes vivant dans les zones rurales isolées où la maladie est endémique;
8. Que les systèmes nationaux devraient assurer l'existence de la capacité requise pour la mise en œuvre des programmes de lutte à grande échelle et faire en sorte que cette capacité soit utilisée de façon optimale;
9. Qu'il faudrait accorder la priorité à la mobilisation des ressources pour le renforcement des capacités;

**REGIONAL AND COUNTRY REPORTS
RAPPORTS NATIONAUX ET REGIONAUX**

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

101

**LA CREATION DE ZONES DURABLEMENT LIBEREES DE LA MOUCHE
TSETSE ET DES TRYPANOSOMIASES AU BURKINA FASO**

**THE CREATION OF ZONES SUSTAINABLY FREED OF TSETSE AND
TRYPANOSOMOSIS IN BURKINA FASO**

Issa Sidibé

National Coordinator of PCZLD/PATTEC –Burkina Faso

Summary

This project in Burkina Faso is part of the Pan-African Tsetse and Trypanosomosis Eradication Campaign (PATTEC), which is covering 37 Sub-Saharan countries, infested with the tsetse fly. The global objective of the project is to contribute to the improvement of food security and poverty reduction in the six countries participating in the pilot phase of the programme mainly financed by the African Development Fund. The specific objectives are: (i) to create zones that are free of tsetse fly; integrating the approaches of reduction of the infestation; control and eradication while making sure that the recovered land is used in an equitable and sustainable manner; (ii) reinforce the capacities of the PATTEC to set in motion the project and the programme, by training and by placing the logistics at its disposal. Since the start of the project in June 2006, the activities implemented have been driven according to the four components (Reduction and Eradication of Tsetse fly and Trypanosomosis, Capacity Building, Land use, Project Coordination and Management), and executed in the West cotton belt of the country, especially in the Regions of the Boucle du Mouhoun, Hauts Bassins, the South-West Region and the Cascades. A plan of action has been elaborated and approved for the entomological, epidemiological, socio-economic and environmental baseline data collection as well as the suppression and the eradication of flies. The diagnosis and the epidemiological surveillance of Sleeping Sickness are in progress in the context of constant flow and repatriation of human population from sleeping sickness endemic area of Cote d'Ivoire. The Pasture areas existing in the intervention zone of the project, is the subject of information and sensitization of the populations on the policies, organization of farmers, and land use and management. The results obtained so far, and the options chosen will be presented and discussed.

Résumé

Le projet du Burkina Faso rentre dans le cadre de la Campagne Panafricaine d'Eradication de la Mouche Tsétsé et des Trypanosomiasés, qui couvre 37 pays subsahariens infestés par la mouche tsétsé. L'objectif global du projet est de contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté dans les six pays participant à la phase pilote du programme financé principalement par le Fonds Africain de Développement.

Les objectifs spécifiques consistent à:

- (i) Créer des zones libérées de la mouche tsé-tsé, en intégrant les approches de réduction de l'infestation, de contrôle et d'éradication tout en s'assurant que les terres récupérées sont exploitées de manière équitable et durable;
- (ii) Renforcer les capacités du PATTEC pour la réalisation du projet et du programme, par la formation et en lui assurant une logistique appropriée. Depuis le 28 juin 2006, entrée en vigueur du projet, des activités sont mises en œuvre suivant les quatre volets (Réduction et éradication de la mouche tsétsé et de la trypanosomiasé, Renforcement des capacités, Gestion durable des terres, Coordination) et menées dans la zone cotonnière de l'Ouest du pays, en particulier dans les régions de la Boucle du Mouhoun, des Hauts Bassins, du Sud-Ouest et des Cascades. Un plan d'action a été élaboré et approuvé pour la collecte de données de base entomologiques, épidémiologiques, socio-économiques et environnementales ainsi que pour la suppression et l'éradication des mouches. Le diagnostic et la surveillance épidémiologique de la maladie du sommeil sont en cours dans le contexte d'un mouvement constant et d'un fort rapatriement des populations en provenance des foyers endémiques de la Côte d'Ivoire. L'avenir des terres à vocation pastorale dans la zone d'intervention du projet font l'objet d'informations et de sensibilisation sur les politiques, l'organisation des fermiers, la gestion et l'exploitation durables de ces terres. L'ensemble des résultats déjà obtenus et des options choisies seront présentés et discutés.

I. QUELQUES RAPPELS

1. OBJECTIF GLOBAL DU PROJET :

Contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté dans les six pays participants.

2. OBJECTIFS SPÉCIFIQUES:

- Créer des zones libérées de la mouche tsé-tsé dans les 6 pays en intégrant les approches de réduction de l'infestation, de contrôle et d'éradication tout en s'assurant que les terres récupérées soient mises en exploitation de manière équitable et durable.
- Renforcer les capacités du PATTEC pour la mise en œuvre du projet et du programme, par la formation et la logistique mise à disposition.

3. ORGANISATION DES ACTIVITES DU PROJET AU BURKINA FASO EN 4 COMPOSANTES :

- Réduction et éradication de la mouche tsé-tsé et de la Trypanosomiasse
- Renforcement des capacités
- Gestion durable des terres
- Coordination

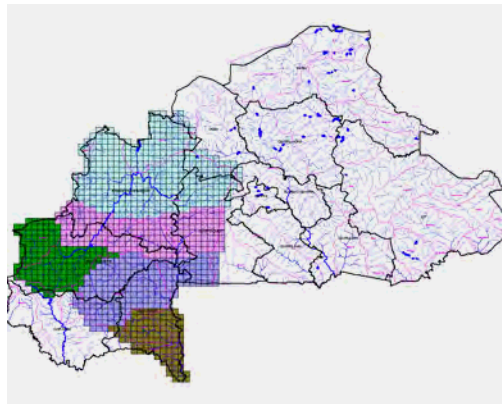
4. STRATÉGIES D'INTERVENTION

Le programme sera exécuté principalement à travers :

- Une unité Technique du projet : activités de terrain
- Un insectarium : fournisseur de mouches stériles
- ELAT : formation (locale, nationale et régionale)
- Le Ministère de l'Environnement (suivi de l'impact environnemental)
- Le Ministère de la Santé (maladie du sommeil)
- Les Services Techniques du Ministère des Ressources Animales
- Les communautés bénéficiaires, vétérinaires privés, consultants, CIRDES.

5. ZONE D'INTERVENTION :

Zone cotonnière de l'Ouest : Régions de la **Boucle du Mouhoun**, des **Hauts Bassins** et du **Sud Ouest**



6. FINANCEMENT

- Financement du Fonds Africain de Développement
- Budget national
- Soutien technique de l'AIEA (projet RAF 05/51 ; BKF)
- Autres contributions (appui scientifique) : CIRDES, IRD, LTTRN, FAO, OMS, etc.. ;

BUDGET PRINCIPAL DU PCZLD :

Prêt FAD: 9,34 millions UC ; **DON FAD:** 0,24 millions d'UC

GVT-BF : 1,58 millions d'UC

7. DUREE : 6 ans

II. ACTIVITES REALISEES :

1. MISE EN PLACE DES EQUIPES ET DES INFRASTRUCTURES

- Mise en place de l'équipe de coordination (janvier à avril 2006)
- Mise en place d'une nouvelle Unité de Production des Tsétsé ou TPU3 avec l'appui de l'AIEA
- Accueil d'une équipe de 2 experts de l'AIEA pour l'installation des équipements du TPU3 : 28 juillet au 12 août 2006 puis du 5 au 12 avril 2007.

Cet insectarium est considéré comme un réservoir pouvant fournir les mouches pour les lâchers expérimentaux du Mali, Ghana et du Burkina Faso. L'expression des besoins par les projets au moins 6 mois à l'avance permet de démarrer la production en masse des mouches. La construction du principal insectarium aura une capacité de fournir environ 1 million de mouches mâles stériles par semaine pour l'étape finale de l'éradication dans les zones d'intervention des 3 pays d'Afrique de l'Ouest. L'avant projet sommaire du plan de construction et les études préliminaires du sol ont été réalisés. Les documents techniques (descriptif technique et descriptif quantitatif, plan et coût détaillé) sont déjà disponibles depuis fin avril 2007.



2. ACTIVITES DE DEMARRAGE DU PROJET

- Organisation d'une réunion technique, les 5 et 6 juillet 2006 à Bobo-Dioulasso sur les activités de recherche et de lutte contre les mouches tsé-tsé et les trypanosomiasés, en cours où à mettre en œuvre dans la zone d'intervention du projet BAD/PATTEC (17 participants provenant de l'UCLT, ELAT, CIRDES, PNLTHA, CIRDES, IRD).

- Réunion de travail au siège de l'AIEA, à Vienne, entre l'équipe technique de contrôle des vecteurs de l'agence, le coordinateur accompagné d'un architecte de Conception G2 pour discuter du plan du nouvel insectarium et du choix du site d'implantation : du 15 au 21 juillet 2006.
- La 1ère réunion des coordinateurs des 6 pays du projet BAD/PATTEC s'est tenue à Addis Abeba du 28 au 30 septembre 2006, au siège de l'Union Africaine.
- Un atelier a été organisé à Bobo du 2 au 20 octobre 2006, au siège du projet pour évaluer les besoins pour la collecte des données de base entomologiques et parasitologiques et définir le plan d'action global du projet.
- Deux experts de la BAD (Drs. Laurence Chi Tawah et Joseph M. Ribeiro) ont animé du 10 au 12 octobre 2006 un atelier de lancement sous régional sur les procédures et règles de la Banque. Cet atelier a regroupé les équipes de coordination du Mali et du Burkina.
- Le lancement officiel du projet a eu lieu le 13 octobre 2006, avec la participation des représentants du Mali et du Ghana, des Membres du Gouvernement, des Gouverneurs, des Directeurs régionaux des Ministères des Ressources Animales, de la Santé, de l'Environnement et du Cadre de Vie, de l'Agriculture, de l'Hydraulique et Ressources Halieutiques, des populations bénéficiaires des 4 régions (Boucle du Mouhoun, Hauts Bassins, Sud Ouest et Cascades), d'un représentant de l'Union Africaine, des Institutions internationales spécialisées (FAO, OMS) et du Groupe de la BAD.

**COMPOSANT
E 1: Réduction
et Eradication
des Tsé-tsé**



Les enquêtes socio-économiques, parasitologiques, entomologiques, environnementales, et d'occupation des terres doivent être conduites en saison sèche car les espèces de glossines présentes sont riveraines. La sélection des consultants est faite pour les enquêtes parasitologiques et socio-économiques.

Les enquêtes environnementales et d'occupation des terres sont également en préparation avec le Ministère de l'Environnement et la Direction Générale des Espaces et Aménagements Pastoraux (DGEAP), du Ministère des Ressources Animales. Des projets de protocoles ont déjà été élaborés et soumis.

Conformément au programme d'activités 2007, les enquêtes entomologiques sont planifiées pour commencer dès la fin de la saison des pluies (septembre ou octobre).

Le Programme National de Lutte contre la Trypanosomiose Humaine Africaine (PNLTHA) et le Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zones Subhumides (CIRDES)/IRD souhaitent contribuer au renforcement de la surveillance et la lutte contre la THA dans le Sud du Burkina Faso en ciblant les zones ayant accueilli une forte concentration de rapatriés, et qui abritent des glossines. Les provinces ciblées grâce à un travail préliminaire (financé par l'Institut de Recherche pour le Développement, IRD) ont été celles du Poni (départements de Loropéni et Kampti) et de la Comoé (départements de Niangoloko et Mangodara), du 19 au 30 janvier puis du 14 au 26 mars 2007.

Les objectifs de cette présente mission financée par l'OMS, l'IRD/CIRDES et le PCZLD/PATTEC étaient:

- d'identifier au niveau de ces départements, les villages les plus potentiellement à risque à l'aide d'équipes légères et mobiles faisant uniquement des CATT et des examens cliniques sommaires tout en s'assurant de la provenance des rapatriés de zones à risque de THA en Côte d'Ivoire (missions préliminaires),
- d'effectuer des prospections médicales dans les zones ainsi sélectionnées.

Toutes les activités ont été menées en collaboration entre le PNLTHA et l'IRD/CIRDES et avec un appui technique de l'Institut Pierre Richet (IPR) de Côte d'Ivoire, dans le cadre de la mise en œuvre du PCZLD/PATTEC.

Missions préliminaires

Deux missions préliminaires (4 x 6 jours) ont été effectuées par des équipes légères (4 personnes, 1 véhicule, 2 mobylettes), l'une dans la province du Poni (départements de Loropéni et Kampti) et l'autre dans celle de la Comoé (départements de Niangoloko et Mangodara). Ces missions avaient pour but de recueillir pour les villages de ces départements, des informations (i) auprès des autorités administratives (préfet, direction régionale de la santé, action sociale, eaux et forêts etc.) et villageoises (chef, comité, délégué) sur la présence de rapatriés provenant des foyers de THA en Côte d'Ivoire, (ii) sur la présence éventuelle de la maladie auprès des autorités sanitaires (connaissance de la maladie, présence du vecteur, existence de cas suspects) et à l'aide d'examens cliniques et sérologiques (CATT), afin d'identifier les villages les plus à risque de re-émergence de la THA.

Lors de la mission du Poni, 14 villages (et hameaux avoisinants) ont été visités. Dans certaines zones encore préservées de l'action de l'homme (Djigoué, Batié, Bambassou, Kpéré, Boussoukoulou, Midebdo, Périgban), les rapatriés sont peu nombreux

et très dispersés. Dans d'autres zones comme celles de Nako et Malba, de nombreux rapatriés se sont installés mais très temporairement et au moment de notre visite ils étaient déjà repartis. Par contre, dans les zones de Tikéra, Niantana, Gbalara, Mouléra et Torkora, de nombreux rapatriés (provenant principalement des zones de THA de Côte d'Ivoire) se sont installés. Les examens cliniques et sérologiques ont permis d'identifier plusieurs suspects dans ces villages qui ont donc été retenus pour les activités de dépistage exhaustif.

Lors de la mission de la Comoé, 13 villages (et hameaux avoisinants) ont été visités. Sur la base des mêmes critères (présence de rapatriés provenant des foyers de Côte d'Ivoire et de suspects cliniques et sérologiques), les villages suivants ont été retenus pour les activités de dépistage exhaustif : Sansamba, Moussokantou, Gotti, Mado, Logogniégué, Boko et Nawa.

Prospections médicales

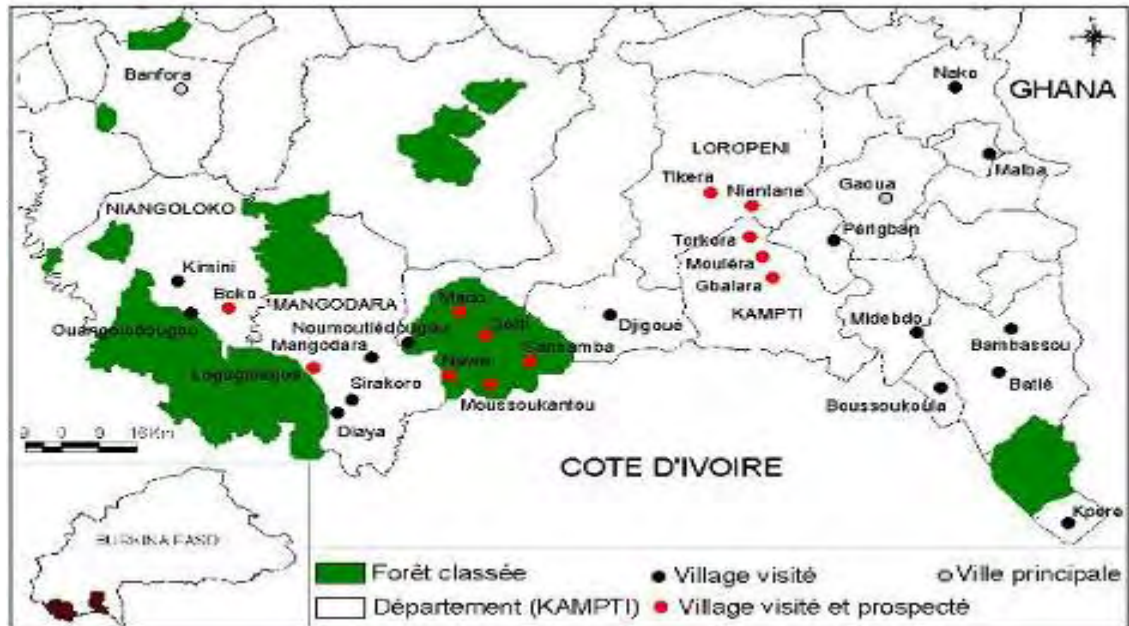
Deux prospections médicales exhaustives ont été menées, l'une dans la province du Poni, l'autre dans celle de la Comoé, dans l'ensemble des villages sélectionnés lors des missions préliminaires. Les taux de présentation (personnes vues/personnes recensées) avoisinaient les 77% dans les deux cas. Aucun malade n'a été dépisté par les tests parasitologiques (mAECT et PG). Les taux de séropositivités (nombre de CATT plasma positifs ($>1/4$) / nombre de personnes visitées : Poni 0,3% et Comoé 0,1%) sont relativement faibles comparés aux taux que l'on observe habituellement en zone d'endémie ($>1\%$). Dans la province de la Comoé, on remarque une distribution inégale du nombre des séropositifs et positifs au CATT sang total suivant les zones prospectées. La quasi-totalité des sujets positifs aux tests sérologiques proviennent de la zone de Boko. Ces sujets sont par contre également répartis dans la province du Poni. Nous avons remarqué que la plupart de ces individus positifs aux tests sérologiques avaient un lien avec les zones d'endémie de THA en Côte d'Ivoire (rapatriés, sujets travaillant toujours en Côte d'Ivoire mais de passage dans leur village d'origine au Burkina-Faso). Le taux de séropositivité au sein des populations autochtones est de 0,04%.

Il faut préciser que deux des 13 individus séropositifs de la province du Poni (un de Gbalara et un de Mouléra) présentaient des signes cliniques évocateurs de THA, notamment la présence d'adénopathies cervicales typiques. Les sujets se plaignaient de céphalées fréquentes et de fièvres récurrentes. L'un d'eux montrait des signes d'atteintes neurologiques (comportement agressif, altérations de certains réflexes). Du sang et du plasma de ces deux sujets ont été conservés et ramenés au laboratoire du CIRDES pour effectuer des examens supplémentaires (ELISA et PCR). Dans les deux cas, les PCR et ELISA ont été positives. Ces deux sujets provenaient d'une zone d'endémie bien connue de THA en Côte d'Ivoire (foyer de Daloa).

Un résultat important de cette enquête et notamment des missions préliminaires est la confirmation du risque de réapparition de la THA dans le Sud-Ouest du Burkina-Faso : présence dans des zones historiques de THA où le vecteur est toujours présent (la transmission des trypanosomiasés animales ainsi que les piégeages de nos équipes en témoignent), de nombreuses personnes ayant vécu ou vivant toujours dans les zones

d'endémie sommeilleuse de Côte d'Ivoire donc potentiellement porteuses de trypanosomes.

Les deux principaux suspects identifiés lors des prospections médicales doivent faire l'objet d'une attention particulière. Ces sujets, ainsi que les autres sujets séropositifs (enregistrés et géoréférenciés) vont faire l'objet d'un suivi tous les trois mois pendant un an en collaboration entre l'IRD/CIRDES et le PNLTHA.



Carte : Villages visités et villages prospectés dans les provinces du Poni (département de Loropéni et Kampti) et de la Comoé (département de Niangoloko et Mangodara)

L'absence de malades et le très faible taux de séropositivité (notamment au niveau des populations autochtones) semblent montrer que pour le moment, il n'y a pas de transmission de la THA dans les zones prospectées. Néanmoins, ces zones, tout comme celle de Folonzo (Province de la Comoé, proche de Boko, prospectée en mars 2006) doivent rester sous surveillance.

A la lumière des résultats de cette évaluation, il a été recommandé :

- La poursuite de l'évaluation de la THA dans les zones à risque notamment là où se sont installés des rapatriés de Côte d'Ivoire;
- La formation/recyclage des infirmiers et médecins de la zone à risque pour une meilleure surveillance passive de la THA dans les formations sanitaires. La surveillance active, même avec une équipe bien rodée, ne peut pas à elle seule résoudre le problème de la THA;
- La prospection entomologique pour mieux identifier les villages à surveiller notamment ceux ayant des galeries forestières abritant des glossines;
- Les positifs au CATT sur sang total doivent être régulièrement suivis (par exemple tous les trois mois) pour mieux cerner l'évolution de leur positivité.

COMPOSANTE 2 : Renforcement des capacités

Les programmes de formation seront finalisés à la fin juin 2007, lors de la réunion des coordinateurs des 6 pays et des membres des comités de pilotage régionaux.

Les documents de base pour la réhabilitation de l'ELAT sont en cours de finalisation (plans, devis descriptif, devis quantitatif détaillé).

Les activités d'information et de sensibilisation qui ont commencé le 20 novembre 2006 se sont poursuivies jusqu'au 6 février 2007. Elles ont pu atteindre les 15 provinces prévues dans la planification. Sur 340 personnes prévues, 301 personnes ont réellement assisté aux ateliers qui se sont tenus dans les chefs lieux de province, avec un taux moyen de participation de 90% avec les répartitions suivantes:



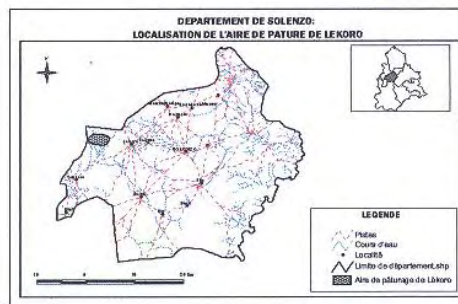
Au cours de ces rencontres, des exposés ont été faits sur:

- Le PATTEC et le Projet de Création de Zones libérées Durablement de la Mouche Tsétsé et de la Trypanosomiose;
- La maladie (trypanosomiose humaine et animale), le vecteur et les moyens de lutte;
- La mise en œuvre du projet par composante et l'engagement communautaire souhaité pour une appropriation et une pérennisation des actions.

Tout au long des différentes rencontres, la presse, à travers la Radio, la Télévision du Burkina et l'Agence d'Information du Burkina (AIB) des villes concernées, a été invitée à faire une large diffusion des échos de cette tournée d'information et de sensibilisation.

COMPOSANTE 3: Gestion durable des terres

Le choix des zones pastorales (Lekoro, Barani, Samorogouan, Siderradougou) qui feront l'objet d'activités de suivi, d'aménagement et de gestion, est en cours de réalisation avec la Direction Générale des Espaces et Aménagements Pastoraux du



Ministère des Ressources Animales. Des protocoles communs ont été élaborés pour les activités de sensibilisation, d'information et de diffusion de textes règlementaires relatives aux activités pastorales. Ces activités sont prévues dans le sens de la gestion durable des terres sur les zones pastorales situées à l'intérieur de l'aire d'intervention du projet. Une sortie sur le terrain pour la diffusion des textes règlementaires et l'explication de leur application a été effectuée du 11 au 15 juin 2007, à Lekoro et Barani.

COMPOSANTE 4: Coordination et Gestion du projet

L'organisation des activités et la mise en œuvre du plan d'action

Dès le début de l'année, la coordination a organisé la réunion du comité de pilotage qui s'est tenu le 11 janvier 2007 à Bobo-Dioulasso. Le programme d'activités et le budget 2007 ont été discutés et adoptés à cette occasion.

Une réunion a eu lieu le 10 mai 2007, au Bureau de Coordination, entre les Directeurs Régionaux, Directeurs Provinciaux de la région de la Boucle du Mouhoun et des hauts bassins avec la cellule de coordination du projet, en vue des dispositions à prendre pour identifier le personnel qui sera impliqué dans les enquêtes entomologiques, la suppression des mouches et la lutte contre la maladie chez le bétail. L'objectif de cette réflexion était de mieux cibler le personnel qui sera formé et les agents devant intervenir dans les enquêtes (communautés villageoises, vétérinaires privés, agents techniques des services vétérinaires) afin de s'assurer de la pérennisation des résultats.

La gestion des dossiers d'appels d'offres

Les DAO relatifs au manuel de procédure, l'audit des comptes, l'acquisition de matériel informatique et de mobiliers de bureau, ont été exécutés. Un nouveau DAO pour l'acquisition de véhicules et de motos a été introduit auprès de la banque pour avis de non objection. Cet avis a été reçu à compter du 14 Mai 2007.

Un autre DAO relatif à la réhabilitation de l'ELAT est en cours de finalisation.

Des demandes de prix sont en cours pour l'acquisition de petits matériels de terrain (pièges, écrans, jerricanes, tables et chaises de terrain...), qui doivent être rassemblés avant le commencement de l'enquête entomologique.

Le Plan de l'insectarium a été élaboré et soumis à l'AIEA pour un dernier avis technique.

Les rapports trimestriels

La coordination a régulièrement fourni des rapports trimestriels à la Banque Africaine de Développement, soit un total de 5 rapports, couvrant la période de juillet 2006 (date de l'entrée en vigueur du projet) à septembre 2007.

Les programmes d'activités 2006 et 2007 ainsi que les budgets y afférents ont également été soumis à la Banque qui les a approuvés.

Le Compte rendu de la réunion du Comité de Pilotage qui s'est tenu le 11 janvier 2007, a également été produit par la coordination du projet et diffusé à tous les membres statutaires du Comité, y compris la Banque.

Le Fonctionnement et l'animation de la Cellule de coordination

La cellule de coordination est composée de 5 cadres et du personnel d'appui. Il a été institué une réunion mensuelle de la cellule (le dernier jeudi du mois). Les points évoqués portent essentiellement sur les programmations mensuelles, les acquisitions, les difficultés rencontrées, les comptes rendus de mission.

La collaboration sous régionale

Compte tenu du caractère multinational du projet, les occasions ont été multipliées pour favoriser les échanges entre les coordinateurs des 3 pays d'Afrique de l'Ouest (Mali, Ghana, Burkina):

- Le lancement régional du projet qui s'est tenu à Bobo-Dioulasso, le 13 octobre 2006, a connu la participation des cellules de coordination des 3 pays.
- L'atelier technique sur les règles et procédures de la Banque, tenu du 10 au 12 octobre, a réuni les coordinations du Mali et du Burkina.
- Autres rencontres des coordinateurs de la sous région, pour discuter de la mise en place des études de base, sur les questions de formation et la préparation de la réunion du comité de pilotage régional. Cette réunion fut l'occasion de faire le point sur les besoins communs, les facilités et les infrastructures sous régionales, les sites transfrontaliers, la synchronisation des interventions et l'harmonisation des méthodes de suppression.
- La réunion semestrielle des coordinateurs des 6 pays, les réunions du PAAT, ISCTRC, la Conférence des Donateurs ont également été des occasions de rencontre entre les coordinateurs des 3 pays de la sous région pour évoquer les problèmes et stratégies communes.

Cette collaboration sous régionale sera renforcée par des échanges directs entre les spécialistes de l'entomologie, du suivi-évaluation, du SIG pour mieux définir des approches communes.

III. CONCLUSIONS

La stratégie de réduction et d'éradication dépendra des résultats des études de base qui vont commencer par les études parasitologiques, socio-économiques, environnementales et d'occupation des terres. Des études sur la végétation permettront de compléter nos analyses. L'Agence Internationale de l'Energie Atomique a donné son accord pour contribuer à la collecte des données sur la végétation.

Comme le découpage de la zone d'intervention l'indique, le bloc 1 constitue le premier bloc où les interventions vont commencer. Selon le découpage en grilles, la superficie totale du bloc 1 est de 30700 km². Ce bloc est frontalier avec le Mali d'où la nécessité d'une intervention simultanée et coordonnée entre le Mali et le Burkina dans la limite Nord de la répartition des glossines au Burkina.

La végétation de la partie Nord du fleuve Mouhoun est complètement différente de celle qu'on retrouve dans les blocs 4 et 5 (à la frontière avec le Ghana). Ceci peut déjà laisser présager une stratégie différente pour la lutte dans la zone frontalière avec le Ghana.

(DOCUMENT NON TRADUIT EN FRANÇAIS)

**SUMMARY REPORT ON PROJECT ACHIEVEMENTS OF THE
MULTINATIONAL PROJECT FOR THE CREATION OF SUSTAINABLE
TSETSE AND TRYPANOSOMIASIS FREE AREAS IN EAST AND WEST
AFRICA: GHANA**

**RAPPORT SUCCINCT SUR LES REALISATIONS DU PROJET
MULTINATIONAL POUR LA CREATION DE ZONES INDEMNES DE
TSETSE ET DE TRYPANOSOMIASIS EN AFRIQUE DE L'EST ET DE
L'OUEST : GHANA**
C.I. Mahama

Project Coordinator: Multinational Project for the Creation of Sustainable Tsetse and
Trypanosomiasis Free Areas in East and West Africa: Ghana

Summary

The PATTEC initiated, ADB funded first phase programme targets six countries (3 in west and 3 in east Africa) in the first phase of the project for creation of tsetse and trypanosomiasis (T&T) free areas in those countries. Ghana is one of the countries included in this first phase plan to promote sustainable agriculture and rural development. This report presents achievements since inception and the difficulties encountered. By end of 2006 procurement process was complete and baseline data collection and surveys were to begin in 2007 on three fronts; entomology, parasitology and socio-economics areas. They would be carried out at convenient times for ease of sampling; for example entomological survey would be conducted at the time of year when tsetse habitats are accessible while parasitological surveys would be done at a time when most animals would be tethered at home, that is, the farming season. Drugs for treatment of both human and livestock were already paid for although treatment of livestock would start in earnest only after the completion of parasitological survey. The ministry of health would be responsible for the treatment and control of the human disease. Supplies such as camping equipment and pesticides were paid for through direct payment, and tsetse suppression using targets and 'pour on' was to start after entomological baseline survey was complete. It is envisaged that by the end of 2007 the rehabilitation of the insectary at the Ghana Atomic Energy Commission, Kwabenya would be complete. A consultant was already appointed and had given a report on essential equipment and resources necessary to reactivate the insectary. This insectary would be for the establishment of a back-up tsetse mass rearing programme. Preparations were also completed on mechanisms for collection, processing, analysis and reporting of information for prompt decision making. Monitoring and evaluation of the performance of the project would also be undertaken.

Introduction:

The Multinational Project for the Creation of Sustainable Tsetse and Trypanosomiasis Free Areas in East and West Africa seeks to create tsetse and trypanosomiasis-free areas in Ghana to promote sustainable Agriculture and Rural Development. It is Funded by the African Development Fund, and coordinated by the Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC) of the African Union. The countries currently involved in the first phase of the campaign are Ghana, Burkina Faso and Mali (West Africa) and Ethiopia, Kenya and Uganda (East Africa). This report seeks to present the achievements of the project since its inception. It also highlights the difficulties experienced and offers some suggestions for improving project performance. The report is presented according to the different components as follows: **A.** Tsetse Suppression and Eradication; **B.** Capacity Building; **C** Sustainable Land Management and **D:** Co-ordination.

Tsetse suppression and eradication.**Output 1:** Baseline Data Collected and Analysed.

The procurement process for the selection of consultants was duly followed and contracts signed with the respective consultants for the following baseline surveys:

*Socio-Economic *Parasitological *Entomological

The African Development Bank approved a contractual agreement with the Centre for Remote Sensing and Geographic Information Services (CERSGIS) for the provision of consultancy services for the following assignments: (1) Integrated Environmental and Land Cover/Land Use survey. (2) Data harmonisation. The baseline surveys were scheduled for 2006 but could not begin because of the time required for procurement. The significant achievement is that the procurement process has been completed to allow for the surveys to begin in 2007. The most important consideration now is to synchronise the surveys so as to make the results useful. For example, the other two surveys will be carried out as follows: Entomological will be conducted at the time of the year when tsetse habitats are accessible; the Parasitological survey will be conducted when most animals are tethered at home (farming season), to allow for easy sampling of cattle. In November 2006, a consultant on “GIS and Spatial Epidemiology” was recruited under Technical Assistance, to lay the foundation for the establishment of an integrated database management system for the project. The consultant, Guy Hendrickx, has submitted his final report which was cleared by the Veterinary Services Department.

The report provides very practical suggestions on the following themes:

- i) Tsetse surveys and tsetse suppression, ii) Livestock Census and Cross-sectional trypanosomiasis surveys, (iii) Training needs.

The report defines parameters within which consultants recruited for the Tsetse and Trypanosomiasis surveys will be operating. The recommendations will inform the consultants on parasitological and entomological surveys on how to respond to the Terms of Reference through the application of standard survey practice. The consultants also proposed possible approaches to tsetse suppression and eradication between Ghana and Burkina Faso. The report has been circulated to the consultants concerned who have read it and expressed satisfaction with the suggestions made. The proposal on training needs, in the report will be incorporated in the overall training programme of the project which we shall recruit a consultant to develop.

Output 2: Livestock and Humans Treated Against Trypanosomiasis:

Drugs for the treatment of livestock have been supplied and paid for. The treatment of livestock will begin in earnest only after the baseline parasitological survey is completed. Chemotherapy is going to be continuous and will target mainly animals diagnosed to be parasitologically positive.

The treatment of humans will also be based on parasitological and serological results. The Disease Control Unit of the Ministry of Health is responsible for the control of Human African trypanosomiasis. A field visit by the Unit is envisaged in the month of May, in 2007.

Output 3: T& T Suppression/eradication methods adopted applied and sustained in target areas.

Camping Equipment, targets, traps and pesticides required for tsetse suppression and chemotherapy (for both humans and livestock) have been supplied. With the exception of tsetse suppression materials (traps and targets) the other supplies have been paid for through Direct Payment. Tsetse suppression using targets and “pour on” application will begin after the baseline entomological survey is done.

Output 4: Back-up Tsetse Mass-Rearing Established.

The process of recruiting a local firm to supervise the rehabilitation of the insectary at the Ghana Atomic Energy Commission, Kwabenya (GAEC) will be completed by the end of April, 2007. The bills of quantities for the works and the tender document will be submitted to the Bank by the middle of May 2007. It is pertinent to note that the recruitment of the firm was done using Government procedures. The firm will be paid from Government sources.

In January 2007, a consultant, Dr Gezahegn Aboset, was recruited (Technical Assistance) to assess the material and human resource needs of the insectary. The consultant has presented his report which provides a list of essential equipment and supplies needed to reactivate the insectary. The report also proposes a work plan for the insectary on a year-by-year basis for the entire period of the project. Training needs for the insectary are also outlined in the report.

It is estimated that the rehabilitation of the facility as well as the installation of the equipment to be ordered should be completed by September 2007. Tsetse pupae (*Glossina tachinoides* and *G. palpalis gambiensis*) will be procured from (CIRDES), Burkina Faso to start the colonies at GAEC. The colonies should be established by December 2007. This target is considered alright, in terms of the overall objective for which the insectary will be reactivated.

Output 5: Indicators developed for monitoring project impact on disease and the environment.

The attainment of this objective depends on multi-disciplinary action. This will require input from all stakeholders. It is for this reason that a workshop was organised from the 17-19 April on Monitoring and Evaluation. The workshop provided basic information for the design of a Monitoring and Evaluation (M&E) system that would encompass the 4 major components of the Project. The workshop was attended by representatives of the Ministry of Health, GAEC, MOFA, Environmental Protection Agency, Farmers and two consultants selected to conduct the baseline surveys. Two major outputs were attained from the workshop:

1. Mechanisms for the collection, processing, analysis and reporting of information for prompt decision-making were put in place in a participatory manner.

2. Participants also agreed on how to monitor implementation and evaluate performance to ensure project success.

All these were summarised in an M&E information Matrix. The present matrix is a draft that will be finalised by the resource person recruited for the design of the M&E System.

Capacity building

Output 1: integrated database management system (including GIS) established and operational.

Computers, accessories and software have been installed at the PCMU. The development of the database management system will depend on data generated from the baseline surveys. Consultants have been requested to work in close collaboration with each other and with the Centre for Remote Sensing and Geographic Information Services (CERSGIS), to ensure that data collection and analysis is harmonised. The report presented by the Consultant on GIS and Spatial Epidemiology will serve as a framework for the development of the Database Management System. Invitations have been extended to 5 national Internet Service Providers for the installation of internet connectivity at the PCMU.

Output 2: National Capacity for Environmental Audit Strengthened.

The project is yet to receive an input from the Environmental Protection Agency(EPA) on how capacity will be strengthened. The Agency will provide information on how Environmental Audit will be carried out.

Output3: National Capacities for Coordinated Eradication of T&T strengthened.

Members of the PCMU received training in their various fields:

- Dr C. Mahama (Project Coordinator) paid a visit to the Tsetse Mass-Rearing Facility in Addis Ababa, in June, 2006. The Coordinator also participated in a workshop on GIS application for Tsetse Intervention.
- Mr Nuhu Ibrahim (M&E Specialist) undertook a 5-week training course Monitoring and Evaluation and Management Information System July 2006. He also attended a course on Participatory Planning and Monitoring and Evaluation in February 2007, at Wageningen, the Netherlands.
- Dr Benita Aderson attended a training course on GIS in May, 2006 at the International Livestock Research Institute, Nairobi Kenya. .
- Doris Dankwa and Delphina Gomez of the GAEC and Animal Research Institute respectively also visited the Tsetse Mass-rearing facility in Addis Ababa. Brief reports on the training were submitted to the Coordinator; various categories of MOFA staff have received training. The numbers and categories of people trained is still under compilation and will be presented to the mission in Pong Tamale. Community awareness creation has also been a major activity in the last year. Over 75 communities have been visited and sensitised on the project.

Sustainable land management

This component will be tackled after the survey on Land cover/Land Use and the Environment, to be conducted by CERSGIS is complete. The production of SLM guidelines will depend on the output of the survey.

Coordination**Output 1:** Project Coordination and Management Unit Established.

The PCMU was established as a condition precedent to project effectiveness. Since its establishment all staff have been at post. In March 2007, Dr Benita Anderson (GIS Expert) went on maternity leave. She is expected to resume at the end of May 2007. The Project Coordinator is currently taking oversight responsibility for GIS work. A cross-country vehicle was provided by the Government to the PCMU. The Government also rehabilitated the PCMU block.

Output 2: Systems established for information exchange and coordination between PCMU, stakeholders and AU-PATTEC Office.

A meeting has been organised with each of these EPA, GAEC and Ministry of Health to develop modalities for collaboration and information exchange. These meetings were informal and intended to lay the foundation for cross-sector collaboration. At the Monitoring and Evaluation workshop referred to above, a chart for information flow was developed by participants. Three steering committee meetings were held in 2006. The meetings were very useful in as far as keeping the project on track is concerned. The minutes of the meeting will be presented to the mission in Pong Tamale.

(DOCUMENT NON TRADUIT EN FRANÇAIS)

TRYPANOSOMIASIS SITUATION IN SOMALIA

SITUATION DE LA TRYPANOSOMIASE EN SOMALIE

Mohamed F. Dirie

Somali Animal Health Services Project P.O. Box- 74916 00200, Nairobi, Kenya,
e-mail: mfdirie2000@yahoo.co.uk

Introduction

Somalia is a country in the Horn of Africa with an area of 638,000 Km square. Livestock production and export form the back-bone of its economy. Over 60% of the population of Somalia are nomadic pastoralists and the main livestock species reared are; cattle, camels, sheep, goats and donkeys. The following are the last estimates of livestock species in the country:

▪ Cattle	4.8 million	Camels	6.6 million
▪ Sheep	13.2 million	Goats	19.3 million
Total			41.3 million

The main livestock production system in Somalia is nomadic pastoralism

This means that animal husbandry is based on traditional practices passed from one generation to the next.

Movements in search of water, pasture and to avoid pests are important for pastoralists in places with regular established annual livestock movement patterns.

Tsetse and Trypanosomiasis (T&T)

Approximately 9,400 sq.km of linear habitat along the two main rivers; Jubba and Shebelle and an additional 3,000sq km. in the south is tsetse infested. The most widespread species of tsetse is *Glossina pallidipes*, but *G. brevipalpis*, *G. longipennis* and *G. austeni* also occur in smaller numbers.

During the dry seasons the spatial distribution of tsetse is limited to riverine vegetation. However, in the rainy season they are more widely distributed. Trypanosome infection rates in *G. pallidipes* ranged between 1.5 and 2.6 % over the seasons. Results of surveys have shown that Trypanosomiasis is the most important livestock disease in Somalia particularly in the south where it is estimated that over 40 % of cattle population and 14 - 16% of shoats and camels can be exposed to trypanosomiasis annually. Camel trypanosomiasis caused by *Trypanosoma evansi* transmitted by various species of biting flies including members of Pangoniinae family is widespread and about 1% of the herds are infected. In cattle 55 % of tsetse-borne trypanosomiasis infections were found to be of *T.congolense* type, 44% were of *T.vivax* and 1% of the infections were of *T.brucei* type.

So far human trypanosomiasis has not been reported from Somalia.

Since the civil war in 1991 there have not been any significant activities on the control of Tsetse and the country missed out on all the regional projects such as FITCA and PATTEC.

In 1983 to 1988 about 4,000 sq.km of land along the Shebelle River was cleared of tsetse using 5-cycle aerosol spray of Endosulphan from a fixed wing plane, but the area was re-invaded by Tsetse soon after the breakout of the civil war in 1991.

Reference

- Dirie, M.F., Wallbanks, K.R., Aden, A.A., Bornstein, S. And Ibrahim, M.D. (1989)
Camel trypanosomiasis and its vectors in Somalia, *Veterinary Parasitology*, 32, 285-291.
- Dirie, M.F., Wallbanks, K.R., Molyneux, D.H., Bornstein, S. And Omer, H.A. (1988)
Haemorrhagic syndrome associated with *T. vivax* infections of cattle in Somalia. *Acta Tropica*, 45, 291-292.
- Dirie, M.F., Wardhere, M.A. and Farah, M.A. (1988) Sheep trypanosomiasis in Somalia
Tropical Animal Health and Production, 20, 45-46.
- Hendy C. (ed) (1985). Land Use in Tsetse Affected Areas of Southern Somalia. LRDC.
- Mohamed-Ahmed, M.M. and Dirie, M.F. (1987) Trypanosome infection rates of *Glossina pallidipes* during wet and dry seasons in Somalia. *Tropical Animal Health and Production*, 19, 11-20.

POUR EDITER CE DOCUMENT, IL SERAIT PREFERABLE D'AVOIR LE TEXTE EN ANGLAIS CAR LE TEXTE TRADUIT EN FR EST UN MELANGE DE FRANÇAIS ET D'ESPAGNOL.

107

**LA TRYPANOSOMIASE EN ANGOLA: HISTORIQUE, SITUATION
ACTUELLE ET PERSPECTIVES
TRYPANOSOMIASIS IN ANGOLA: HISTORY, CURRENT STATUS AND
PERSPECTIVES.
Silva Virgilio**

P.O. Box 14520

Luanda, Angola

E-mail: virgisilva@yahoo.com.br; virgisilva64@gmail.com

Summary

Most of the existing knowledge about animal trypanosomiasis and tsetse in Angola is owed to the work of the “Trypanosomes Combat and Control Mission (MCT)”, created in 1963 and abolished in 1978. As for MCT work, from 1965 to 1969, a total of 18, 902 animals had been examined and 7.78% of them were infected. From 1970 to 1973, 151, 189 animals were examined of which 1, 652 were infected, corresponding to 1.09% infection rate. Over 80% of the infections were of *Trypanosoma vivax* and *T. congolense* types, and only about 1% was of *T. brucei*. As result of the therapeutic scheme used in the *Glossina* regions, the number of infections by trypanosomes in domestic animals was reduced during the colonial era between 1966 and 1973. According to the Regional Veterinary Laboratory of Luanda, from 2003 to 2005, out of a total of 184 blood samples tested 32 (or 17.4%) were positive, with the SSP Trypanosomes. Analysis of recent figures has raised serious concerns because of the high rate of trypanosome infection observed in the few animals examined. Presently, the control department is under the Ministry of Agricultural and Rural Development (MINADER). There is a clear need for a structure or a team in (MINADER) that is functional and with mobility for implementation of concrete programmes in the field. Such a team would have the capacity to train the technicians from the affected regions.

Resumé

La plupart des documentations sur la Trypanosomiase animale et les tsé-tsé en Angola ont été réalisées par la MCT (Trypanosomiasés combat & control Mission), qui a été créée en 1963 et pris fin en 1978.

S’agissant des activités menées par la MCT de 1965 à 1969, 18 902 animaux avaient été diagnostiqués infectés, soit 7,78%. De 1970 à 1973, 151 189 animaux avaient été examinés, parmi lesquels 1 652 étaient infectés, soit 1,09%. Plus de 80% des cas étaient positifs à *T. vivax* et *T. congolense*, et environ 1% à *T. brucei*.

Suite au traitement appliqué dans les zones infestées de glossines, l'infection trypanosomienne chez les animaux domestiques a diminué pendant la colonisation entre 1966 et 1973.

Selon le Laboratoire vétérinaire régional de Luanda, de 2003 à 2005, sur un total de 184 prélèvements de sang examinés, 32 étaient positifs au trypanosome, soit un taux d'infection de 17,4%.

Les chiffres récents relevés sont préoccupants à cause de la forte proportion de cas d'infection trypanosomienne chez quelques animaux examinés. Il faudrait mettre en place, au sein du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural (MINADER), une structure ou une équipe, qui soit opérationnelle et ce, pour mener des actions concrètes sur le terrain. Cette équipe doit aussi avoir les capacités pour former les techniciens des régions infectées.

Introduction

La Trypanosomiose animale (TA) et son vecteur la mouche tsé-tsé, représentent un facteur limitatif pour le développement socio-économique de vastes régions du territoire angolais. On estime que 25 pour cent du pays est infesté par la mouche.

Le contrôle ou éradication de la mouche tsé-tsé rendra possible le développement des régions endémiques de glossines.

La situation du pays dans le passé n'a pas permis la réalisation des activités de lutte sur le terrain, cette situation aura certainement une influence négatif au moment du redémarrage des activités de combat contre la mouche tsé-tsé et la TA, en outre l'exiguïté de personnel spécialisé dans ce domaine pose des problèmes sérieuses.

La spécificité du problème de la trypanosomiose oblige que son combat soit fait par des organismes ou projets spécifiques et du personnel spécialisés. Il s'avère qu'il soit mis en place une organisation dans les organismes compétents qui permettra la réalisation des activités sur le terrain en collaboration avec les intervenants sur la recherche, Universités, et autres institutions de recherche.

La stratégie du combat de la TA et son vecteur doit être basée sur une lutte intégrée en utilisant différents méthodes de lutte pour assurer une lutte efficace.

Le problème de la TA et son vecteur est tellement spécifique et il faut prendre en considération le concept épidémiologique pour structurer les projets qui se dispose a entreprendre la lutte contre le fléau, c'est une actuation basée sur la trilogie-glossine-trypanosome-hôte, intégrées dans un complexe biocénotique se poudra être fondées le bases d'un plan de lutte et éradication.

Expansion de l'infestation de la mouche tsé tsé en Angola

Disperses sur diverses régions d'Angola et encadrées dans plusieurs types de climat, les glossines selon des estimatives infestent une étendue supérieur de 25 pour cent du pays, qui a été divisé à l'époque colonial en 5 zones selon l'importance économique et les caractéristiques écologiques régionaux.

- **Zone litoral et transition**

Font partie de cette zone les provinces de cabinda, Zaire, Luanda, Bengo, Kuanza Norte et partie des provinces de Uíge, Malange, Kuanza Sul et Benguela, jusqu'à presque la

ligne de 1000 mètres de altitude, qui correspond à la zone de dispersion de *Glossina palpalis palpalis*, distribuée sur le long des courses d'eau, et la *Glossine schwetzi*, qui possède comme habitat préféré la forêt caféière. La *Glossine tabaniformis* distribuée de façon irrégulière au nord de cette zone (provinces de Zaïre, Uíge et Malange). Les *G. Pallicera newetadi*, *G. Nashi* et *G. Haninagtoni* ont été signalés seulement à la province de Cabinda.

- Zone du bassin du Zaïre
Englobe les provinces de Uíge (partie l'est), Malange(partie), c'est la zone de dispersion de *Glossine fuscipes quazensis*.
- Zone Central
Correspond à la région de *G. morsitans centralis* dans les provinces de Kuanza Sud (partie), Malange (partie) et Bié (nord-ouest).
- Zona do Alto Zambeze
Atteint par la *G. morsitans centralis*, c'est la continuité de la zone infestée de la Zambie (nord-ouest).

Zone du sud-est

Correspond les ceintures de *G. morsitans centralis* de Dina Neriquinha et Luiana, cette dernière originaire de l'expansion de la zone infestée du Okavango, Botswana.

Les zones à glossines en Angola, dans le passé ne se sont pas montrées statiques. Selon les cas ont souffert des avances et des reculs. C'est peu probable l'élargissement des zones infestées par les glossines des groupes *palpalis palpalis* et *fuscus*, La *G. morsitans* a démontrée dans le passé des tendances expansives. Par exemple, la ceinture de Luiana, qui est parvenue du delta de Okavango, Botswana, s'introduit en 1953 – 1954 sur la zone de Caprivi (Namibie) et après au territoire angolais et a avancé pour l'occident, ou selon les données de (MCT 1970) occupait une zone estimée en neuf mil Km².

Depuis le grand panzotie de Peste Bovine qui sévit en 1896 et qui a provoqué une réduction drastique des régions occupées par la *G. Morsitans*, cette mouche était en train de progresser et de recoloniser des régions auparavant perdues.

Pires (1968) essaie de déterminer les limites de expansibilité des glossines et présente des limites au-delà desquels, les conditions geo-climatiques ne sont pas favorable à l'existence des glossines. Cette ainsi qu'il trace une ligne hypothétique approximée que possiblement représente la barrière extrême ou ligne froide qui ne peut pas être dépassée par quelconque des espèces de glossines existantes en Angola et particulièrement par la *G. morsitans centralis*, qui a montrée une tendance expansive pendant l'époque colonial. Selon la ligne hypothétique de distribution de la mouche tsé tsé en Angola, on peut conclure que la totalité des provinces de Huíla, Kunene, Namibe et Huambo, la partie sud de la province de Bié, la partie sud de la province de Lunda Sud, la partie occidentale de la province de Moxico, la partie nord-ouest de la province de Kuando Kubango et une partie considérable de la province de Benguela, seront dehors de la zone favorable à la vie de tous les espèces et sub-espèces de glossines existantes en Angola.

Carte d'Angola, présentant la ligne d'expansion de la mouche tsé tsé

Etant donnée la tendance expansive de la mouche tsé tsé(*G. morsitans centralis*) dans le passé, on pose la question suivante:

Quel est l'expansion actuelle de la *Glossine morsitans centralis* en Angola?

Provinces infestées:

Cabinda, Zaire, Bengo, Uíge, Kuanza Norte, Malange, Kuanza Sul, Lunda Norte, Lunda Sul, Kuanza Sul, Benguela, Bié, Moxico, Kuando Kubango

Provinces libres:

Huambo, Huila, Namibe, Cunene

Actuellement avec les inquiétudes sur le réchauffement global, je pose la question suivante:

Jusqu'à quel point le réchauffement global contribuera pour l'expansion ou régression de la mouche tsé tsé en Angola? (Présentation sur le thème: La Trypanosomie Animale en Angola: histoire, situation actuelle et perspectives, 1^{er} Congrès Angolais de Médecine Vétérinaire, Luanda, 2 au 4 de mai de 2007), VIRGÍLIO, Silva.

Données historiques sur la trypanosomiase animale

La plus partie de la connaissance sur la Trypanosomie Animale en Angola se doit aux travaux de la «Missão de Combate e Controlo às Tripanossomíases (MCT)», mise en place en 1963 et irradiée en 1978.

Quant aux travaux de la MCT, une étude récente des données recueillies sur l'ouvrage «A Tripanossomíase em Angola- Memorando», de 1965 à 1969 sur un total de 18902 animaux domestiques prospectés dans les régions à glossines, 1472 animaux étaient infectés, ce qui correspond à 7,78% de prévalence. De 1970 à 1973 ont été prospectés 151189 animaux et 1652 infectés, ceci correspond à une prévalence de 1,09 %.

Plus de 80% des cas ont été positifs aux *T. vivax* et *T. congolense* et environ 1 % par *T. brucei*.

On peut conclure que des actions thérapeutiques et Chimio prophylaxie dans les régions infestées par *glossine spp*, le nombre des animaux infectés par la trypanosomie a diminué selon les données des années 1966 à 1973. Diverses initiatives ont été prises par quelques professionnels (médecins vétérinaires) pour le redémarrage des activités de combat de la TA et tsé tsé dans les années 80 et 90, mais sans résultats en partie à cause de la longue guerre fratricide qui a sévit le pays.

Situation actuelle sur la trypanosomie animale

Dans les dernières années on se développe quelques activités dans ce domaine surtout sur l'assistance vétérinaire privée et quelques activités isolées des techniciens liées à l'Etat, mais sans l'ampleur qu'on espère et les peu résultats disponibles nous amènent à réfléchir sur la gravité de ce problème en Angola.

D'après les données du Laboratoire Régional de Vétérinaire de Luanda, de 2003 à 2005 un total de 184 frottis de sang, arrivés sporadiquement au Laboratoire, ont été positifs 32 à *Trypanosome spp*, ce qui correspond à une prévalence relative de 17,4%. L'analyse de ces données nous amène à conclure la gravité de la situation de TA dans le pays.

L'Angola ainsi que d'autres pays africains est engagé dans la Campagne Panafricaine d'éradication de la mouche tsé tsé PATTEC, lancée en octobre de 2001, à Ouagadougou, Bourkina Faso, après Décision prise par les Chefs d'Etat et gouvernements Africains au sommet de l'Union Africaine, réalisé en juillet de 2000, à Lomé-Togo.

En Angola dans ce moment il y a un manque de personnel qualifiés à tous les niveaux dans le domaine de TA et tsé tsé. Il y a une nécessité au début de la réactivation des

travaux d'une structure ou une équipe fonctionnel avec mobilité pour implémentation des actions concrètes et concrètes sur le terrain, avec une capacité formative pour démultiplier des actions de formations et de lutte dans les régions endémiques à glossines.

Contribution pour une stratégie de combat de la Trypanosomiasse animale et mouche tsé tsé en Angola

La stratégie de combat de la TA Et son vecteur (Dans le domaine d'élevage voire agricole) doit être basée sur une stratégie intégrée, en utilisant différentes méthodes de lutte disponibles.

La lutte doit privilégier les aspects suivants:

Formation professionnel:

Etant donnée la stagnation vécue dans la lutte contre la TA et son vecteur dans le pays, il y a dans une manque de bases techniques pour entreprendre une campagne conséquent contre la TA et mouche tsé tsé.

L'existence de certains médecins vétérinaires qui ont bénéficié de la formation dans ce domaine, n'a assuré de façon soutenable la réussite de la lutte; puisque la lutte n'est pas compatible avec des interventions d'urgence pour résoudre des questions ponctuelles.

Il y a une manifeste besoin de formation de personnel dans les stages pratiques de terrain dans les pays expérimenté dans ce domaine et qui ont des services fonctionnels de combat de la TA et tsé tsé, pour que dans leur retour au pays ils puissent répondre des besoins des projets concrets. Le contrat avec des techniciens étrangers avec des compétences dans le domaine doit être envisagé, pour le transfert de technologie. Progressivement dans la mesure du développement des actions de lutte on aura besoins de techniciens spécialisés.

Coopération régional:

Déjà en 1970, Jean-Philippe Blanc, disait dans son travail de doctorat sur les glossines: "l'idéal serait que les Etats se groupe dans la lutte contre les glossines, ce qui permettrait de réunir des ressources modernes et bien adaptés, pour développer une lutte efficace et moins onéreuse pour des États de forme isolée. Les efforts concertés des États contre les glossines sont la forme plus efficace pour l'éradication de la trypanosomiasse en Afrique, au contraire des actions chimioprophylactiques".

La concertation au niveau régional en visant le contrôle et/ou éradication des glossines est indispensable.

Enquêtes préliminaires:

Il est fondamental la réalisation des enquêtes préliminaires visant préciser ou actualiser la répartition des vecteurs, sa densité apparente, ainsi que la superficie et disposition des locaux de concentration avec des voies d'accès, puisque l'action de lutte contre la mouche tsé tsé quelconque sa dimension et modalité d'exécution n'est peut pas être entrepris sans une phase de prospection préalable.

Valorisation des régions a glossine:

Le développement de l'élevage dans les régions infestées par les glossines doit être encouragé et appuyé. Parce que le développement de l'élevage, agricole et des autres activités économiques, l'utilisation de la terre de façon générale et la fixation de l'homme font que la mouche tsé tsé recule.

Valorisation des régions endémiques à glossines:

Le développement de d'élevage dans les régions infestées par les glossines doit être encouragé et appuyé, parce que le développement d'élevage, activités agricoles et d'autres activités économiques, utilisation de terre et fixation humaine font que la mouche tsé tsé recule.

Prospection et lutte contre la TA

Face à la présence de la TA, il faut entreprendre une prospection hématique dans les exploitations d'élevage dans les régions glossinées en visant le diagnostic de la TA et l'établissement des schémas prophylactiques et thérapeutiques adaptés pour chaque région.

Il faut la réalisation d'une vigilance sanitaire permettant la détection des espèces de trypanosomes existantes, bien que le développement d'une campagne d'information sur l'utilisation adéquat des médicaments (curatifs et prophylactiques) en prévenant le danger qui peut résulter de l'utilisation non raisonnable des trypanocides qui résultent pour développer le phénomène de trypanotolérance.

Lutte anti-vectoriel:

La lutte contre la mouche tsé tsé devra être faite en visant de baisser la population de glossines jusqu'à un niveau qui diminue significativement ou annule le risque de transmission des trypanosomes dans les exploitations d'élevage.

Recherche et diagnostique:

Il y a dans le pays des laboratoires qui pourront jouer un rôle important dans le diagnostique, et/ou caractérisation de la TA, bien que la caractérisation des espèces de glossines capturés, au démarrage des activités de lutte contre la trypanosomiase. Dans ce qui concerne la recherche c'est salubre que différents institutions dans le pays travaillent dans le domaine de la TA et son vecteur.

Conception de projets:

L'insuffisance de ressources humaines actuellement devra être tenu en compte pour le dimensionnement de projets initiaux, ou la composante formation du personnel devra être privilégiée. On devra identifier des petits projets pilotes pour l'entraînement de personnel avec une composante locale et à l'extérieur du pays avec des services operationaux de lutte contre la TA et son vecteur.

Information, éducation et Communication (IEC):

Il faudra entreprendre une grande campagne d'information aux populations ruraux et les éleveurs sur le risque des trypanosomes pour la population animale, l'économie rural et la divulgation des informations sur les techniques de lutte contre la TA et tsé tsé, en devant donner des informations sur des techniques de lutte de facile utilisation par la population. On devra utiliser des moyens comme la TV, radio, journaux, brochures conçus, palestres de sensibilisation. etc.

Considerations finales

Les données historiques récentes confirment la présence de la TA et son vecteur en Angola. La situation de paix actuellement vécu dans le pays crie des conditions pour le relance de cette activité au Ministère de l'agriculture et Développement Rurale.

La lutte contre la TA et tsé tsé est une opération à long terme, dure et onéreuse et la réussite exige une structuration adéquat et des hommes avec le sprit de mission. Les

activités de TA et tsé tsé sont de la responsabilité directe des Ministère de l'Agriculture et de la Santé, chargés du combat, mais aussi des autres organismes qui ont comme responsabilité la définition des politiques d'utilisation des régions a glossine et de protection de l'environnement.

Dans un pays comme l'Angola ou l'extension des régions infestées sont vastes et avec une diversité de conditions édafo-climatiques, ayant des régions inaccessibles pour la pulvérisation aérienne et terrestre, en partageant des ceintures communs de tsé tsé avec des pays voisins; le contrôle et éradication de tsé tsé doit être tenu en compte dans la structuration des actions de lutte.

Indépendamment des efforts au niveau nationale la concertation internationale est fondamental pour la réussite des opérations de lutte, étant donnée le transfert de technologie et des ceintures communs de tsé tsé avec des pays frontalières.

Bibliographie

Cuisance, Dominique, 1997 – La lutte Contre la TRYPANOSOMIASE et tsé-tsé.

Virgílio, Silva, 1993 - Memorando sobre a ripanossomíase em Angola.

Virgílio, Silva, 1998 – Estratégia de Luta Contra a Tripanosomíase Animal em Angola, DOC- 4.C (ICCT).

[RESUME(fr) EDITE]

**POUR CE DOCUMENT ,SEULEMENT LE RESUME (SUMMARY) EST
TRADUIT EN FRANCAIS**

108

**THE SUCCESS OF SEQUENTIAL AERIAL SPRAYING FOR TSETSE
CONTROL IN BOTSWANA
SUCCES DE LA PULVERISATION SEQUENTIELLE AERIENNE POUR LA
LUTTE CONTRE LES TSETSES AU BOTSWANA**

P.M. Kgori* and K. Motshegwa

Department of Animal Health and Production, Tsetse Control Division,
P.O Box 14 Maun, Botswana. Email: pkgori@gov.bw

Résumé

Dans le cadre de la lutte contre les tsétsé au Botswana, la pulvérisation aérienne a permis d'appliquer 5 fois la Deltaméthrine à des doses allant de 0,26 à 0,30 g/ha sur 26 000 km² dans le delta d'Okavango, et non loin des fleuves Kwando et Linyanti qui sont limitrophes de la région de Caprivi en Namibie, pour éradiquer la *Glossina morsitans centralis* Machado (*Diptera: Glossinidae*). En 2001 et 2002, 16 000 km² du delta d'Okavango ont été pulvérisés lors de deux opérations successives, suivies en 2006, d'une troisième et dernière campagne qui a couvert 10 000 km² sur toute la région de Caprivi jusqu'au Sud de l'Angola, afin d'assurer l'élimination totale de toute infestation au Nord du Botswana. Une barrière d'écrans à appât olfactif (d'une largeur moyenne d'environ 10 km) a été érigée entre les deux opérations de pulvérisation dans le delta d'Okavango pour empêcher toute réinvasion. Une deuxième barrière d'écrans a été utilisée pour protéger le delta jusqu'au début de l'opération de 2006. Les captures moyennes de tsétsé avant la pulvérisation à partir des circuits de capture étaient de 44,6 mouches/circuit/jour pour les programmes de 2001, et de 101 mouches/circuit/jour pour les programmes de 2002. Ces chiffres ont régressé pendant l'opération de 2006. Mais les enquêtes menées après la pulvérisation n'ont pas pu détecter de tsétsé dans toutes les zones pulvérisées. Des études indépendantes de surveillance de l'environnement n'ont pas également réussi à détecter d'impact irréversible ou durable sur les espèces non ciblées par les opérations de pulvérisation qui ont dès lors été considérées comme un succès retentissant au Botswana. Ces résultats exceptionnels pourraient être attribués en partie à l'amélioration des avioniques, aux formulations/dosages améliorés d'insecticides mais aussi à la bonne «planification».

Summary

In Botswana, aerial spraying for tsetse control applied Deltamethrin five times at 0.26-0.30 g/ha over 26,000 km² of the Okavango delta and nearby Kwando/Linyanti river system bordering Namibia's Caprivi Region to eradicate *Glossina morsitans centralis* Machado (Diptera: Glossinadae). In 2001 and 2002, 16,000 km² of the Okavango was sprayed in two successive operations, followed in 2006 by a third and final campaign over 10,000 km² extending across Caprivi region into southern Angola to ensure complete removal of all remaining infestation in northern Botswana. A barrier of odour-baited targets (mean width ~10km) was interfaced between the two spraying operations in the Okavango delta to prevent reinvasion. A second target barrier was used to protect the Okavango until 2006 operation begun. Pre-spray mean catches of tsetse from man fly-rounds were 44.6 and 101 per round/day for the 2001 and 2002 programmes respectively. Tsetse numbers were generally much lower with respect to the 2006 operation. However, post-spray surveys have so far failed to detect tsetse from all sprayed Areas. Independent environmental monitoring studies could not detect any long-term or irreversible impact on non-target species either. Sequential aerial spraying for tsetse control in Botswana was therefore a resounding success. The exceptional results may be attributed in part to improved avionics, improved insecticide formulation/dosages as well as 'planning'.

Introduction

In northern Botswana's Okavango Delta and associated Kwando/Linyanti and Chobe River system, tsetse flies (*Glossina morsitans centralis*) have transmitted disease since records were kept (Davies 1980). Almost every technique available for controlling tsetse has been tried in the Okavango delta. Insecticides were introduced for ground spraying in 1960s, for aerial spraying between 1972 and 1991 (Davis & Bowels 1979), for odour-baited targets (Allsopp 1998), along with limited thermal fogging (Woff & Phillemon-Motsu 1993) in 1992 through 1999. Aerial spraying was the most successful in keeping tsetse numbers low, and it was the reason why both nagana and sleeping sickness was eventually brought under control at the time.

Aerial spraying was particularly suited for the Okavango's vast and flat terrain, whereas ground based techniques, including ground spraying and odour-baited targets were severely constrained by inaccessible nature of most of the infested areas in the Okavango delta (Allsopp 1998). The Okavango delta is particularly difficult area in which to work routinely. Access varies according to the seasonal rains, and annual flood cycles that curtail approach. Terrain is difficult in the delta and can take heavy toll on ground based transport.

Previous aerial spraying; the strategy from 1972-1991

Apart from very limited ground spraying (Jordan 1986), aerial spraying by sequential aerial technique (SAT) became the only method used for tsetse control in Botswana from 1972 through 1991. During that period, the infested area in the Okavango delta was reduced from 20,000 km² to just 5,000 km², a significant reduction and subsequent relieve from disease but eradication was not achieved. Aerial spraying was then ended abruptly in 1991, and replaced by odour-baited targets (Vale *et al* 1988) – before it was

reintroduced in a far more improved form (Kgori *et al* 2006; Allsopp & Phillemon-Motsu 2002), some 10 years later. Knowing what we know now, there could be several possible explanations why then, aerial spraying did not achieve eradication in 20 years. First, insecticide dosages were extremely low. At the maximum used, endosulfan was applied at 12 g/ha; far below the recommended dosage of ~20 g/ha for *Glossina morsitans* (). The second aspect was the absence of natural or artificial barriers to prevent tsetse moving back into sprayed areas. For instance, target barriers were used successfully in recent operations (Kgori *et al* 2006) but targets had not been invented, and ground spraying was limited by restricted overland access (Davies 1981) in the Okavango delta. To further exacerbate this problem, there was seemingly random selection of annual spray blocks rather than systematic roll up of the tsetse distribution. Third, ‘precision’ – with respect to navigation and spray application; accurate aircraft navigation was a major problem. Global Positioning Systems (GPS) had not been invented, and aircraft guidance relied upon relatively crude methods and ground marker support systems. There was certainly no mechanism for ensuring precision spraying, or for assessing whether areas were missed, therefore allowing tsetse to survive, or indeed oversprayed with environmental consequences (Merron 1986).

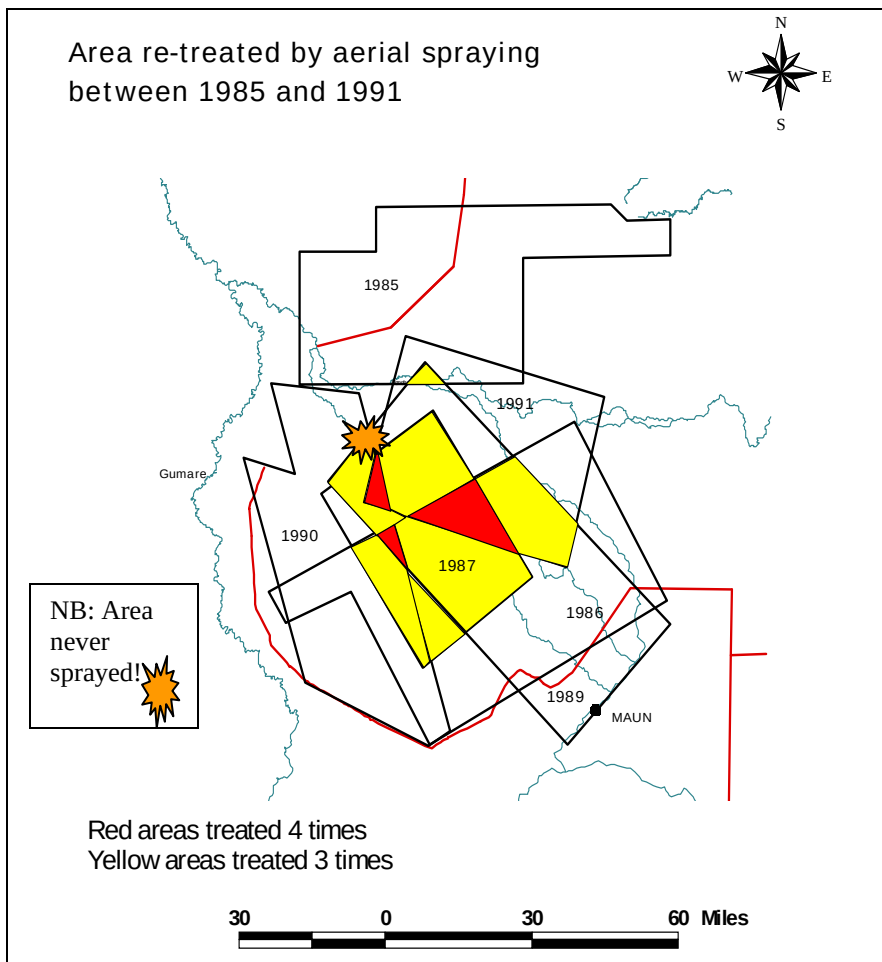


Fig 1: Annual aerial spraying blocks from previous SAT programme in the Okavango Delta

Reintroducing aerial spraying; the strategy from 2001

General context

After a decade of unsatisfactory experience with exclusive reliance on bait technology, Government of Botswana returned to aerial spraying. A new, integrated tsetse control strategy was introduced with the same policy objective; to eradicate tsetse from, first, the Okavango delta, and then the adjacent Kwando and Linyanti distribution areas. By May 2001, the Okavango tsetse distribution had extended to ~12,000 km², cattle trypanosomosis was detected from surrounding villages (Sharma 2001), and sleeping sickness was a real threat. Thus following initial treatment of ~ 30,000 cattle with trypanocides in 2000, the operational SAT stage of the integrated campaign was launched in earnest.

Though largely based on SAT, the new strategy employed chemically-impregnated odour-baited target barriers to protect the spray blocks. In collaboration with the International Atomic Energy Agency (IAEA), the sterile insect technology (SIT) was also included as back-stop (Feldmann 2004). A key determinant in the reintroduction of SAT in 2001 was the availability of improved navigation systems which could ensure precision spraying and eliminate overdosing (and indeed underdosing) through erratic track guidance. All aerial spraying operations were accompanied by comprehensive environmental monitoring of non-target species, including evaluation of species' recovery, one year after each of the spraying operations.

2001/2002 SAT operation

In 2001 and 2002, in the Okavango delta, two roughly equal north and south spray blocks of approximately 16,000 km² total –were aerial sprayed with ultra-low-volume (ulv) formulation of deltamethrin (0.35% (w/v) applied at 0.26 – 0.30 g/ha over a period of ~8weeks (Kgori *et al* 2006; Allsopp & Phillemon-Motsu 2002). Using fixed wing Turbo Thrush aircraft, fitted with GPS-guided SATLOC navigation equipment, both operations employed the low dosage, low-level, nighttime, sequential aerosol spraying technique (SAT) (Allsopp 1990), and were followed up in 2006, by a similar operation of 10,000 km² along the Kwando/Linyanti Rivers, using the same technique and insecticide, for another period of ~4weeks. To ensure that tsetse flies could not reinvade into Botswana, the 2006 spray block extended into the neighbouring Caprivi Region of Namibia, and over their northern border with Angola.

Operational Design

The northern spray block comprised an area of 7,180 km²; covering approximately all top half of the Okavango delta. This area was sprayed first; starting 3 June through 7 September 2001, and followed by the southern block of 8,600 km² in 16 May through 16 August 2002. The first spray block had to be large enough to enable the entire Okavango tsetse distribution to be covered in a maximum of 2-3 years, but not too large for a first time SAT effort after some 10 year break.

Arrangement of the spray blocks allowed for just one boundary (interface of the 2 spray blocks) where reinvasion would be a potential threat. Hence, a target barrier (average

width of 10km) was deployed along the threatened boundary prior to the start of the 2001 operation. Fly 'picket' teams with insecticide sprays were stationed along major track routes leading into the 2001 spray block from infested areas to further reduce the risk of passage of tsetse into the spray block.

- Choice of insecticide

Based on most of early aerial spraying operations (Allsopp & Hursey 1986; Allsopp 1983; Park *et al* 1972), endosulfan was initially planned for use in 2001. But it was later decided, for environmental reasons, to use deltamethrin. The decision came late after tenders were issued and therefore, presumably limited the supplier's time for specifications compliance testing with respect to the new product. In the event, 'Chem-Talk Botswana' in association with 'Avima, South Africa' supplied the Deltanex-ulv formulation of 0.35% deltamethrin.

When sampled under field conditions, using magnesium oxide (MgO) coated glass slide rotating at 330rpm (Allsop 1990), the original deltamethrin formulation proved impossible to atomise to the required aerosol spectrum with Volume Median Diameter (vmd) in the region of 30 microns. The formulation had high sunflower oil content. The observed vmd was in the range ~50 - 60 μm . However, accompanying supplier information indicated that the formulation had satisfied appropriate wind tunnel tests.

- Dealing with post-spray survivors

After several sampling trials with the formulation and adding more organic solvent to reduce viscosity, the vmd value was brought down to just over 40 microns when it was decided to proceed with the insecticide. However, entomological results after the first cycle in 2001 was not entirely satisfactory. Post spray female survivors were caught in addition to young emerging teneral that would normally be expected. Start of cycle 2 was then moved forward by ~ one week, and the pupal period recalculated from cycle 2. No survivors were found from thereon but young flies continued to emerge beyond the expected pupal period i.e. well into the last cycle (5). Thus a localised precautionary application (6th cycle) was carried out on 5-7 September, over approximately 1,000km² in the affected area (Mombo/Guai) where tsetse densities had been highest.

The 2002 formulation was much better improved, by using lighter carrier substance, and no sunflower oil. Although the droplet spectrum was still in the region of 40 μm - i.e. Numerical Median Diameter (nmd) and vmd of 31 and 41 μm respectively, it was considered suitable based on overall results from the previous year. As a precaution against the possibility of survivors in 2002, the insecticide dosage was increased from 0.26 to 0.3 g/ha for the first 2 cycles only, i.e. when the tsetse population was expected to have high proportion of old insecticide-tolerant pregnant females (Saunders 1976). No survivors were found in 2002 and 2006.

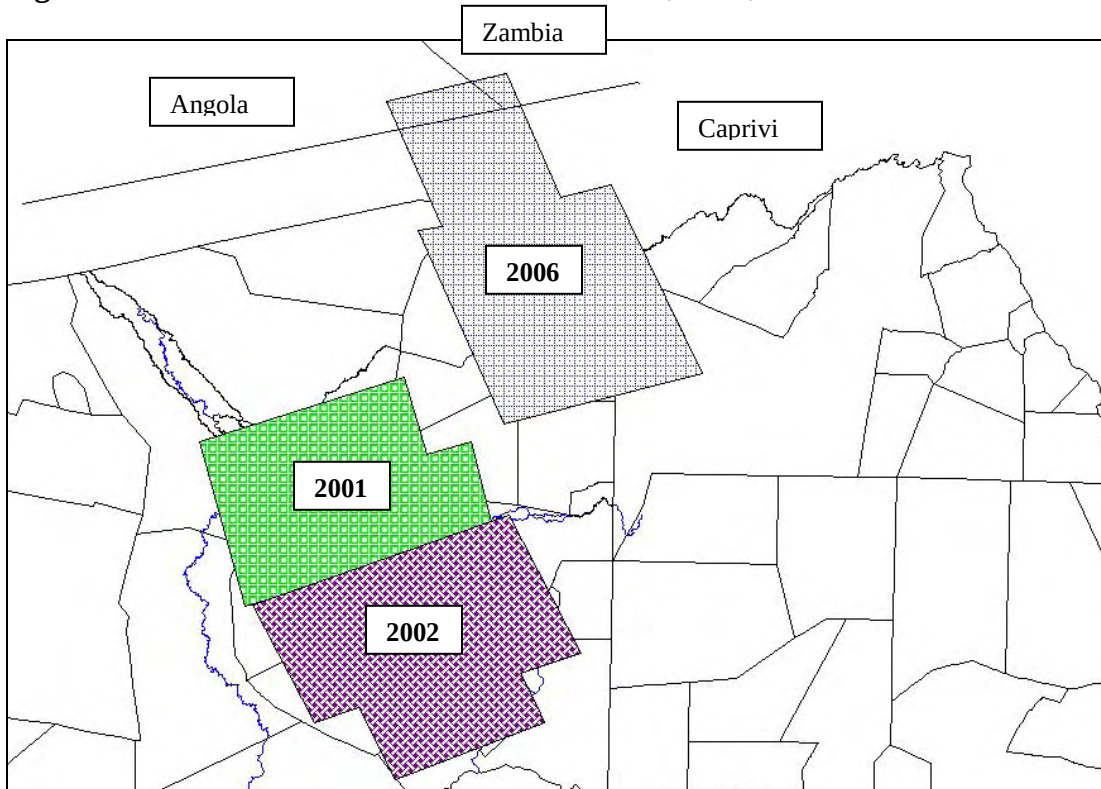
- Aerial spraying

Deltamethrin (0.35% (w/v) ulv formulation (ChemTalk, Mahalapye, Botswana) was applied five times, using four Turbo Thrush aircraft (Orsmond Aviation, Bethlehem South Africa), each fitted with two boom-mounted micronair AU 4000 rotary atomizers operated at cage speeds of 10,800 rpm and flow rate of 7.6 – 8.6 l/km² to apply a dose rate of 0.26-0.30 g active ingredient (a.i)/ha. Precise timing of spray applications was based on calculated estimates of temperature depended larval and pupal development rates for *Glossina m morsitans* – assumed to be the same for *G m centralis*. Each aircraft

was also fitted with a GPS-aided SATLOC Airstar 98 guidance system with claimed accuracy of 1m. In addition to guiding the aircraft, the SATLOC controlled insecticide flow rate by ‘coupling’ the flow rate to the aircraft speed. The system cuts off the flow if the aircraft wanders off the designated flight path. An incorporated data logging facility allowed flight data and spraying statistics to be recorded and downloaded for evaluation. Although the aircraft flew in formation to provide a prescribed swathe size of 270 (2001 operation) or 275m (2002 and 2006), they were still capable of flying independently with SATLOC guidance.

Both in 2001 and 2002, environmental monitoring studies carried out by the Harry Oppenheimer Okavango Research Centre (*HOORC*) of the University of Botswana in association with Bio-Track’ (Macquarie University, Australia) did not detect any long term or irreversible impact on non-target species (Perkings & Ramberg, 2004). The ‘Bio-Track system’ (www.biotrack.mq.edu.au) was used to provide a measure of variations in biodiversity before and after spraying.

Fig 2: Recent SAT blocks in northern Botswana; 2001, 2002 and 2006



2006 SAT operation

Strategic context

After the SAT campaign of 2001/2002 in the Okavango Delta, it was decided to apply the same approach further north - along the Kwando/ Linyanti rivers, to eliminate tsetse completely from northern Botswana. But this would require that tsetse along the border with Caprivi Region in Namibia also be removed. Hence, within the framework of the

African Union's Pan-African Tsetse and Trypanosomosis Eradication Campaign (AU-PATTEC), Government of Botswana solicited support for a collective effort towards a regional tsetse control programme which would involve collaboration with neighbouring countries who shared the common tsetse belt extending from Botswana, through the Caprivi, into southern Angola and Zambia. Accordingly, Botswana's 2006 SAT operation also became the first regional collaborative operation under the AU-PATTEC agenda. This project, covering 10,000 km², and including all remaining tsetse infestation in Botswana and across the border with Caprivi were financed by Botswana government with airport facilities provided by Namibian government.

Aerial spraying

Spraying commenced 28 May through 18 August 2006, with five Turbo Thrush aircraft (Orsmond Aviation, Bethlehem South Africa). Each aircraft was fitted with the upgraded SATLOC M3/Airstar guidance equipment, now providing a moving map display of the spray area. Again, deltamethrin (0.35% (w/v), 'Deltanex' ulv formulation (Chem-Talk Botswana, in association with Avima, South Africa) was applied at the same rates used successfully in 2002 i.e. 0.3 g a.i/ha for the first two cycles before dropping to 0.26 g a.i/ha for the remaining three cycles.

A total of 400,000 litres of insecticide was this time, supplied in much more convenient and reusable 1,000 litre flow-bins, and not metal drums. The droplet spectrum sampled on rotating MgO coated slides produced nmd and vmd of 25 and 41 µm respectively. Like in 2002, no survivors were found in 2006.

Operational results

Entomological surveys using man fly-rounds and odour-baited (epsilon) traps, were conducted prior to, during, and after spraying to assess the effect on tsetse. Generally in 2001/2002, daily tsetse catches dropped from ~600-800 before spraying, to zero at the end of spraying (fig 4a, b). In the northern Okavango block pre-spray mean catches of tsetse from man fly-rounds were 44.6 per round/day and 101 in the southern block. From August 2002 to September 2005, a total of 41 monthly post-spray surveys (~820 daily fly rounds and ~2050 trap days) were undertaken in the 2001/2002 spray blocks and no tsetse were caught. Furthermore, ~11 monthly surveys (3485 trap days) were undertaken during the period August 2006 and August 2007 and still no tsetse were found. Numbers of tsetse caught in 2006 were generally much lower than in 2001/2002 at highest daily catch of 145 before spraying. Tsetse numbers dropped to zero after every spray application and the last tsetse fly was caught on 30 July 2006 i.e. mid-cycle 4 (fig 3). Hence, 1 year after aerial spraying ended in 2006, ~6 monthly surveys (2273 trap days) have been conducted and no tsetse were caught.

Fig 3: Daily survey results from fly rounds and traps on the Kwando River in Botswana and Mudumu National Park, Namibia

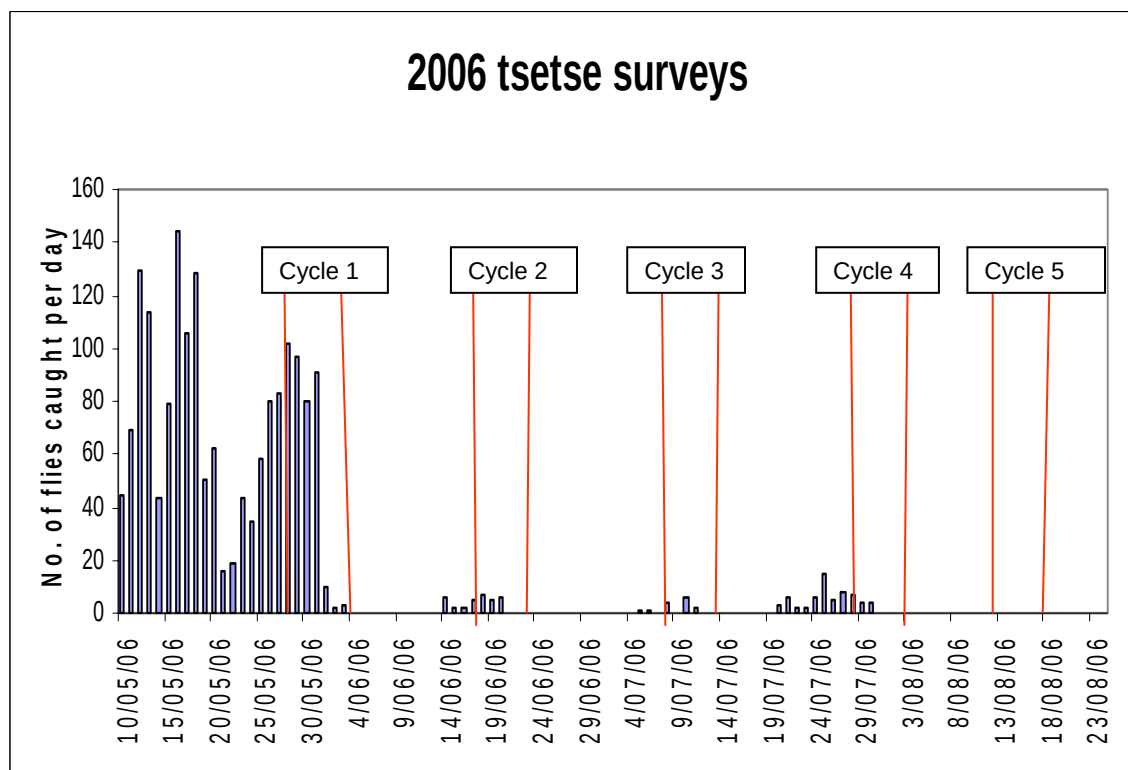


Fig 4a: Daily survey results from fly rounds and traps 2002 spray block

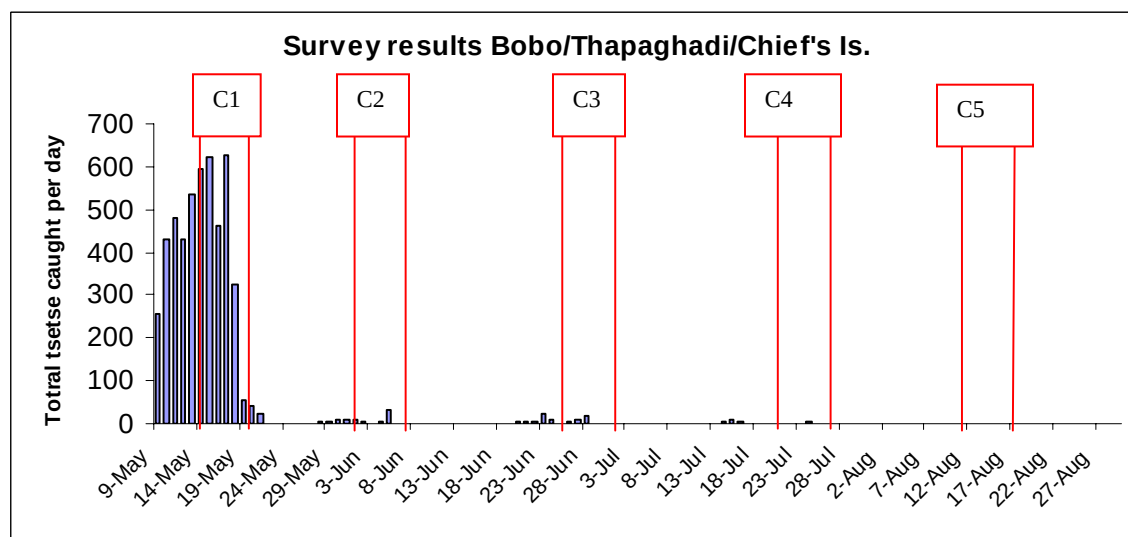
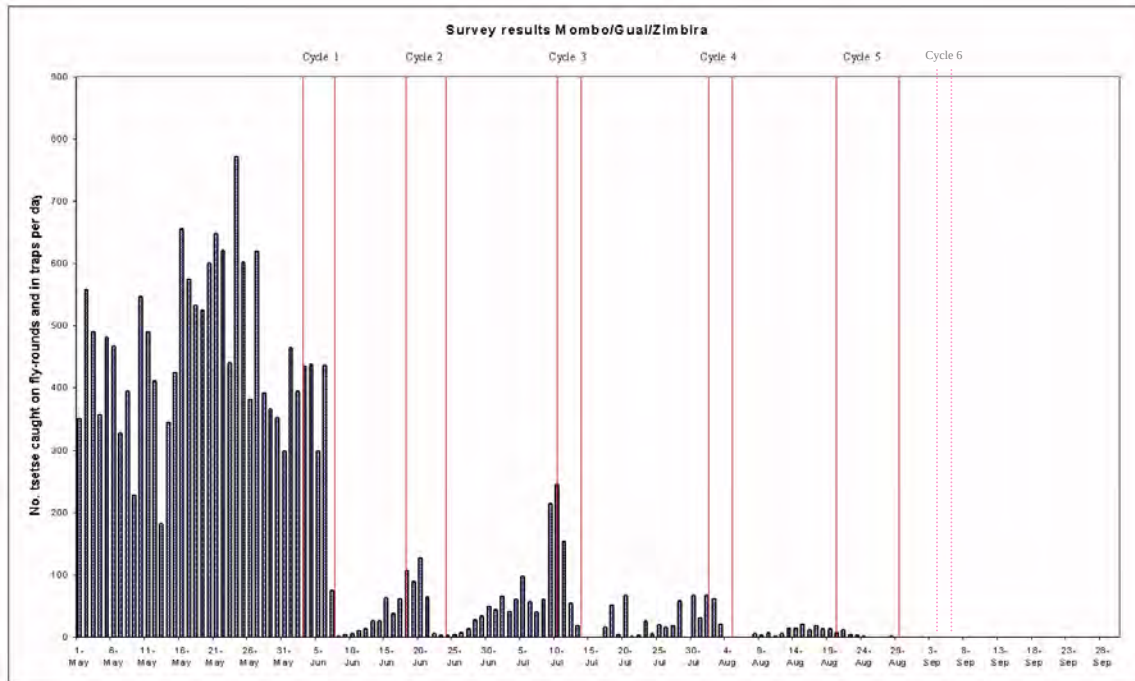


Fig 4b: Daily survey results from fly rounds and traps 2001 spray block



Discussion and Conclusions

In 2001 (northern block) the first cycle was not entirely successful and post-spray tsetse survivors were caught by survey teams at Mombo; one of the high tsetse density areas in the Okavango delta. This was not at all surprising given the teething problems associated with the original insecticide formulation. These problems were eventually overcome by improved formulation as used in all subsequent operations where good entomological results were achieved with no significant impact on non-target species.

A key feature of the 2002 results was the absence of old surviving females after cycle 1. This could be attributed in part to the revised dosage rates used during cycle 1 and cycle 2 - where deltamethrin was applied at 0.3 g/ha. What seemed unusual though - about the 2002 results, and later the 2006 results, was the inordinately low numbers of tsetse caught between applications. This has led to speculation that the increased initial dosage rate for deltamethrin may be leaving some limited post-spray residual effect. However, five years since aerial spraying ended in the Okavango delta, and one year after the 2006 SAT ended in the Kwando/Linyanti and Caprivi, ongoing surveys have not found any tsetse. There are no substantiated reports of tsetse sighting anywhere in the delta and animal trypanosomiasis has not been recorded in cattle around the Okavango or in horses used for Safaris in the Delta since 1999. By all accounts therefore, the reintroduction of aerial spraying to eliminate tsetse flies and trypanosomiasis from the Okavango Delta and surrounding areas in Botswana was a resounding success. The 2002 operation provided extremely good results, hence became a good model for 2006. Accordingly therefore, both the Turbo Thrush - as spray vehicle, and the improved ulv formulation of 'Deltanex' performed exceedingly well in 2006 with exceptional results. Like the rest of

the sprayed areas, surveys are continuing throughout the 2006 spray block, both in Botswana and on the Namibia side but a year on since the end of spraying, no tsetse have been caught, and there is reason to be optimistic about the prospect of tsetse eradication in Botswana for the first time in many years.

Reintroduction of aerial spraying to eliminate tsetse flies and trypanosomosis from the Okavango Delta and surrounding areas in Botswana was a resounding success, and should become a model for future operations in the region. The Global positioning systems as used by SATLOC, has revolutionised aerial spraying for tsetse control and should be used in future SAT operations. Ground based guidance is now redundant.

Costs

The operational cost, for aerial spraying and insecticide (i.e. exclusive of government surveys etc.) was US\$266 and US\$271 /km² in 2001 and 2002 respectively. The equivalent cost four years later in 2006 was US\$338 /km².

References

- Allsopp R (1990) Aerial spraying Research and Development Project. Final Report, vol 2. A Practical Guide to Aerial Spraying for the Control of Tsetse Flies (*Glossina spp*). EC Delegation, Harare. Zimbabwe, 48pp.
- Allsopp R (1998) Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing aid tsetse control in Botswana. *Pesticide Outlook* **9**: (4) 9-12
- Allsopp R. (1983) Tsetse Ecology and Control, Botswana. Final Report. Tropical Development and Research Institute, London
- Allsopp R & Phillemon-Motsu (2002) Tsetse Control in Botswana – a reversal in strategy. *Pesticide Outlook* **13**: (2) 73-76
- Davies J.E (1980) A History of Tsetse Control in Botswana – pre 1980. Tsetse Control Division, Maun Botswana. pp 165
- Davies J.E (1981) The Distribution of *Glossina morsitans* in Botswana from Historic to recent times. 17th Meeting of the ISTRC, Arusha Tanzania Davies J.E & Bowles, J. (1979): COPR. Misc, Rep.No. 45. 17pp.
- Feldmann, U (2004). The sterile insect technique a component of area-wide integrated pest management of tsetse. In: Maudlin, I, Holes, P and Miles, M (eds) *The Trypanosomiasis*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp.565-582.
- Ford, J 1971. The Role of the Trypanosomiasis in African Ecology. A Study of the Tsetse Fly Problem. Clarendon Press, Oxford, UK. 568 pp.
- Hargrove, J.W., 1993. Target barriers for tsetse flies (*Glossina spp.*) (Diptera: Glossinidae): quick estimates of optimal target densities and barrier widths. *Bull Entomol Res.* **83**, 197 – 200.
- Jordan A.M. 1986. Trypanosomiasis Control and African Rural Development. Longman Group Limited, Harlow, UK, 357 pp.
- Kgori P M , Modo, S and Torr, S J (2006). The use of aerial spraying to eliminate tsetse from the Okavango Delta of Botswana. *Acta Tropica* **99**:184-199
- Lambrecht, F.L., 1972. The tsetse fly: a blessing or a curse? In: Farvar, M.T. Milton, J.P. (Eds.).
- The Careless Technology – Ecology and International Development. The Natural History Press, Garden City, New York, USA, pp. 726-741.
- Merron G (1986) Report on a Fish kill after aerial spraying with insecticides in the lower

Okavango swamps, JLB Smith Inst. Invest., Report no.20, 15pp.

Park P O, Gledhill J A, Alsop N.J and Lee C W (1972) a large scale scheme for the eradication of *Glossina morsitans* Westw. In the Western Province of Zambia by aerial ultra low volume applications of endosulfan. Bulletin of Entomological Research **61**:373-384

Perkins, J.S., Ramberg, L., 2004. Environmental Recovery Monitoring of Tsetse Fly Spraying Impacts in the Okavango Delta – 2003.

Putt. S.N.H., 1984. Tsetse Control in Botswana. FAO, Rome, Italy, 48 pp.

Sharma, S.P, Losho T.C, Malau, Mangate K.G, Linchwe K.B, Amanfu, W., Motsu, T.K., 2001.

The resurgence of trypanosomosis in Botswana. J.S. Afr.Vet.Assoc. 72, 232 – 234.

Vale G A, Lovemore D F, Flint S and Cockbill G F (1988) Odour baited targets to control tsetse flies, *Glossina* spp (Diptera: Glossinidae) in Zimbabwe. Bulletin of Entomological Research 78: 31-49.

Wooff R & Phillemon-Motsu T D K (1993) TSETSE CONTROL: the how, why, where and when. Okavango Observer 23 April 1993. Maun, Botswana

RAPPORT NATIONAL – MOZAMBIQUE

MOZAMBIQUE COUNTRY REPORT

Suzana Augusta J. Jamal

Chefe departamentoProvençal e controlo; Doencas, Praca dos Herois de Mozambique.
Mozambique;
Email: susanejamal@yahoo.com

Summary

Mozambique lies between latitudes 11 and 27 degrees south and longitudes 30 and 41 degrees east. The vegetation in most parts of the country is suitable for tsetse infestation. And 75% of the land mass is infested. Four species of tsetse are found here, *Glossina brevipalpis* Newstead, *G. austeni* Newstead, *G. morsitans morsitans* Westwood and *G. pallidipes* Austen. The first two are confined to the southern part of the country. *Glossina morsitans* and *G. pallidipes* are the most widely distributed. African Animal trypanosomiasis (AAT) is a major constraint to livestock development; and the human form of the disease (HAT) is also known to occur in some parts of the country, its presence having been reported in five provinces. Since 1975 when the last major work on tsetse and trypanosomiasis was carried out before independence no active surveys have been conducted. However, trypanocidal drugs have been used both as curative and prophylactic for livestock. The PATTEC programme has been introduced but it has not yet been implemented;

bilateral talks have been held with Zimbabwe and the Republic of South Africa, two of the five countries neighbouring Mozambique that are tsetse infested.

Introduction

Mozambique is situated in Southern Africa between latitudes 11 and 27 degrees south and longitudes 30 and 41 degrees east and is surrounded by Tanzania, Zambia, Zimbabwe and South Africa as well as the Indian Ocean on the east (Fig. 1). The predominant vegetation of the plateau and areas of higher elevation in the north and west of the country is a mixture of savannah and open woodland or miombo-forest, that is suitable for tsetse infestation. This is interspersed with patches of denser forest at higher latitudes in provinces of Niassa, Nampula, Zambezia, Manica and Sofala. Tsetse transmitted animal trypanosomosis is one of the major constraints of livestock production in Mozambique. About 75% of its land area of 786 000 square kilometres are infested by tsetse flies. Four species, namely *Glossina morsitans morsitans* Westwood, *G. pallidipes* Austen, *G. brevipalpis* Newstead and *G. austeni* Newstead, are present in Mozambique. *Glossina morsitans* and *G. pallidipes* are the most widely distributed although since the rinderpest epizootic of the late 1800s they have never crossed the area between Save and Limpopo rivers. Currently only *G. brevipalpis* and *G. austeni* are found in the southern part of the country. The tsetse infestation continues to be one of the factors that influence

the cattle distribution all over the country. Most of the livestock production are concentrated in the relatively tsetse free area in the south of the Save river and in some highlands in the northern and central part of the country.

Three trypanosome parasite species are found in Mozambique, *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* and *T. brucei*; *T. congolense* being the most prevalent in the livestock.

Regarding Human Trypanosomosis (sleeping sickness), the disease form found here is *T. brucei rhodesiense*, which occurs in provinces of Tete, Niassa, Nampula and Cabo and Delgado. The real current situation is unknown, because in more than 30 years, no active survey has taken place. However few cases of sleeping sickness have been reported in the provincial hospital at Tete. Cattle population is about 1, 055 000 heads from which 1/3 are estimated to be at risk. Sheep and goats make up to around 4, 254 890. Pigs are around 1, 183 200 heads

Tsetse and trypanosomosis control

Tsetse control:

The most extensive survey work on tsetse distribution was carried out before independence (1975). From then up to now very little work and no extensive surveys have been conducted. However some limited survey work was carried out in the restocking programme areas. These surveys were done using traps baited with acetone. Reduction of fly density has been noted in some known infested areas and this has been attributed to game pouching, forest clearance for agricultural purposes, fire-wood, building material industry, and other human activities. Tsetse are known to be most widely distributed in the central and northern regions of the country although there is no region that is totally free of infestation.

Trypanosomosis control

Tsetse transmitted trypanosomosis occurs in all infested areas and, attention is given to its control. The trypanosomosis control programme relies on the applications of diminazene aceturate and isometamidium chloride as curative and prophylactic drugs respectively. However there is a significant reduction on the number of animals treated every year because since some years ago the government have changed the policy with the introduction of the cost-recovering programme. All animals moving from one area to another for breeding proposes are tested for trypanosomosis prior to movement.

Trypanocidal drug resistance

Drug resistance was suspected and confirmed in the province of Zambezia (Fig 2). Because there are no other tested areas, we believe that the problem is not restricted to Zambezia province only.

Training

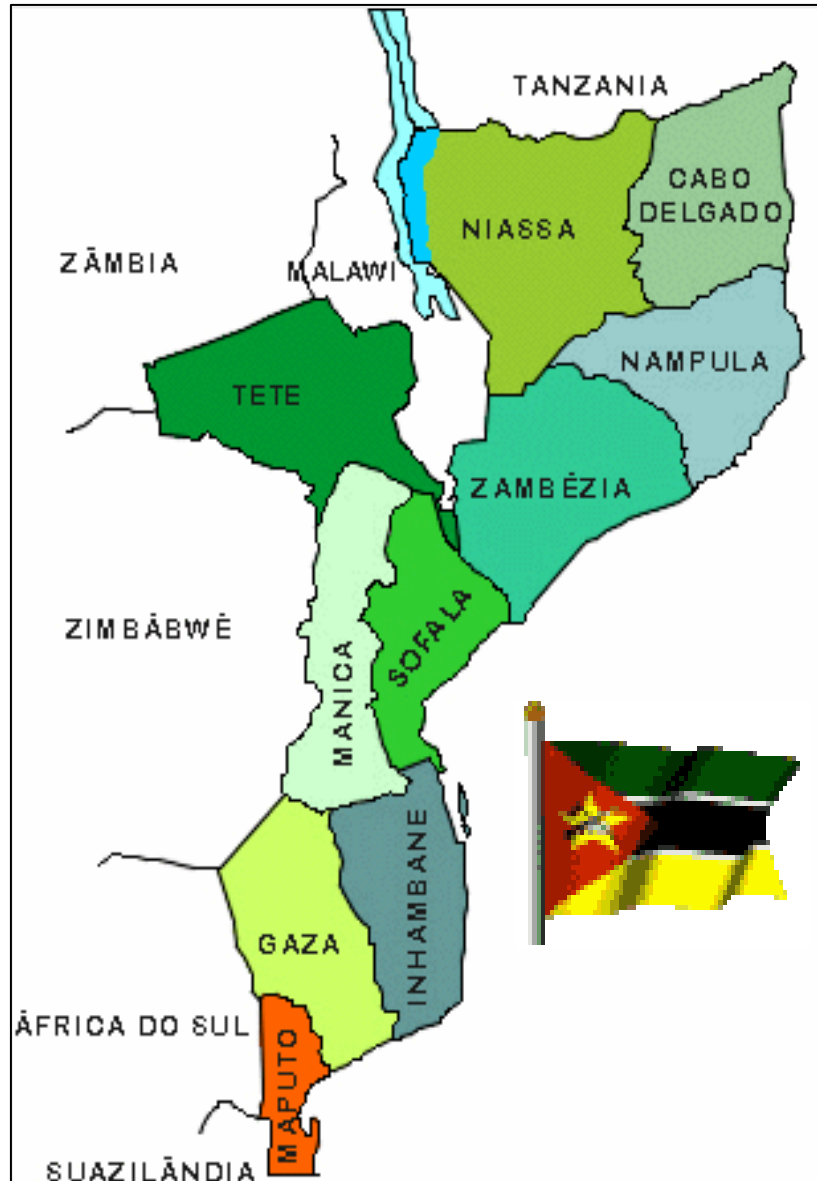
Training on tsetse and trypanosomosis surveys as well as on trypanosomosis control has been carried out with special emphasis on on- the- job training. The Provincial Veterinary Services have the minimal capacity to handle trypanosomosis problems. However the weakness is the high turnover of the trained staff being moved to other posts not related to the tsetse field.

Pan African Tsetse and Trypanosomosis Erradication Campaign (PATTEC)

The programme was launched during the 26th ISCTRC meeting held in Ouagadougou – Burkina Faso in 2001. However, in Mozambique the programme is still in embryonic

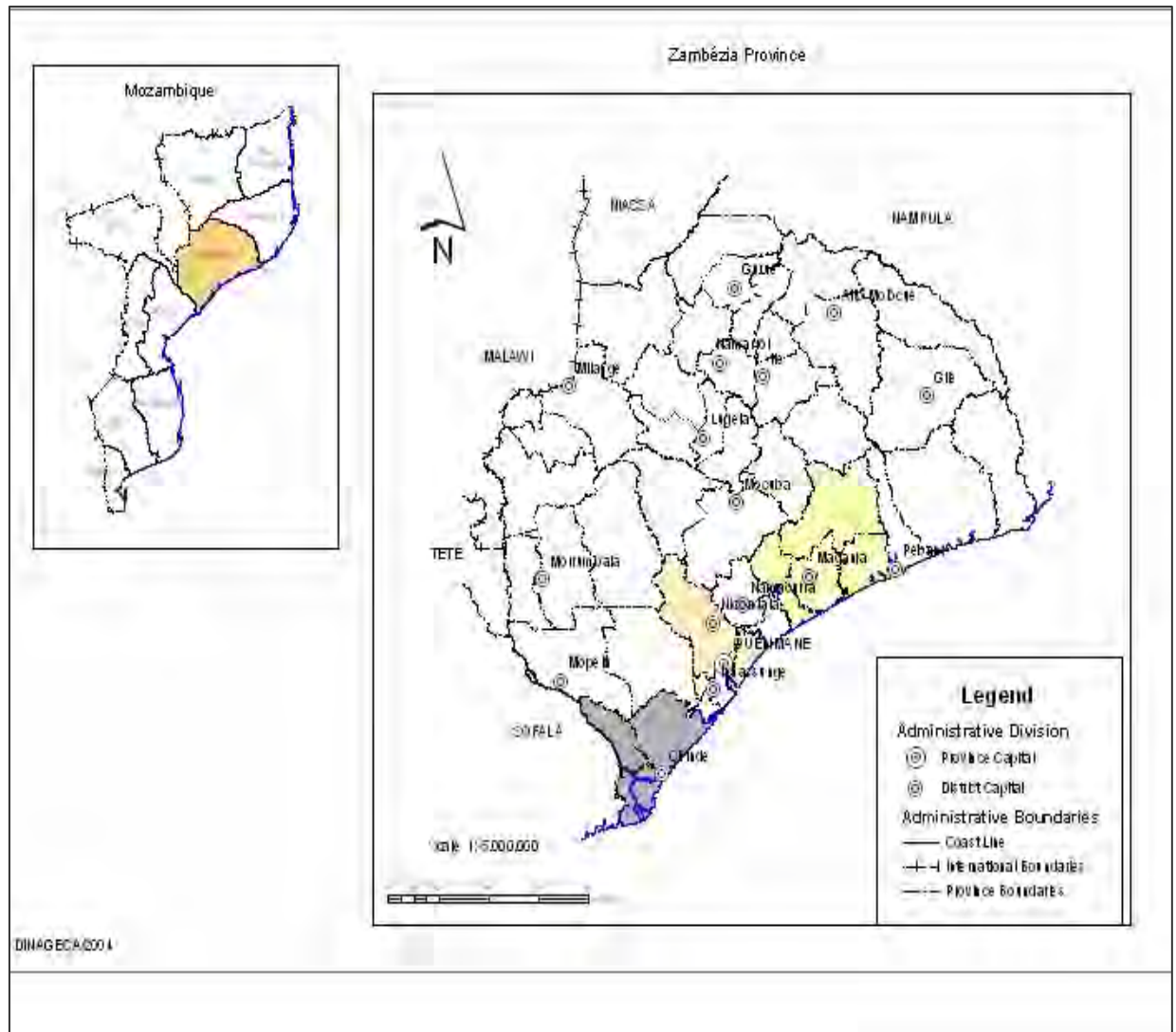
stage. Only during the second semester of 2006, was the PATTEC national focal point appointed and the national technical team designated. Bilateral meetings with Republic of South Africa and Republic of Zimbabwe, two out of our five neighbouring countries that are tsetse infested (Annex 4), were planed to discuss the implementation of the PATTEC initiative. With Republic of South Africa there is a proposal in the province of Maputo that is infested with *G. brevipalpis* and *G. austeni*, while with Republic of Zimbabwe the proposed area is in Tete province in the central part of the country (Fig 4).

Fig. 1: Mozambique situation



(Annex 2)

Fig.2: Zambezia Province: Trypanocidal drug resistance tested areas



Figs. 3 & 4:Maputo Provence with the indication of Matutuine district; Matete Province shown



[RESUME(FR) EDITE]

**POUR CE DOCUMENT, SEULEMENT LE RESUME ((SUMMARY) EST
TRADUIT EN FRANCAIS**

110

**TSETSE CONTROL IN ZIMBABWE: COUNTRY REPORT
LUTTE CONTRE LES TSETSE AU ZIMBABWE : RAPPORT NATIONAL**

W. Shereni

Tsetse and Trypanosomiasis Control Branch , Department of Veterinary Field
Services and Tsetse Control, P.O. Box CY 52, Causeway, Zimbabwe

Résumé

Les deux dernières années de lutte contre les tsé-tsé au Zimbabwe (2005-2007) ont constitué une phase de consolidation pendant laquelle les tsé-tsé ont été éliminées des poches résiduelles et isolées situées au sud des limites connues infestées de tsé-tsé et où des barrières de défense ont été érigées pour empêcher l'invasion des glossines. Des barrières larges de 1 km qui consistent en 30 écrans à appât olfactif et traités à l'insecticide étaient érigées le long de la frontière Nord-Est avec le Mozambique, tandis qu'une barrière large de 10 km a été installée sur la partie qui reste. Au total, 32.000 écrans étaient déployés sur 760 km de barrière. Outre l'écran, il y a eu le bain parasiticide des bovins avec de la deltaméthrine. Le programme de lutte contre les tsé-tsé a permis la suppression de la population de glossines et l'élimination de la trypanosomiase humaine de la région de Kariba. Des plans sont en cours avec l'appui du Projet UA/PATTEC pour l'éradication des tsé-tsé d'une zone infestée de 30.000 km². Un projet financé par l'AIEA permettra d'éradiquer les tsé-tsé du Parc National de Matusadona, tandis qu'une proposition est sous examen pour exécuter un projet conjoint avec le Mozambique (pays voisin) pour éradiquer les tsé-tsé de la zone de la vallée du Mi-Zambèze et de la zone de Cabora Bassa du Mozambique.

Summary

The last two years (2005 – 2007) of tsetse control in Zimbabwe have been a consolidation phase where tsetse were cleared from residual and isolated pockets south of the known tsetse limits and where defence barriers were strategically erected along the entire tsetse front to restrict tsetse reinvasions. One kilometre wide narrow barriers consisting of 30 odour-baited and insecticide treated targets were erected along the north-eastern border with Mozambique whereas a 10-kilometre wide barrier was constructed along the remaining sections of the barrier. A total of 32 000 targets were deployed along the 760 km. length of the barrier. The target programme is supported by a cattle dipping programme where cattle are treated with deltamethrin. The tsetse control programme resulted in the suppression of the tsetse population and the elimination of human trypanosomiasis from the Kariba town area. Plans are underway through support

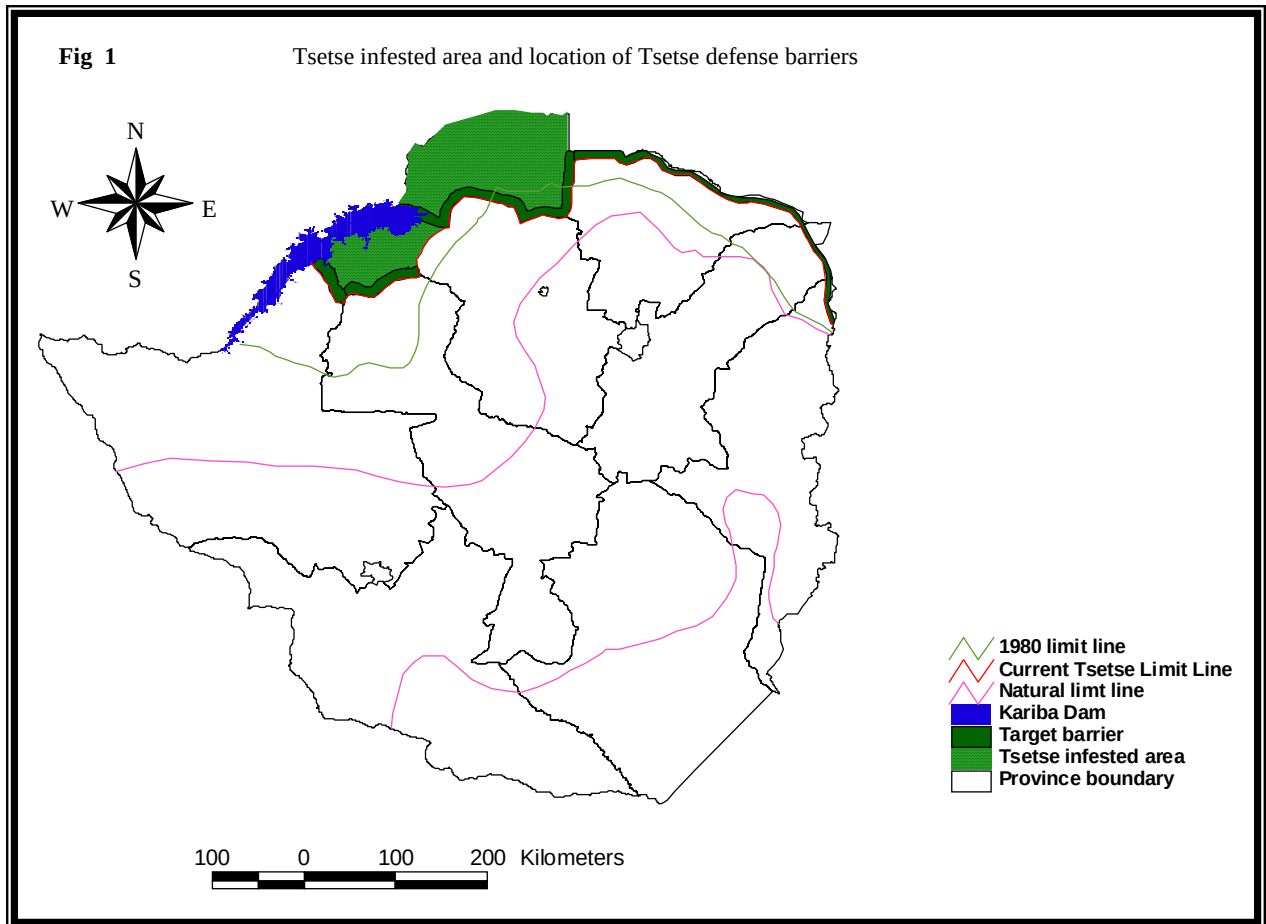
from the AU/PATTEC to eradicate tsetse from the 30 000 km² area infested. A project has been approved for funding by the IAEA to eradicate tsetse from the Matusadona National Park while a proposal is under consideration to initiate a joint project with neighbouring Mozambique to eradicate tsetse from the Mid-Zambezi Valley area of Zimbabwe and from the Cabora Bassa area of Mozambique.

Overview

The development of tsetse control strategies in Zimbabwe has been influenced by the global consensus and agreements on appropriate solutions to the tsetse and trypanosomiasis problem at the Continental level. The Branch's core-functions have been tsetse eradication, tsetse surveillance and tsetse research and development. Strategies were therefore developed taking into consideration the socio economic, institutional, technical and environmental aspects.

Tsetse Distribution

Tsetse could ecologically infest all areas below 1 000 m above sea level, and this was the situation in 1896 before the rinderpest. Currently, only 30 000 km² is infested mainly along the Zambezi Valley. There are two tsetse fly species present in Zimbabwe namely, *Glossina morsitans morsitans* Westwood and *G. pallidipes* Austen. Tsetse flies have been eradicated from the north-eastern districts where a defence barrier has been erected along the border with neighbouring Mozambique. Bovine trypanosomiasis is of great importance and is prevalent in all tsetse infested areas. Human sleeping sickness has been known to be prevalent mainly in areas adjacent to the Zambezi River.



Eradication Campaigns

Following the reduction in funding, the thrust of the campaign has been on the consolidation of previously cleared areas and to use defence barriers of targets (Fig. 1). The effect of the barriers of targets was complimented by the cattle dipping or treatment with pour-ons in areas adjacent to the barriers (Fig. 2). The cattle dipping programme is known to be effective at cattle densities of at least 10 cattle per km².

For the convenience and ease of maintenance the border barrier of targets in the north-east is narrow and consists of 30 targets per linear kilometre. Such a barrier is known to be particularly effective and will allow about 10% of the flies to invade. The other sections consist of wide barriers of 10 km wide or more. These have been demonstrated both in imperical studies and in theoretical models to be 100% effective if the targets are well maintained. The Targets are treated with a suspension concentrate of deltamethrin at 0,54% concentration effective for a year.

Bait technology is therefore currently the only method of control in use although capacity to use other methods has been maintained. The following chart shows the justifications for using the different control methodologies.

Fig 2

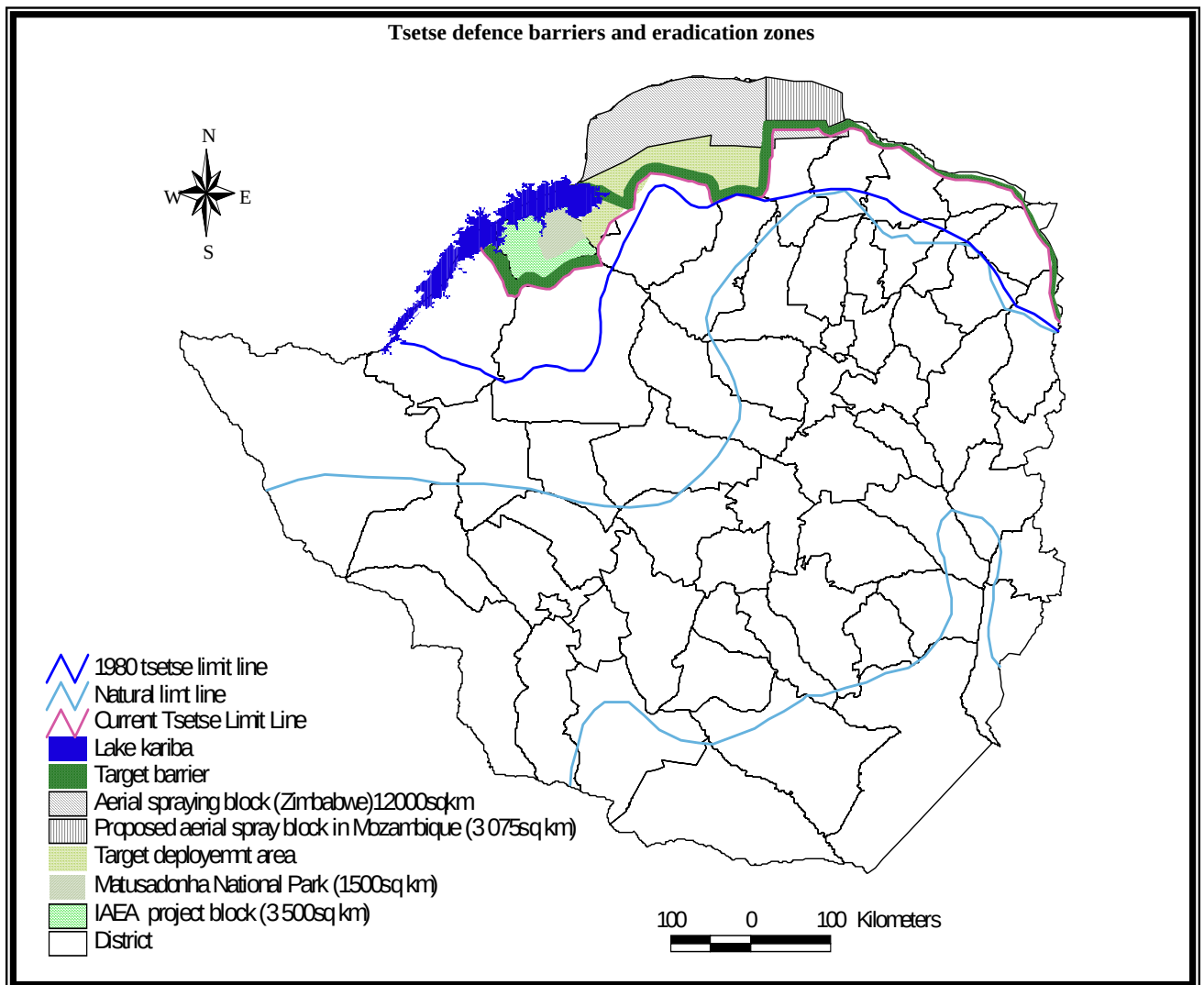
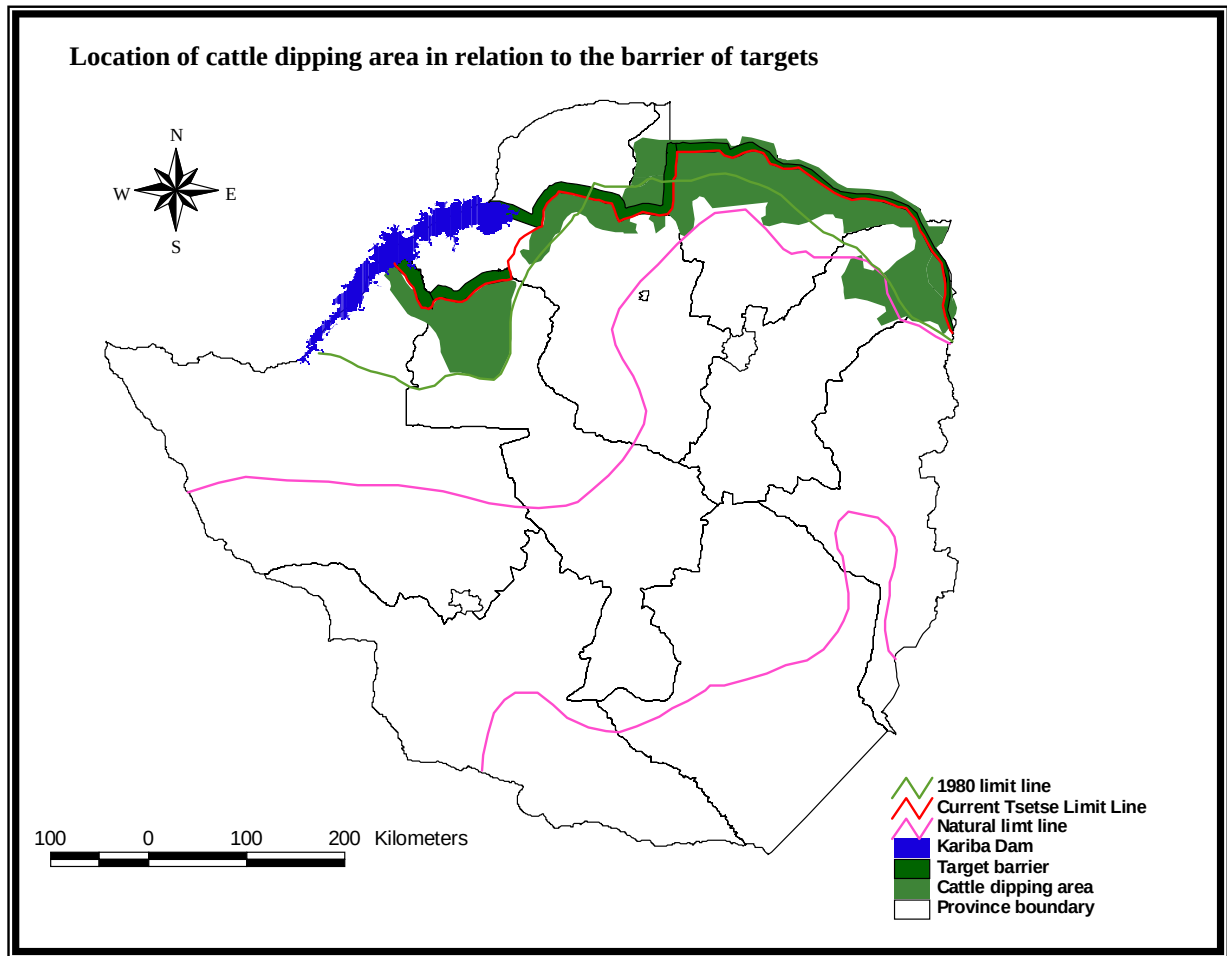


Fig. 3



Tsetse Eradication Options

Control Methodologies	Objective	Effectiveness	Justification
Ground Spraying	Tsetse Eradication	Tsetse are cleared in a single or repeated operation	Low Technology Affordable to most African Governments
Sequential Aerial Spraying	Tsetse Eradication	Rapid tsetse clearance in a single application	Most appropriate for disease epidemic situations or in areas where other cheaper interventions are applicable
Targets and Cattle Dipping	Defence of cleared areas and	Very effective as Barriers and for	Low technology affordable and can be

	to suppress/eradicate tsetse populations	tsetse suppression	used at community level
Sterile insect Technique	Tsetse Eradication	Very effective under suitable conditions	Where repeated applications with other techniques are more costly or less effective.

In the Western part of the country, the IAEA –supported project is being developed where targets will be initially applied to suppress the tsetse population followed by the release of sterile males.

Surveillance

Tsetse and Trypanosomiasis surveillance is a major activity for early detection of trypanosomal infections in both humans and cattle as well as to monitor the distribution and possible dispersion of tsetse flies. While the surveillance in cattle is active and involves the inspections of blood samples at races and dips, the surveillance in humans is passive and the records available relate to infected persons who were diagnosed at health centres and clinics.

Research

The Tsetse Control Department runs a Research Section with the function of addressing operational problems that are encountered in the implementation of control programmes. The following are some of the areas where research has been focused:

- restricted application of insecticides
- tsetse attractants and repellents
- screening of insecticides
- tsetse surveys and surveillance

Control strategies

The objective in tsetse control is to eventually eradicate tsetse flies the remaining infected area. In the meantime and only as a measure to hold the situation barriers of targets and cattle dipping have been the preferred strategy while chemotherapy is used to treat infected cattle. Tsetse Control programmes have been implemented at the National level since the closure of the Regional Tsetse and Trypanosomiasis Control Programme in 200. A new initiative, is however, now to develop to implement tsetse control programmes at the Regional than National level under the auspices of the AU/PATTEC programme.

Funding

All the funding has been provided by Government for the operations during the last seven years. There is however, likelihood of donor support from the IAEA and the ADB/COMESA.

Training

Tsetse Control in Zimbabwe has acted as the centre for the training of personnel from the region and beyond. The following is a list of the personnel who have received short training course at the Rekomechi Research Centre in the Zambezi Valley since 2000.

- 9 PhD Students from Liverpool School of Tropical Medicine, U.K..

- O 11 Middle level personnel from Ethiopia
- O 8 MSc Students from the University of Pretoria, South Africa
- O 4 Senior Level Officers from Uganda
- O 1 Senior Level Officer from Ghana
- O 1 Senior level Officer from Tanzania

Proposed Multi -National Project

Regional meetings have been initiated to develop a MultiNational Project of Malawi, Mozambique, Zambia and Zimbabwe. The project document for the joint operations is expected to be complete by mid-November, 2007. In this context, Zimbabwe intends to clear tsetse from the entire Zambezi Valley and from the farming areas to the south of the valley.

[DOCUMENT (FR) EDITE]
IL N Y A PAS DE DOC EN ANGLAIS, SEUL LE RESUME EST EN ANGLAIS

111

**LUTTE CONTRE LES TRYPANOSOMIASES ANIMALES ET LEURS
VECTEURS PAR DES METHODES ALTERNATIVES DANS LES PROVINCES
DE L'ADAMAOUA ET DU NORD DU CAMEROUN**

**CONTROL OF ANIMAL TRYPANOSOMOSIS AND ITS VECTORS WITH
ALTERNATIVE CONTROL METHODS IN ADAMAOUA AND NORTH
PROVINCES OF CAMEROON**

Banipe Louis*, DVM ; Ngambia Funkeu Roger, DVM
et Asaah Thomas Abaade, DVM.

Coordinateur National du Projet d'Appui à la Lutte Contre les Trypanosomiasés
Animales et leurs Vecteurs, Yaoundé, Cameroun, Email: louis.banipe@yahoo.fr

Summary

The Support Project for the Control of Animal Trypanosomosis and its Vectors, financed by the Cameroon government operates in 07 divisions of the Adamawa and North provinces. This project targets poverty alleviation by ameliorating the standard of living of livestock farmers through the elimination of the major constraint in cattle production in Cameroon. To achieve this, the farmers were involved in the use of alternative control methods in their reach. These methods include:

- Topical treatment on animals (pour on and spraying)
- Screens impregnated with insecticides

The project did:

- Sensitise and organise farmers into groups
- Train the beneficiaries;
- Distribute materials and tsetse control products to farmers;
- Follow up on fieldwork.

Considering the positive results, though on a small scale, much is expected from the consolidation and extension phase envisaged and the putting in place of PATTEC.

Résumé

Financé par l'Etat camerounais, Le projet de soutien de la lutte contre les trypanosomiasés animales et leurs vecteurs (PALCTAV) est mis en œuvre dans sept départements des Provinces de l'Adamaoua et du Nord du Cameroun. L'objectif du projet est la lutte contre la pauvreté par l'amélioration des conditions de vie des éleveurs à travers l'élimination de cet obstacle à l'élevage bovin. C'est ainsi que les éleveurs ont été associés à l'utilisation des méthodes alternatives de lutte qui sont à leur portée. Il s'agit:

- du traitement épicutané du bétail ("pour on" et pulvérisation);
- l'utilisation des écrans imprégnés d'insecticides.

Le projet a:

- sensibilisé les fermiers et les a structuré en groupes;
- formé les bénéficiaires;
- distribué par l'Etat camerounais du matériel et des produits de lutte contre les tsé-tsés;
- suivi des travaux sur le terrain.

Compte tenu du résultat positif, à petite échelle, un grand espoir est fondé sur la phase de consolidation et d'extension envisagée, et la mise en œuvre du PATTEC.

Mots-clés: Trypanosomiasés animales et leurs vecteurs, Adamaoua, Nord-Cameroun, élevage bovin, méthodes alternatives de lutte, traitement épicutané, écrans imprégnés.

Introduction

En 1956, Mr Didier, responsable de l'élevage en Adamaoua, écrivait: "La Trypanosomiasé est en train de prendre une telle ampleur en Adamaoua qu'elle en sera la principale maladie, sinon la plus meurtrière, le personnel du secteur aura fort à faire pour s'en occuper sérieusement en même temps que du reste." Aujourd'hui, on peut affirmer que ce responsable avait raison et même que ses assertions s'avèrent vraies au-delà de l'aire ciblée. En effet, sur les 471 420km² de la superficie du Cameroun, 398 780km² sont infestés par des mouches tsé-tsé soit 84.6% du territoire national.

Rappel historique de la lutte:

Dans le cadre de la promotion de la production bovine, Le Gouvernement camerounais a proposé en 1973 le programme "plan viande". Financé par la Banque Mondiale et le GTZ, ce programme a démarré en 1974 et avait pour objectif majeur l'éradication de la tsé-tsé des pâturages de l'Adamaoua, du Nord et de l'Extrême- Nord. Dès 1976 la lutte proprement dite a commencé en Adamaoua. Elle était orchestrée par la Mission Spéciale d'Eradication des Glossines (MSEG) qui faisait alors appel à des investissements lourds impliquant les pulvérisations aériennes dans les zones stratégiques à très forte concentration de glossines. Ainsi les départements de la Vina, du Faro et Déo et de la Bénoué appelées "zones de front" furent visés.

Pour pérenniser ces acquis, certains éleveurs sensibilisés de la Vina et du Faro et Déo, ont été appuyés, dans le cadre du projet GESEP (Gestion Sécurisée des Espaces Pastoraux) par l'Ambassade de France – Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC). Mais très vite, des signes d'essoufflements se sont fait sentir avec la réinfestation à partir des Départements voisins (zones de transhumance pour la plupart).

Bien qu'ayant réduit de façon significative la pression glossinaire dans les zones ciblées, la MSEG n'a pas suffisamment mis l'accent sur la pérennisation des acquis. Les principales faiblesses relevées sont:

- Faible implication des éleveurs dans la lutte;
- Méthodes non pérennes avec pour conséquence la réinfestation des milieux assainis.
- Méthodes utilisées hors de portée des éleveurs rendant ainsi le transfert de technologie quasiment impossible; coûts élevés des trypanocides et insecticides utilisés.

Présentation du projet

D'un montant de 600 millions de F CFA, le PALCTAV, vise la lutte contre la pauvreté par la promotion de la sécurité alimentaire à travers le développement de la filière bovine en éliminant l'une des contraintes majeures de cet élevage en l'occurrence les Trypanosomiasés animales.

Pour atteindre cet objectif, le projet a axé ses interventions autour des points suivants:

- Soutien aux éleveurs en moyens de lutte contre ce fléau;
- Vulgarisation du traitement épicutané des animaux à l'aide des insecticides;
- Limitation de la réinfestation des zones de pâturage déjà assainies par le bétail au retour des transhumances;
- Appui des éleveurs pour une organisation en groupements structurés et fonctionnels;
- Réduction du surpâturage et des conflits agropastoraux par la mise à la disposition des éleveurs de nouvelles aires de pâturage exemptes de glossines ou à faible pression glossinaire;
- Renforcement des capacités techniques des éleveurs;
- Amélioration des revenus des petits éleveurs en milieu rural et périurbain.

Matériel et Méthode

Choix d'une méthode de lutte: Tenant compte des faiblesses décrites, la méthode de lutte alternative est retenue afin de permettre aux bénéficiaires de se l'approprier et d'assurer la pérennisation.

Choix du matériel

Les insecticides:

- "Pour on": alphaméthrine + cyperméthrine + tétrachlorovinphos;
- Pour la pulvérisation des animaux: Deltaméthrine 5 % ;
- Pour l'imprégnation des écrans: Deltaméthrine 5 %.

Protocole

La lutte mise en œuvre a reposé sur la démarche suivante:

- Sensibilisation des bénéficiaires: Pour amener les bénéficiaires à adhérer à la lutte, des réunions d'information, de sensibilisation appuyées par des dépliants, affiches et autocollants ont été organisées.

- Appui à la structuration du milieu paysan: Les bénéficiaires ont été appuyés dans la mise en place de Groupements d'Initiative Commune (GIC) orientés vers la lutte; les GIC se sont regroupés en Unions Départementales.

Renforcement des capacités des bénéficiaires: La spécificité des produits et matériels de lutte a nécessité le renforcement des capacités des bénéficiaires à travers des formations dans les domaines suivants:

- Stockage et utilisation des produits;
- Fabrication, imprégnation, pose, surveillance des écrans;
- Gestion des stocks de produits;
- Perception des contributions sur les marchés à bétail.

Appui des éleveurs en matériels et produits: Les matériels acquis par le projet ont été remis aux bénéficiaires. Il s'agit de:

- Produits et matériels de lutte: Insecticides, toiles et armatures en fer pour le support des écrans;
- Matériels de protection Blouses, bottes, gants et cache-nez;
- Matériels d'entretien du dispositif de lutte: machettes et pelles.

Les produits et matériels distribués aux éleveurs ont été utilisés sous l'assistance des techniciens vétérinaires mis à leur disposition.

Mise en Œuvre de la Lutte

Traitement des animaux: Le traitement des animaux s'est effectué au rythme des transhumances:

- Départ : Traitement au "pour on" pour la protection lors du séjour en zone infestée.



- Retour: Pulvérisation des animaux à la Deltaméthrine pour éviter l'envahissement des zones assainies par les glossines.



1. Pose des écrans imprégnés d'insecticides



Les écrans confectionnés, imprégnés ont été posés le long de la ligne de front (zone intermédiaire entre la zone infestée et la zone assainie) par les bénéficiaires sous la surveillance de techniciens vétérinaires.

2. Stratégie de pérennisation

La pérennisation repose sur deux axes:

- Génération des fonds pour le renouvellement des stocks de produits: elle est assurée par:
 - La vente d'insecticides à des prix inférieurs à ceux pratiqués par les pharmacies et les vétérinaires privées;
 - Les contributions issues des marchés à bétail.
- Accompagnement des éleveurs dans leurs activités: l'Etat a détaché des techniciens vétérinaires pour le suivi de chaque Union Départementale.

Résultats

De 2005 à 2007, les résultats suivants ont été obtenus :

- 193 leaders villageois formés en première intension et 2000 éleveurs en seconde;
- 3056 éleveurs réunis en 293 GIC orientés dans la lutte contre Les Trypanosomiasés; lesdits GIC regroupés en 7 Unions Départementales ;
- Ventes des produits en 2006 : 32 546 980 F CFA;
- Recettes sur les marchés à bétail en 2006 : 18 279 500 F CFA;
- 2 155 troupeaux traités soient environs 190 000 têtes de bovins;
- 2250 écrans ont été posés soit une superficie d'environ 420 Km² assainis.
- Des zones autrefois désertées par les éleveurs sont à nouveau fréquentées
- De nouvelles zones sont exploitées lors des transhumances.

Discussion

L'implication des éleveurs est réelle. Il faudrait donc travailler à maintenir cet engouement en:

- Amenant les autres (80 % de la population d'éleveurs) encore réticents à adhérer;
- Incorporant l'utilisation rationnelle et méthodique des trypanocides pour tenir compte des résistances déjà signalées;
- Construisant des bords détrequeurs qui ont fait leur preuve ailleurs;

Pour un meilleur impact, il faut:

- Introduire des pièges qui permettent de mesurer l'efficacité du dispositif;
- Une étude de la prévalence des glossines qui permettrait l'usage de mâles stériles ou de molécules stérilisantes (triflumuron),
- Etendre la lutte à l'échelle nationale.

Pour atteindre les aires protégées (parcs), il est nécessaire d'utiliser l'épandage aérien d'insecticides. La mise en place de la Campagne Panafricaine d'Eradication de la Trypanosomiase et de la Tsé-tsé (PATTEC) serait la bienvenue.

Conclusion

La lutte contre les Trypanosomiasés animales et leurs vecteurs au Cameroun peut être poursuivie avec optimisme. Il convient surtout de mettre l'accent sur la pérennisation en s'appuyant sur les techniques maîtrisables par les bénéficiaires. Une extension de la lutte au niveau national reste impérieuse. Cette lutte ne saurait connaître une efficacité réelle que si elle intègre les parcs nationaux. La mise en place, annoncée du PATTEC dans la sous-région sera un outil très important dans l'éradication des Trypanosomiasés animales.

Bibliographie

Boutrais (J.). Des Peuls en savanes humides. Développement pastoral dans l'ouest centrafricain. Paris, ORSTOM, 1988. 383 p.

Chalgier (A.). Perspectives d'utilisation des systèmes attractifs toxiques dans la lutte contre les glossines (Diptera, Glossini).

Challier (A.), laveissiere (C.). Un nouveau piège pour la capture des glossines (Glossinu: Diptera, Muscidae): description et essais sur le terrain. Cah. ORSTOM, Sér. Enc. méd. Parasit., 1973, 11: 251-262.

Cuisance d. Evaluation de la situation et de la stratégie de lutte contre les glossines et les Trypanosomiasés dans l'Adamaoua. Maison-Alfort: IEMVT, 1995, 47p.

Cuisance (D.). La lutte contre les glossines dans la zone d'action agropastorale de Yérémo. Bilan de quatre missions d'appui à l'Unité de lutte contre les glossines dans le cadre du Projet National de Développement de l'Elevage de la République Centrafricaine. Maisons-Alfort, IEMVT, Ministère du Développement Rural de RCA, 1988. 61 p. (Etudes et thèses). Revue Elev. Méd. vét Pays trop, 1984,37 : 31-59 (no spécial).

Cuisance (D.). Le piégeage des tsé-tsé. Maisons-Alfort, IEMVT, 1989. 172 p. (Études et synthèses de l'IEMVT, no 32)

Cuisance (D.), Cailton (P.), Kota-Guinza (A.), Ndokoué (F.), Ounékrozou (E.), Demba (D.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by trapping in the Mbororo stockbreeders in the Central African Republic. Revue Elev. Mid. vét. Pays trop. 1991, 44 (1) : 81-89.

Hamadama H. Rapport sur la situation des Trypanosomiasés animales et leurs vecteurs au Cameroun. Ngaoundéré: MSEG, 2001, 7p.

Hamoá A., Mairiga A. Hamadou H. COMPTE-Rendu de la tournée de préparation pour le départ en transhumance des éleveurs de la Vina. Ngaoundéré : UGICETA, 2002, 3p.

Tanenbe C. Etude épidémiologique de la Trypanosomiasé bovine en fonction de la répartition glossinienne dans l'Adamaoua. Ngaoundéré : Université de Ngaoundéré, Département des sciences biologiques, 2002, 58p.

**POUR EDITER CE DOCUMENT , IL ME FAUT L'ARTICLE EN ANGLAIS
CAR LA TRADUCTION DU RESUME[SUMMARY] NE CORRESPOND PAS A
LA VERSION ANGLAISE.**

112

**Trypanosomiasis represents one of the greatest human health and livestock
production challenges in the DRC**

Florent Ngamuna

Chef de Division Hygiène et Santé Animales a.i.

Summary

Trypanosomiasis has had devastating effects on livestock in DRC, a fact that had been noted as early as the 1940s by Professor Moortelmans of the Antwerp Institute of Tropical Medicine, Belgium, among others. Since then, control has been undertaken in an isolated and haphazard manner involving a few entities. The tsetse challenge has been particularly acute in forests, gallery forests and some savannah shrubs. The paper shows the distribution of *Glossina* (Diptera: Glossinidae) in the DRC. At the national level, there has never been a National Animal African Trypanosomiasis Control Programme.

Few isolated work exist in the form of surveys on *Glossina*, species and on observations on some cattle breeds with regard to their different levels of susceptibility to the disease. The paper presents the *modus vivendi* preference of *Glossina* for blood meals.

Regarding work undertaken, the paper discusses:

- the results of the collaboration between the Department of Animal Health and Production and the Central Trypanosomiasis Office;
- work on the tests for trypanotolerance of the N'Dama in various breeding sites: in village systems, livestock farming in forests, and on plateaux, ranches.
- research results of Animal Trypanosomiasis Project under the Kinshasa Veterinary Laboratory in the periphery of the provincial town of Kinshasa.

The paper concludes by identifying the needs of DRC regarding Animal African Trypanosomiasis control.

Résumé

Le Projet d'appui à la lutte contre les Trypanosomiasés animales et leurs vecteurs (PALCTAV), financé par l'Etat camerounais, est mis en œuvre dans sept départements des Provinces de l'Adamaoua et du Nord du Cameroun. L'objectif du projet est la lutte contre la pauvreté par l'amélioration des conditions de vie des éleveurs à travers l'élimination de cet obstacle à l'élevage bovin. C'est ainsi que les éleveurs ont été associés à l'utilisation des méthodes alternatives de lutte qui sont à leur portée. Il s'agit :

- du traitement épicutané du bétail ("pour on" et pulvérisation) et
- de l'utilisation des écrans imprégnés d'insecticides.

Le projet a :

- appuyé les acteurs dans la structuration de leur milieu,

- formé les bénéficiaires ;
- remis des matériels et des produits de lutte aux éleveurs ;
- encadré les acteurs dans les travaux de terrain.

Compte tenu de l'impact positif, à petite échelle, un grand espoir est fondé sur le projet de consolidation et d'extension envisagé, et la mise en œuvre de la PATTEC.

Mots-clés : Trypanosomiasés animales et leurs vecteurs, Adamaoua, Nord-Cameroun, élevage bovin, méthodes alternatives de lutte, traitement épicutané, écrans imprégnés.

Tablou 1:Les especes de tse-tse et leur distribution/*Glossina* species distribution in the DRC

PROVINCE	Especes de Glossines	SITES (Localités)
Bas-Congo	<i>G.f. quanzensis</i>	Kimwenza, Songololo, Kisantu, Kasangulu, Nkolo
	<i>G.p. palpalis</i>	Mangembe, Tshela, Luozi
	<i>G. hamington</i>	Tshela
Bandundu	<i>G.f. quanzensis</i>	Kikwit, Miabi, Musielke, Makaw
	<i>G. schwetzi</i>	Popokabaka
	<i>G .f. fuscipes</i>	Nkenge, Nfuni
	<i>G. tabaniformis</i>	Makaw, Mushie, Inongo
	<i>G .morsitans</i>	Kasongo lunda, Mushie
	<i>G. fusca congolensis</i>	Inongo
Equateur	<i>G.fusca congolensis</i>	Lola, Mpaka, libenge, lombo
	<i>G.fusca nigrofusca</i>	Lola, Mpaka, Gemena
	<i>G. taniformis</i>	Mpaka, Bosobolo, Libenge
	<i>G. fuscipes</i>	Mpaka
	<i>G.p. palpalis</i>	Libenge, Lombo
	<i>G. morsitans</i>	Lombo
Kasaï	<i>G. palpalis</i>	Katako kombe, Lodja, Ngandajika, Luza, Tshibala, Tshikapa, Lambale, Lukenge, Kalenda, Okitawunga
	<i>G. fuscipes</i>	Mwene Ditu, Kambayi
	<i>G. morsitans</i>	Luiza, Ilebo
	<i>G. f. quanzensis</i>	Kambayi
	<i>G. tabaniformis</i>	Ilebo, ukulungu, Lukenge
Orientale	<i>G. f. congolensis</i>	Watsa, Aketi, Bondo, Bujala
	<i>G. morsitans</i>	Watsa, Bujala, Niangara
	<i>G. tabaniformis</i>	Aketi, Niangara
	<i>G.fusipleuris</i>	Wamba, Bengamisa
	<i>G.longipalis</i>	Wamba
	<i>G. papalis</i>	Ango, Dungu, Bondo
	<i>G. longipalpalis</i>	Rutshuru, Beni Mongo
	<i>G.p. palpalis</i>	Rushuru, Mwana Ndeke, Kindu

Kivu/Maniema	<i>G. fusipleuris</i>	Beni Mongo, Wamaza
	<i>G. Vanhoofi</i>	Beni Mongo
	<i>G. Tabaniformis</i>	Mwana Ndeke
	<i>G.f. fuscipes</i>	Kasongo, Walikale, Punia
	<i>G. austeni</i>	Walikale, Lubutu
Katanga	<i>G.f. fuscipes</i>	Kundelungu, Lomami, Katongola, Kayembe Mukulu, Sandoa, Kapanga, Lwema
	<i>G.m.morsitans</i>	Kundelungu, Kayembe Muluku, Sandoa, Kapanga, Lwema
	<i>G.p. palpalis</i>	Kayembe Muluku, Kilwa, Kasenga, Pweto, Garengaze, Kongolo, Lubudi
	<i>G.f. quanzensis</i>	Kayembe Mukulu
	<i>G. austeni</i>	Kayembe Mukulu
	<i>G.f. congolensis</i>	Kongolo
	<i>G. brevipalpis</i>	Kabalo

L'Immigrations de troupeaux et mutations de bêtes d'un troupeau à l'autre favorisent également la transmission par les stomoxes et tabanidés. Cet aspect est beaucoup observé dans les grandes zones d'élevage de la R. D. C (RDC- Rwanda, Burundi, Ouganda, Tanzanie, RCA, Soudan).

Le contact évident entre les troupeaux des animaux d'élevage avec les animaux sauvages aux alentours des aires protégées favorise aussi la transmission de la Trypanosomiase Animale Africaine (TAA) et son extension sur d'autres espèces, sur des grandes aires. Les données sur la TAA et Tsé Tsé ne sont pas assez fournies pour l'ensemble du pays.

Les différents conflits ethniques et les guerres de ces dernières années ont occasionnés des pertes énormes de notre cheptel (1.400 000 têtes bovines (1994) on est à plus au moins 920 000 têtes actuellement)

Deux types d'élevage bovins sont pratiqués en RDC : le traditionnel (partout) et le semi industriel (à l'ouest, au centre et au sud).

Actions et types de lutte

- Absence d'un Programme National de lutte contre la TAA en RDC
- Elevage des races trypanotolérantes dans les zones à hautes pressions glossinnaires, principalement à l'Ouest dans les provinces du Bas Congo, de l'Equateur et de Bandundu.
- Utilisation des trypanocides, d'origine souvent douteuse par des éleveurs à grande échelle dans les parties du pays où il y a le développement des races trypanosensibles.
- Utilisation des pièges simples Lancien et Goutteux type PNLTHA dans le foyer où a été détecté le cas de THA dans les provinces de Bas Congo, Bandundu, Kasai Oriental, Nord de l'Equateur et Kinshasa.
- Certains fermiers pratiquent également le piégeage à petite échelle.
- Quelques tentatives de recherche grâce au projet Centre International pour l'Elevage en Afrique (CIPEA) Chez les bovins N'dama en système villageois (Idiofa et kolo/ Zaïre, 1986 et 1987). Les résultats de ces études ont montré

clairement la Trypanotolérance des animaux qui étaient menacés par les Trypanosomiasés

- Recherche sur le réservoir animal par DR Kageruka et autre ont trouvé le Trypanosoma du genre Trypanozoon chez le porc au Bas- Congo
- Concertation avec le programme National de Lutte contre la Trypanosomiase Humaine Africaine (PNLTHA) pour l'élaboration d'un programme de lutte intégrée dans le cadre du PATTEC.
- Etude effectuée par l'officier de liaison PLTA/ RDC avec la FAO sur la prévalence de la Trypanosomiase Animale dans la ville province de Kinshasa 2001, il ressort de cette étude ce qui suit : prévalence plus ou moins significative d'infection trypanosomienne, Chez les porcs. Sur 207 échantillons examinés par le test parasitologique 10 ont été positifs soit 4,83%
- Une autre étude est en cours de réalisation avec l'appui de l'Institut de Médecine Tropical d'Anvers dans la ville province de Kinshasa, les résultats de cette dernière montrent aussi une prévalence plus ou moins significative de la TAA.

Conclusion

- Les résultats de deux études effectuées dans la ville province de Kinshasa montrent l'existence réelle des cas de la TAA en pleine capitale de plus de 6.000.000 d'habitants, qui menacent l'élevage de proximité ;
- La TAA est une des maladies majeures du bétail en RDC et constitue un frein pour le développement des activités agropastorales dans plusieurs provinces du pays
- La TAA est en pleine recrudescence sur toute l'étendue de la RDC, allant des zones rurales aux agglomérations urbaines et périurbaines.
- La prévalence de cette maladie ne pas clairement connue, par manque d'un programme National de lutte contre la TAA, des études à grande échelle et aussi à cause de la longue période de la guerre sur l'ensemble du territoire.
- La Nécessité de mettre en place un programme de lutte contre la TAA au niveau national et sous- régional.

[DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE]

ENQUETES SUR LES TRYPANOSOMIASES ANIMALES DANS LA ZONE COTONNIERE DU BENIN

SURVEYS ON ANIMAL TRYPANOSOMIASIS IN THE COTTON BELT IN BENIN

V. Codjia

Institut National de recherche agricole du Bénin

Summary

The production of cotton is one of Benin's key foreign exchange earners. Over the last five years in Benin's cotton belt there has been increase in the number of draught cattle ranging from 10% to 30%. An entomo-protozoological survey was carried out to assess animal trypanosomiasis in several communes in the cotton belt. The results indicate that there is relatively low trypanosome prevalence among the draught cattle compared to other domestic breeding animals. The apparent density of *Glossina tachinoides* Westwood (Diptera: Glossinidae), and *G. m. submorsitans* Newstead has reached 50 flies per trap per day in some places. This article analyses livestock farming practices that help explain the results obtained.

Résumé

La production du coton constitue l'une des principales sources de devises du Bénin. Dans la zone cotonnière du Bénin, on a enregistré au cours des cinq dernières années un accroissement du nombre de bovins de trait qui varie de 10 à 30%. Les résultats des enquêtes entomo-protozoologiques sur les trypanosomiasis animales dans plusieurs communes de la zone cotonnière révèlent de faibles prévalences trypanosomiennes chez les bovins de trait comparé aux autres animaux domestiques d'élevage. La densité apparente des *Glossina tachinoides* et de *G. m. submorsitans* par piège biconique/jour atteint par endroits 50. Cette présentation fait une analyse des pratiques d'élevage qui justifient les résultats enregistrés.

Méthodologie

A) Evaluation de la pression glossinaire:

Vingt pièges biconiques Challier-Laveissère ont été déployés pendant 24 heures avec un intervalle de 100 mètres dans des galeries ripicoles, le long des cours d'eau dans des gîtes potentiels de glossines.

b) Evaluation de la prévalence des infections trypanosomiennes:

Cette évaluation a été effectuée par l'observation microscopique de l'interphase des tubes hématocrite rempli de sang à partir d'une veine du pavillon de l'oreille d'un échantillon d'animaux.

Résultats

En effet les communes de N'adli, Nikki, et Kalalé sont des zones de production du coton. Avec l'accroissement de la production de coton donc des superficies emblavées, on a noté une augmentation du nombre de bovins de trait de l'ordre de 30 %.

La densité de mouches varie entre 25-50 mouches /piège /jour.

Les espèces de mouches capturées sont *Glossina. tachinoides* et *G. morsitans submorsitans*.

Les taux d'infection chez les animaux d'élevage varient entre 25-32 %.

Le taux d'infection chez les bovins de trait varie entre 5-15 %

Conclusion :

Les résultats obtenus sont préliminaires, mais sont indicatifs de la présence des mouches tsé-tsé et des infections trypanosomiennes.

Le faible taux d'infection trypanosomienne chez les bovins de trait est lié au mode d'élevage de ces animaux auxquels les agro-éleveurs accordent beaucoup d'attention. Sur le plan traitement vétérinaire (traitements trypanocides, déparasitage, alimentations avec les sous produits agricoles etc). Il est souhaitable, que des enquêtes approfondies soient réalisées dans la zone cotonnière du Nord Bénin pour mieux évaluer la situation des trypanosomiasés et autres problèmes subséquents.

**[RESUME EDITE]
POUR CE DOC, SEULEMENT LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS**

116

**SITUATION ACTUELLE ET NOUVELLE STRATEGIE DE LUTTE CONTRE
LES TSETSE ET LA TRYPANOSOMIASSE AU NIGERIA BASEE SUR
L'INITIATIVE PATTEC**

P. M. Dede, L. T. Zaria and F. A. G. Lawani

*PATTEC-Nigeria, Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), P.M.B.
2077 Kaduna, Kaduna State, Nigeria.

Résumé

Au Nigeria, les tsétsé et la trypanosomiasse sévissent dans toutes les zones agro-écologiques de la Fédération. Les espèces du groupe *palpalis* restent les plus largement répandues et manifestent un comportement péri-domestique. Les espèces du groupe *morsitans*, que l'on retrouve dans des zones des savanes de Guinée et du Soudan, ont récemment connu une baisse en termes de population. Des études ont également révélé que les plateaux qui, jusque-là, étaient indemnes de tsétsé (Jos, Mambilla et Obudu) sont désormais infestés par les mouches. Les 200 000 km² de terres assainies au Nigeria dans les années 1960 ont été réinfestées. L'augmentation de la population et des activités humaines telles que l'agriculture, le braconnage et la construction de routes a contribué à réduire les habitats et les hôtes préférés des tsétsé, ce qui a entraîné la baisse de la répartition et de la densité des tsétsé dans différentes zones écologiques. Mais les réserves naturelles et les parcs nationaux connaissent encore de fortes densités de tsétsé avec 200 à 300 mouches/piège/jour, et servent de réservoirs pour l'infestation des terres adjacentes. La trypanosomiasse a persisté pendant longtemps et a influencé les systèmes de production agricole et animale, avec un impact négatif sur l'économie du Nigeria. La trypanosomiasse animale est considérée comme la deuxième maladie animale la plus importante et demeure un obstacle majeur à la production animale dans le pays. Des enquêtes menées entre 1989 et 1996 dans les Etats du Nord, où sont concentrés les deux tiers du cheptel du pays, ont révélé des taux de prévalence de 4,3 % à 10 % chez les bovins ; 1,6 % à 8,6% chez les moutons et 1 % à 8,1 % chez les chèvres. Les données obtenues des stations externes d'épidémiologie du NITR dans les Etats du Nord indiquent que l'incidence de la maladie a baissé allant de 5 094 cas en 1960 à 132 cas en 1974. Cependant, un foyer actif de la maladie du sommeil avait été identifié dans les années 1980 à Abraka, dans l'administration locale d'Ethiope-Est de l'Etat du Delta. Entre 1989 et 1996, 359 sur les 3 583 personnes dépistées étaient séropositives. En 2004 et 2005, 67 patients ont suivi un traitement à l'hôpital avec des médicaments reçus de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Récemment, les Chefs d'Etat et de Gouvernement africains ont décidé de s'attaquer aux tsétsé et à la trypanosomiasse au niveau continental. Conformément à la Déclaration des Chefs d'Etat de l'OUA en juillet 2000, qui a abouti à la mise en place de la Campagne Panafricaine d'Eradication des Tsétsé et de la Trypanosomiasse (PATTEC) en 2001, l'Etat nigérian a résolu d'utiliser toutes les

techniques de lutte disponibles et respectueuses de l'environnement parmi lesquelles la Technique de l'insecte stérile (TIS) pour débarrasser le pays des tsé-tsé et de la trypanosomiase. Pour atteindre les objectifs de la PATTEC au Nigeria, le pays a été subdivisé en zones sur la base de ses six régions géopolitiques (le Nord-Est, le Nord-Ouest, etc.). Des mesures seront prises pour chaque zone individuellement à commencer par celles du Nord-Est et du Nord-Ouest, jusqu'à ce que l'ensemble du pays soit couvert.

Summary

Tsetse and trypanosomiasis (T&T) are widely distributed in all the agro-ecological zones of Nigeria. The palpalis group is the most widely distributed and its members exhibit peri-domestic behaviour. Members of the morsitans or savannah group are distributed in discrete belts in the Guinea and Sudan Savannah zones. Their population densities have generally declined in recent years. On the other hand, the total surface area infested has expanded with the hitherto tsetse free plateaux (Jos, Mambilla and Obudu) now being infested. Some of the 200,000 km² of land area reclaimed in the 1960s have been re-infested. In some areas increase in human population/activities i.e. farming, poaching, road construction etc have contributed to reduction in tsetse habitat, preferred hosts, and to decline in distribution and density. The game reserves and National parks now hold the highest tsetse densities of about 200-300 flies/trap/day. They serve as reservoirs of infestations. In Nigeria, animal trypanosomiasis remains a major obstacle to livestock production. In the Northern states where two-thirds of the nation's livestock resources are concentrated trypanosome prevalence rates are 4.3 – 10.0% in cattle, and 1.0 – 8.6% in sheep and goats. Records of NITR's epidemiological surveys in those states showed that while there was a decline in the incidence of the human disease (HAT) between 1960 and 1974, a new active focus developed in the 1980s, in Abraka, Ethiope East Local Government Area of Delta State. From 1989 -1996, 3,583 people were screened and 10% were sero-positive. Between 2004 and 2005, 67 patients were treated at the Eko hospital. Tsetse control measures included ground and aerial insecticide spraying, selective vegetation clearing and use of impregnated screens, traps and the SIT programme. Methods against the parasite included the use of trypanocides for chemoprophylaxis and chemotherapy and the use of trypanotolerant breeds of livestock in areas of high tsetse challenge. These control measures led to significant reduction in fly density, reclamation of some parts of the country and reduction in disease prevalence in both livestock and humans. However, non sustenance of the measures has often resulted in the reversal to tsetse population expansion and re-infestation of some earlier reclaimed areas. In compliance with the AU-PATTEC programme, the Nigerian Government has set in motion the use of all available environment friendly control techniques including the Sterile Insect Technique (SIT) to rid the country of T&T. To achieve the objectives, the country has been zoned along its six geopolitical zones (North-east, North-west etc) with each tackled individually beginning with the North-West and North-East zones, until the country is covered.

Introduction

The trypanosomiasis disease is widespread in Nigeria and is a major constraint to livestock production, mixed farming and human health as it is through-out tropical Africa. It is transmitted by the tsetse (*Glossina*), which infests approximately one-third of

the African continent, or roughly 10 million km² (FAO-WHO-OIE, 1982). Estimates show that tsetse free areas produce 85% more milk and 97% more meat than the infested areas.

Tsetse problem in Nigeria:

Eleven of the twenty-three known species of tsetse are found in Nigeria, infesting approximately 70% of the Nigeria landmass of 926,488km². They are distributed from latitudes 4° – 12°N, in all the agro-ecological zones of the country (Baldry, 1967) (Fig. 1). Four of these species (*Glossina p. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. m. submorsitans* and *G. longipalpis*) are of great economic importance and have been subjected to various control/eradication campaigns. The current tsetse distribution map indicates that *G. palpalis* and *G. tachinoides* have northern and southern limits in their range, while *G. m. submorsitans* is represented by discrete belts of different sizes scattered in the north and central regions. *Glossina longipalpis* on the other hand is shown only by the demarcation of the area where specimens were collected. The remaining species are mostly members of the fusca group and are distributed in the southern parts of the country, except that *G. medicorum* and *G. fusca* do occur in the relict forests within the Derived and Guinea savannah zones. The harsh climatic conditions along the northern boundary with Niger Republic create tsetse-free zones between the two countries.

Specific constraints related to T&T

- Non-cyclic transmission by biting insects is also evident.
- Cattle are potential reservoir hosts of *T. b. gambiense* in endemic areas of Kaduna State.
- The epidemiological outstations with treatment centres across the northern part of the country were closed down and this minimised National capacity for surveillance and resulted in re-infestation of areas reclaimed in the past.
- Lack of sustenance of control measures due to non-involvement of the communities affected area.
- T and T control has not been considered as a priority
- Political upheavals, military dictatorships, with poor institutional organisation, failure to recognise the problem as trans-boundary have all mitigated against effective control
- Lack of proper post reclamation land use development programme.
- Drug treatment is faced with the problem of resistance.
- Previous control projects have been funded by foreign donor agencies so successes made in control operations could not be sustained after their withdrawal.
- Compulsory retirement of experienced staff of Federal Department of Livestock and Pest Control Services (FDLPCS) who were supposed to manage PATTEC operations.

Recorded changes in tsetse distribution.

- a) Tsetse population expansion to higher altitudes - The hitherto tsetse free plateaux (Jos, Mambilla and Obudu) have been infested by *G. p. palpalis* and *G. tachinoides* which exhibit peridomestic behaviour, living in close association with humans and domestic livestock (Dede, *et al*, 1998; Dede, *et al*, 2005).
- b) The 200,000 km² of tsetse infested land that was reclaimed (Bature, 1985), has recently been re-infested, even though the exact magnitude is unknown. The information available shows that the north-eastern region, comprising many areas in Adamawa, Borno and Taraba States has been re-infested with *G. tachinoides*. (Bature, 1985)

c) Recent field observations suggest that there has been a decline of *G. m. submorsitans* and *G. longipalpis* from most of their defined habitats (Guinea and Sudan Savannah), without any purposeful control effort targeted at them (Putt *et al*, 1980, Omoogun *et al*, 1991). Increased human population vis-à-vis human activities like farming, rural settlement expansion, road construction and poaching of the preferred hosts,(wild bovidae) may have been responsible.

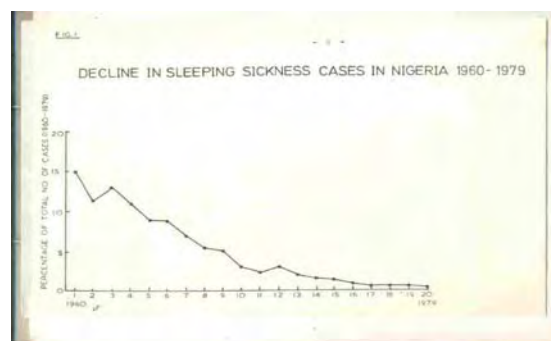
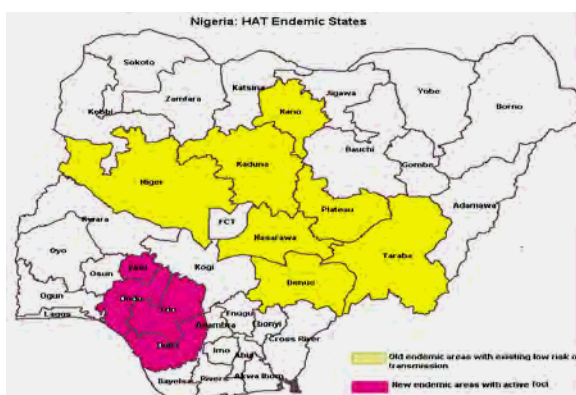
d) The Fulani pastoralists have extended their grazing range into the rain forest where 7 species of

tsetse are known to occur. Most of them are now settling permanently in this zone.

e) Other biting flies like *Tabanidae*, *Anthomyidae* *Hippoboscidae* and *Muscidae* (Dede *et al* 2005, Ahmed *et al* 2007) seem to contribute to the disease especially during the wet in the areas far from tsetse belt (Nawathe, *et al*, 1988).

Human African Trypanosomiasis- (HAT)

The human form of the disease in Nigeria has severe impact on, humans and agricultural production systems as well as livestock production. HAT is a public health problem in many rural communities in Nigeria. Old endemic foci include Kano, Benue, Niger, Plateau, Bauchi, Taraba, Kaduna, Ekiti, and Ondo states, with recent reported cases from Delta state. Records from NITR's Epidemiological outstations in the Northern states show that the incidence of the disease declined from 5,094 cases in 1960 to 132 in 1974, (NITR Annual Report, 1975). One has to be cautious over this; sleeping sickness cases has often been under-reported due to absence of active surveillance.



An active sleeping sickness focus was identified in the 1980's in Abraka, Ethiope East Local Government Area of Delta State, Southern Nigeria (Edeghere, *et al*, 1986). By 1996 about 10% of the 3,583 people screened were sero-positive and were treated at the Eku hospital, Delta State (El-Hassan, *et al*, 1999). In 2000, 116 patients were treated while by 2004, 5 additional new sero-positive cases were detected from 300 voluntary patients, (NITR, 2004). Between 2004 and 2005, 67 HAT stage II were treatment at the same hospital. A recent diagnostic survey of trypanosomiasis in hunting dogs on the Jos plateau using molecular techniques revealed the presence of *T. b. gambiense* (Yanan, Pers Com.).

Animal African Trypanosomiasis –(AAT)

Animal trypanosomiasis (nagana) is considered the second most important of livestock diseases it is a major obstacle to livestock production in Nigeria. Over 14 million cattle are at risk of trypanosomiasis in all the states and agro-ecological zones of the country. The most important trypanosome species affecting livestock are *Trypanosoma vivax*, *T. congolense*, *T. b. brucei* and *T. simiae*. Surveys conducted between 1985 and 1991 in the Northern states where two-thirds of the nation's livestock resources are concentrated showed prevalence rates of 4.3% in cattle, 1.6% in sheep and 1.0% in goats (Anosa, *et al*, 1992; Ikede & Taiwo, 1985; Agu, 1987). Higher prevalence rates of 10.0%, 8.6% and 8.1% respectively were obtained in the same group of animals in a wider survey of all the agro-ecological zones (NITR/NARP, 1996). Other epizootiological surveys were carried out on the Jos plateau where prevalence rates of 7-7.89 in cattle were obtained (Dadah *et al*, 2002, Yanan *et al*, 2003), and 7.79) and 3.08% in sheep (Dede *et al* 2005). Evuti *et al* (2004) recorded a prevalence of 47.9% in cattle on a private farm in the Sub-humid zone, while Ahmed *et al* (2007) recorded an overall prevalence of 21.53% in ruminants in the Southern Guinea Savanah zone.

Economic losses due to tsetse and trypanosomiasis are enormous and estimates put at US\$41.7million annually in cattle alone in six northern states. This is apart from the US\$4.0 million spent annually in the importation of trypanocides. The government is loosing up to \$23.8m annually considering the time and drugs spent in disease control-activities (Esuoroso, 1973). Annual losses in livestock due to the disease are estimated at US\$192 million. Estimates by NITR between 1983 and 1996 in six states for cattle alone were about US\$12.2m annually (NITR/NARP, 1996). Tsetse infested areas could potentially support additional 1.2m herds of cattle and twice as much the number of sheep, goats and pigs.

T &T control efforts in Nigeria

Active intervention in the control of trypanosomiasis through the combined use of surveillance, chemotherapy, chemo-prophylaxis and vector control has been going on. Strategies directed against the parasite include:-

i) Chemotherapy and chemoprophylaxis

Use of curative and prophylactic drugs are the most widely accepted means of controlling the disease, (Leeflang & Ilemobade, 1971; NITR, 1988). Berenil and Samorin are the common trypanocides being used. The situation as regards human sleeping sickness is more intractable. Drugs are in short supply to treat identified cases. The three traditional drugs (Pentamidine, Suramin and Melarsoprol) have limited effectiveness and severe side effects. The recently registered drug difluoromethylornithine (DFMO) is not yet available in the Nigerian market.

ii) Use of Trypanotolerant Livestock

Comparison of N'Dama, Muturu and zebu cattle kept under trypanosomiasis risks, found N'Dama to exhibit better potentials for practical application than Muturu, thus suggesting that the breed could be used more extensively in tsetse infested areas of the country (Roberts & Gray, 1973). However, they do not seem to be widely preferred. The ability of goats particularly the West African Dwarf to withstand infection is under investigation.

iii) Tsetse control measures: The cost of vector control has been enormous. Between 1955 and 1983 it was put at US\$1.6billion, with the rates at US\$357/km² and

US\$400/km² for ground and Helicopter application respectively (Bature, 1985). habitat modification through bush clearing had been used to free rivers and streams stretches totalling 10,000km in 1940s and 1950s; but the method was later banned on environmental grounds. Ground and aerial application of persistent insecticides alone was then used to reclaim large expanse of rangeland. A bilateral agreement between the joint FAO/IAEA Division and the Nigerian Government launched the Biological Control Project (BICOT). The project was aimed at integrating the Sterile Male Release Technique (SMRT) and the use of traps and insecticides impregnated targets. It became operational in 1979 and achieved eradication of the target species (*G. palpalis*) from an area of 1,500km² in the agro-pastoral humid zone of central Nigeria (Oladunmade *et al*, 1990). The abandonment of these control measures led to re-infestation of earlier reclaimed areas.

PATTEC Declaration

The African Heads of States and Governments realising that individual countries could not solve the problem of T&T, came to the conclusion that tsetse problem had to be tackled on continent-wide basis and in July 2000, they made a declaration through the decision AGH/Dec.156[XXXVI] that led to the formation of the Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC) in 2001. Nigeria is a signatory to this declaration.

Mission statement of PATTEC Nigeria

Support the national effort to ensure food security and reduce poverty through eradication of tsetse and trypanosomiasis using integrated methods and involving all stakeholders.

Objectives

- To establish and maintain a database on the vector and the disease
- To improve on the periodic T&T surveillance and information flow.
- To create awareness by involving local communities in sustaining T&T activities
- To eradicate tsetse and nagana for effective livestock and crop production.
- To promote human health through elimination of HAT
- To ensure utilisation of reclaimed lands for economic activities.
- Capacity building through manpower and infrastructural development.

The new strategy for eradication of T&T in Nigeria:

There is inadequate policy guideline on tsetse and trypanosomiasis control in Nigeria. Considering the magnitude of the problem and the socio-economic impact on the nation, NITR, the only national institute with the mandate for research into T&T and their control, has since 1993 proposed a special case intervention programme to the Federal Government. It was only recently, with the inauguration of PATTEC that the proposed strategy for an eradication programme for T&T was approved. This strategy will be implemented under the aegis of the National Task Force on Trypanosomiasis Control (NTFTC). The summary function of the task force is to formulate policies on the eradication of tsetse and trypanosomiasis in Nigeria.

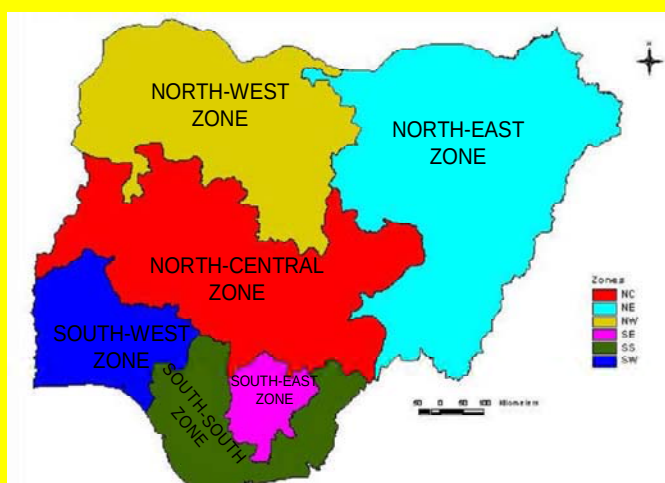
Demarcation of the country into operational zones.

Nigeria is naturally isolated to the far north by the extreme climatic conditions. The advantage of Rivers Niger and Benue which are considered as natural barriers is important. The country is also flanked to the east and south by the Cameroon Mountain range and the Atlantic coast forming the eastern and southern natural barriers respectively. Tsetse eradication activities will be carried out on the basis of the six geopolitical divisions (North-east, North-west, North-central, South-west, South-east and South-south). Each zone will be tackled individually beginning with the North-west and North-east zones, until the whole country is covered.

The Proposed Project areas are, (Zones A = North-West and zone B = North-East) etc are shown in Fig. 1. The zones have been sub-divided into sub-zones representing states in the zones i.e. Jigawa, Zamfara, Sokoto, Katsina, Kano, Kebbi and Kaduna states for the North-West and Yobe, Borno, Gombe, Bauchi, Adamawa and Taraba states for the North-East.

Approximately 45% of the land mass of these zones is tsetse infested. The zones are infested by *G. p. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. longipalpis* and *G. m. submorsitans*. In these zones are found the morsitans belts 1, 3, 27 and 29 in the Borgu, Kamuku, and Yankari National parks respectively.

Fig 1. Map of Nigeria showing the six geopolitical zones representing PATTEC operational zones.



These parks are the reservoirs of infestations which continued to threaten effective livestock production potentials of the zone.

Major Constraints to Livestock and Agricultural Production in the Proposed Project Areas.

One of the major constraints is shortage of labour. Animal traction that could overcome this shortage is hampered by trypanosomiasis and inadequate tools. Some of the constraints identified in the proposed Project areas include:-

i, Presence of up to four species of tsetse, *Glossina p. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. m. submorsitans* and *G. longipalpis*. This area includes the morsitans belt 29 within the Yankari National Park. The dearth of feed and water during the dry season is a major constraint to livestock production in the zone.

ii, Agricultural production constraints include draught and desertification in northern arid and semi arid areas of the zone.

High cost of production, low labour productivity, high risks of investment, difficulty in land acquisition, weak extension services and incessant conflict between arable farmers and Fulani pastoralist are the other problems. The different tsetse species are collectively responsible for the sustenance of the disease in the zone. Apparent density of tsetse in some of the national parks in the zone could be as high as 200-300 flies/trap/day. The prevalence of the disease in livestock ranges between 2.5 - 45%. Higher prevalent values were obtained at the peak of outbreaks.

Economic potentials of the proposed project areas (North-west and North-east)

<u>North-west</u>	<u>North-east</u>
Land area of 192,911 Km ² , representing 21.1% of the Nigerian landmass.	Land area of 241,076km ² , represents 26.0% of Nigeria landmass.
Human population estimate of 19.9 million.	Human population estimate - 25.8 million.
Arable land approx. 14 million ha, with 9.5 million ha under cultivation.	Arable land -8 million ha, with only 3.5million ha under cultivation.
17.8 million cattle, 4.0 million sheep, 6.6 million goats, 17.8 million poultry, 474,500 donkeys, 459,500 rabbits, 253,000 pigs, 65,000 horse and 54,000 camels	Holds 18.2 million cattle, 9.2million goats; 7.5 million sheep; 15.8 million poultry of all types and 600,000 pigs.
Contributes 28% of cattle, 25% of sheep, 19% of goats, and 15% of all poultry of the nation production	Contributes 41, 32 & 26% of cattle, sheep and goats respectively of the gross national production.
Of the total treatable area of 338,859 ha, only 72,950 ha is under irrigation. There are 608,400 ha fadama land	Total treatable land is 393,168 ha. There are 17 million ha of fadama land, 1.45 million ha which have potentials for irrigation.
Contributes 39.8% of national agricultural GDP in 1992.	Contributes 32.1% of national agricultural GDP in 1992.
In 1993, it provided nearly 35% of the national output of sorghum, 33% of millet, 19% of rice.	In 1993, the zone contributed 57% of millet and 27% of Sorghum to the national production.

It is anticipated that the removal of tsetse and trypanosomiasis from these zones will no doubt double the present production levels.

Methodology

Zone A (North-west) and zone B (North-East) project areas have been subdivided into sub-zones representing states in the zones i.e. Jigawa, Zamfara, Sokoto, Katsina, Kano, Kebbi and Kaduna states in the North-West and Yobe, Borno, Gombe, Bauchi, Adamawa and Taraba states in the North-East. The zones chosen are bordered by the tsetse free strip, created by the extreme climatic conditions. The western and southern boundaries even though open, will be isolated through erection and maintenance of artificial barriers. Tsetse eradication efforts will begin in these sub-zones as follows:

For ease of operation, each sub-zone is further subdivided into four operational blocks, consisting of 3-4 Local Government Areas, with each block taken at a time. The eradication campaign will commence at the northern extreme of these zones and spread southwards.

It is proposed that for each operational block, there shall be 4 phases of activities, namely:

- i. Baseline data collection
- ii Barrier erection and Population suppression
- iii Mop-up stage using Sterile Male Release Technique (SMRT)
- iv Post eradication stage

The activities will be organised in a roll-up carpet implementation fashion, such that as phase 1 activity in block 1 is completed, phase 2 activity will be starting in the same block 1, while phase 1 activity commences in block 2 e.t.c. until all the blocks in the sub-zone are covered (Tables 1).

Due to high tsetse densities in the parks, suppression activities will in addition to impregnated screens include aerial application of insecticide using Sequential Aerial Technique (SAT) before the sterile male releases.

Evaluation Surveys and Treatment

a) HAT evaluation

Priority in the selection of sampling areas will be based on documented evidence of HAT cases based on past epidemiological records. A representative sample size of two thousand volunteers/suspected individuals from each sub-zone will be randomly selected for examination. The selected sample population will be subjected to clinical examination, including lymph node palpation, CATT test and mAECT or lymph fluid and CSF examination if necessary. All confirmed cases of HAT in the zone will be immediately treated after staging.

b) Animal Trypanosomiasis Evaluation

Blood samples of 10mls will be collected from 20% of each sample herd from the jugular vein of animals, using sterile disposable syringes and needles. Samples will be screen for the presence of trypanosomes using the haematocrit centrifugation technique (HCT), buffy coat method (BCM) and thin and thick stained blood films. Blood from the positive animals will be inoculated into small ruminants (goats) and laboratory rats for further investigation at the NITR,

c) Tsetse evaluation

i) Baseline data generation

Tsetse species distribution will be evaluated using biconical and Nitse traps. Traps will be pitched at a distance of approximately 100 meters apart in woodland savannah and along riverine vegetation in the project area. Traps will be monitored in the mornings and evenings for 48 hours. Tsetse and other biting flies caught will be analysed to determine population density and distribution, and examined for species, sex ratio, hunger stages of tsetse, trypanosome infection rates. In addition, particular attention will be paid to the age structure, by using the wing-tray ageing technique (Baldry & Van der Vloedt, 1982) and the ovarian ageing methods (Saunders, 1960).

ii) Tsetse Suppression

Initially, suppression will be carried out using ground and aerial spray (SAT). Odour baited traps, impregnated targets, and live baits will also be employed. Screens will be impregnated in ratio 1:1 (water : Decis ULV in omo detergent). The insecticide impregnated screens will then be deployed into all the fringing forest and set in between already erected traps at a distance of 100 meters apart. The traps and impregnated targets are expected to suppress tsetse population, as well as serve as barriers against the incursion of flies. Both the traps and screen will be left for a period of one year, with periodic monitoring of the impact of the instituted control measure and re-impregnation of screen, up to the time the area will be certified freed of tsetse.

iii) Tsetse colonisation and mass rearing

The following efforts are in top gear, towards laboratory colonisation and mass rearing of the four economic important tsetse species in Nigeria and countries in West and Central African sub-region:

- Renovation of all the insectaries in NITR, Kaduna and BICOT, Vom with holding capacity of 400,000 stock females.
- Construct and equip a modern tsetse mass rearing infrastructure in Vom.
- Repairs and purchase of new rearing equipments.
- Field collection of wild materials (pupae and adult flies)
- Installation of automatic change over switch, to guarantee continuous electricity supply to the insectaries.
- Request for assistance from the IAEA through its Technical Cooperation Projects.

iv) Mop up exercise (Aerial release of sterile males).

Males earmarked for field release will receive 12Krad of gamma radiation. These will be deployed and released in the field to mop up any relic population that may linger.

Summary of past and recent events/achievements

The Nigerian Government is strongly committed to the PATTEC initiatives – and has participated in a number of meetings.

- The meeting of the Policy and Mobilisation Committee (PMC) of PATTEC held in Addis Ababa on 10-13th February, 2003, where a country report on tsetse and trypanosomiasis situation was presented and discussed.
- The meeting of high level experts and senior policy officials on the implementation of PATTEC initiatives held at the ECOWAS Secretariat, Abuja, 14-15th April 2003, where strategies for the control of tsetse and trypanosomiasis were discussed.

- In March 2005, meetings were held between NITR, FMoH and WHO representatives on the issue of HAT. Areas of collaborations and support were identified and a proposal developed for funding by the WHO.
- A multinational high level meeting of experts and senior policy officials on the implementation of the PATTEC initiatives held in Nd'jamena, Chad, on 23-28th November 2005, where strategies for the control of tsetse and trypanosomiasis in west and central African sub-regions were discussed.
- The Inter-Ministerial Action Group on PATTEC: - The President has constituted and inaugurated an Inter-Ministerial Action Group on PATTEC. The Committee is being chaired by the Minister of science and technology.
- The National Task Force for Tsetse and Trypanosomiasis Control, (NTFTTC)/ National Technical Committee on PATTEC has been constituted and inaugurated by the Hon. Minister of Science and Technology.
- A draft copy of plan of action for the implementation of PATTEC initiatives in Nigeria has been developed by the PATTEC Technical Committee for submission to the Inter-ministerial Action Group who will in turn submit to Mr President.
- The sum of US \$365,000 was released in the 2006 budget for the establishment, furnishing/equipping the coordinating office and provision of operational vehicles.
 - A V-SAT, computers sets (Desk tops and Lap tops) and refrigerators.
 - Three operational vehicles (2 Land cruisers and a Hilux 4-wheel drive).
- The President approved the request for change of PATTEC project status to that of a special project, so as to give the project the needed attention and funding it deserves.
- In November 2006, the PATTEC-Nigeria in collaboration with the Coordinating office at the AU, organised and hosted countries in the West and Central African sub-regions to a regional meeting of experts and consultants to develop multinational project proposals. The Federal Government has beefed up budgetary provision for PATTEC activities to US \$775,000 in the 2007 appropriation bill.
- PATTEC-Nigeria participated in developing a multinational project proposal for submission to the African Development Bank (ADB), principal financier for the PATTEC programme. This is to ensure that Nigeria is included in the second batch of countries being assembled for consideration by the bank. Reconstruction and renovation of insectaries in Kaduna is almost completed.

Expected project outcome and impacts.

The successful eradication of tsetse will break the cycle of transmission and thus remove the risk of contracting trypanosomiasis in livestock and man in the project areas, thereby reducing mortality rates in humans and livestock and the cost of veterinary and medical services incurred in the prevention and treatment of the disease. The ultimate outcome is improvement in human health and productivity of existing livestock. It is envisaged that there will be increase in farm productivity resulting from mixed farming and increased use of draught power and application of manure. It is estimated that the calving rate will increase by 25%, that milk and meat take-off will increase by 32%. These improvements are expected to lead to increase in lambing, kidding and calving rates by 25 – 42%, decrease livestock mortality by about 30% and an estimated herd size increase of 52%. The creation of tsetse free areas will afford farmers the opportunity of introducing high yielding exotic livestock breeds in order to double the benefits from livestock husbandry by boosting the production of dairy products. It is anticipated that

crop yield will double as a result of cultivation of 587,273km² (63%) country's fertile land areas hitherto tsetse infested. The current GDP of 30.8 from the agricultural sector will increase due to increased in livestock and other agricultural production units in tsetse freed areas. The large amounts of resources which livestock producers and consumers invest each year to contain the disease and control the vector, estimated at ₦5.4billion, will be saved once the tsetse fly is removed.

Project implementation. Executing agency

The coordination of tsetse and trypanosomiasis eradication in Nigeria is based in the Federal Ministry of Science and Technology closely linked to the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), a Federal Parastatal with the specific mandate for research and control of the vector and the disease in Nigeria.

A Project Coordination and Management Unit has been set up in the executing Institute (NITR) where systems for information exchange, strategy development and coordination of the project activities in the country and the PATTEC Headquarters. The stakeholders include Government Ministries, Private Sector and Research Institutions. They will be involved in playing defined roles.

Project Stake Holders and Management Committees

a) The Inter-Ministerial Action Group on PATTEC

The group shall (1) consider and formulate policies for PATTEC in Nigeria (2) fashion out a National Plan of Action in support of the campaign (3) supervise and direct the activities of the National Task Force on Tsetse and trypanosomiasis Control (4) ensure adequate funding for PATTEC activities from internal and external sources (5) consider all matters essential for the success of PATTEC, Nigeria.

b) The National Task Force for Tsetse and Trypanosomiasis Control

The task force shall (1) Formulate policies on the eradication of tsetse and trypanosomiasis in Nigeria (2) Co-ordinate intra and inter-country eradication policies and programmes (3) Liaise with PATTEC and other National and International agencies (3) Conduct mass enlightenment programmes (4) Encourage and facilitate community participation (5) Appraise operational research and eradication methodologies (6) Carry out other matters related to the eradication programme.

c) Project Coordination and Management Unit

The functions of the Coordinating office will include (i) Reporting through PATTEC Coordinator to the DG, NITR (ii) Directly in charge with implementing PATTEC initiatives in Nigeria in consultation and collaboration with relevant authorities and departments (iii) Prepares the work plan and budget for PATTEC (iv) Liaises with all stake holders on matters relating to PATTEC in Nigeria (v) Coordinates all activities relating to implementation of tsetse and trypanosomiasis in Nigeria (vi) Prepares quarterly reports on the level of implementation of PATTEC activities in Nigeria and (vii) Serves as the NationThe management committee of the project consisal Secretariat of the PATTEC National Technical Committee.

Major Stake Holders

The management committee of PATTEC includes interministerial action group, the National task force and project coordinatin and management unit. They will liase with more than 8 Federal ministries which are stake holders and International

organizations in implementing the PATTEC programme. There are smaller stake holders such as the Universities and NGOs.

Staff Training

Training is required in the under-listed areas:-

GIS/Remote Sensing
Topographic map reading
Vegetation classification
Tsetse sampling & identification
 Trap site selection and clearing
 Tsetse biology
 Tsetse rearing
 Parasitological sampling
 Recording and data entry
 Instrumentation

Future planned activities include;

- i. Construction and equipping modern tsetse mass rearing facilities in Vom.
- ii. Construction and equipping of a biotechnology laboratory for molecular biology studies of parasites
- iii. Provision of an automatic standby electric generator for the insectaries.
- iv. Provision of mobile laboratory and treatment vans.
- v. Establishment of zonal field offices and purchase of field equipment
- vi. Creation of zonal and inter-boundary tsetse and trypanosomiasis control posts
- vii. Introduction of more tsetse colonies from local or imported seed materials
- viii. Baseline data collection in the two project areas.
- ix. Dialogue with neighbouring countries (Chad, Cameroon, Benin and Niger) towards border tsetse and trypanosomiasis surveillance and control.
- x. Purchase and installation of 3 TPU 3.2 rearing units.
- xi. Organising a training workshop in the areas of tsetse ecology, biology, physiology, control strategies, tsetse colonisation and mass rearing, and GIS and the use of GPS in tsetse surveys
- xii. Procurement of insecticides.

References

- A.B. Ahmed, S.N. Okiwelu and P.M. Dede (2007) Prevalence of trypanosome infection in Ruminants in the Southern Guinea Savannah, Nigeria. *African Journal of Biomedical Research* **10**: 67-72)
- Anosa, *et al* (1992) Preliminary report on survey for animal and trypanosomiasis in Nigeria, 1989 – 1991. EEC-Mid-Term report, Ibadan, 1992.
- A.J. Dadah, E.N. Yanan, P.M. Dede, C.I. Njoku, N.R. Uzoigwe and M. Tumbau (2002) Preliminary Survey of animal trypanosomiasis in Durbi village, Jos-East LGA, Plateau State, Nigeria. Report submitted to NITR 2002.
- Baldry, D.A.T. (1967) A species list of the tsetse flies genus *Glossina* (Dip.: Muscidae) in Nigeria. *The Nigerian Entomologist* 144.
- Bature F. (1985) Management problem in tsetse (*Glossina*) control: the Nigerian experience.

Project written-up for the advance management course (AMC) 12/85 of the Administrative Staff College of Nigeria, Topo, Badagry 7th Sept. to 18th Oct. 1985.

Dede, P. M.; Onyiah J. A.; Omoogun, G. A.; Dadah, A. J. (1998). Current status of tsetse distribution in Donga LGA Taraba State, Nigeria: Observation in the peridomestic behaviour of *G. p. palpalis* (R-D) and the epidemiological significance. Paper presented at the 29th Annual Conference of the Entomological Society of Nigeria, Held at the Nnamdi Azikiwe University Awka, 6th -8th October, 1998.

Dede, P.M.; Halid, I.; Onyiah, J.A. Omoogun, G.A.; Uzoigwe, N.R.; Njoku, C.I.; Daniel, A.D. and Dadah, A.J. (2005). Current tsetse and trypanosomosis situation on the Jos Plateau, Nigeria: epizootiological factors that may enhance the disease transmission and spread. *Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop.* **58 (1-2): 31-35**

Edeghere, H., Olise, P. O. and Olatunde, D. S. (1989). Human African Trypanosomiasis (Sleeping Sickness): new endemic foci in Bendel State, Nigeria. *Trop. Med. & Parasitol.* No. 1 Vol.40: 16-20.

Esuruoso, G. O. (1973). The epizootiology, prevalence and economic aspects of bovine Trypanosomiasis in Nigeria. 77th U. S. Animal Health Association Conference. St. Louise, Missouri, pp. 160-175.

Evuti, A.M., Dede, P.M., Omotainse, S.O., Uzoigwe, N.R., Kalejaiye, J.O., Musa, U.B., Obaloto, O., Halid, I. and Musa, A. (2004) Incidence of trypanosomiasis in a private farm in Nassarawa State. In: Proceedings of the 41st Annual Congress of the Nigerian Veterinary Medical Association, held at the National Veterinary Research Institute, Vom, Plateau State, 22nd -26th November, 2004. pp 26-27

FAO-WHO-OIE (1982) Animal Health Yearbook 1981. V. Konba (Ed) No 18 Fed. Agric Org. of the United Nation, Rome. FAO (1994) Ikede, B.O. and Taiwo, V.O. (1985) Prevalence of bovine trypanosomiasis in sedentary zebu and trypanotolerant breeds in south-western and north-western Nigeria. ISCTRC, 18th meeting, Harare, Zimbabwe, pp 141-146.

Jawonisi, I.E. (1984). Tsetse control and eradication in Nigeria. The current status. Proc. FAO/IAEA Seminar on the use of SIT for tsetse control and eradication in Africa. pp 99-111.

Leefflang P. and Ilemobude A. A. (1991). The occurrence of trypanosomes and trypanosomiasis in cattle on and around Shika Agricultural Research Station. Samaru Agricultural Newsletter; 13: 134 - 138.

Nawathe, D. R.; Sinha, P. K and Abechi, A. S. (1988). Acute bovine trypanosomiasis in a tsetse free zone of Nigeria. *Trop. Animal Health Prod.* 20(3): 141 - 142.

NITR Annual Report (1975)

NITR Annual Report (1988) NITR, Kaduna pp.67.

NITR Annual Report (2004)

NITR/NARP EXTERNAL REVIEW (1996). NITR Report for External Review Meeting of NARP, Nov., 1996.

Oladunmade, M. A.; Feldman, U.; Tenabe, S. O.; Haman, H. J. (1990). Eradication of *G. p. palpalis* (R-D)(Dip.:Glos.) from agro-pastoral land in central Nigeria by use of the SIT. In: IAEA (1990) pp 5-23

- Omoogun, G. A., Dipeolu, O. O. and Akinboade, O. A. (1991). The decline of a *Glossina morsitans submorsitans* belt in the Egbe area of the derived savanna zone, Kwara State, Nigeria. *Medical and Veterinary Entomology*, **5** (1): 43 -50.
- Onyiah, J. A. (1995). Tsetse distribution map of 30 States and Federal Territory of Nigeria.
- Putt, S. N. H.; Shaw, A.P.M; Mathewman, R.W.; Bourn, D. M. Underwood, M.; James, A. D.; Hallam, M. J. and Ellis, P.R. (1980). The social economic implication of trypanosomiasis control. A study of its impact on livestock production and rural development in Northern Nigeria. University of Reading, Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit. Study No. 25. 525 + (24).
- Roberts C. J. and Gray A. R. (1973). Studies on trypanosome - resistant cattle. The breeding and growth performance of N'Dama, Muturu and Zebu cattle maintained under the same conditions of husbandry. *Trop Anim. Health and Production*. **5**: 211- 219S
- WHO (1986). Epidemiology and control of African Trypanosomiasis. Technical Report Series 739, World Health Organisation, Geneva.
- WHO (1995). Planning overview of Tropical Disease Control: Division of Trop. Diseases. WHO Geneva.
- Yanan, G.N., Dede, P.M. and Uzoigwe, N.R. (2003) A survey of animal trypanosomiasis in selected muturu herds on the jos plateau, Plateau State, Nigeria. *Nig. Vet. Journ.* **24**(3) 39-41

**ERADICATION DE LA MOUCHE TSETSE : QUELLE STRATEGIE
POUR LE TOGO ?
TSETSE FLIES ERADICATION: WHAT STRATEGY FOR TOGO?**

B. Dao^{1*} ; D. Batawui² , Y. Akpeli² et Y. M. Nagou³

- ¹. Institut Togolais de Recherche Agronomique, Point focal PATTEC – Togo.
- ². Direction de l’Elevage et la Pêche ;
- ³. Ministère de l’Elevage et de la Pêche

Summary

In Togo, although most cattle are trypanotolerant, important losses in animal production and high rates of morbidity and mortalities due to the animal trypanosomosis are often recorded. The fight against this curse was for a long time the government’s preoccupation. In order to put the tsetse flies and the parasites that they transmit out of Africa, Togo adhered to the Pan-African Tsetse and the Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC). A review of the works and publications on the Trypanosomiasis and their vectors enabled us to update the database and incorporate it into a Geographical Information System (GIS). The Maps of distribution and abundance of tsetse flies and of prevalence of the disease and the priority intervention zones (PIZ) are the main results of data analysis. In each PIZ the suitable strategy is defined. The availability of staff, material, equipment and financial means is presented. The approximate budget for the implementation of these strategies is presented. In view of its economic situation, if Togo is not helped, it may not be able to eradicate tsetse flies and could become thus a source of réinvasion for the other countries across her borders.

Key Words: Eradication, Tsetse flies; PIZ; Strategy; Togo

Résumé

Au Togo, bien que la plupart des bovins soient trypanotolérants, d’importantes pertes en production animale et des taux élevés de morbidité et de mortalité dues aux Trypanosomiasis animales sont souvent enregistrés. La lutte contre ce fléau a pendant longtemps été une préoccupation du gouvernement togolais. Afin d’éradiquer les mouches tsétsé et les parasites qu’elles transmettent, le Togo a adhéré à la Campagne Panafricaine d’Eradication de la Mouche Tsétsé et de la Trypanosomiase (PATTEC). Une revue synthétique des travaux et des publications sur les Trypanosomiasis et leurs vecteurs a permis de mettre à jour une banque de données et de l’incorporer dans un Système d’Information Géographique (SIG). Les cartes de la répartition et de l’abondance des glossines, de la prévalence de la maladie, des zones d’intervention

prioritaire (ZIP) sont les principaux résultats de l'analyse des données. Dans chaque ZIP, une stratégie appropriée est définie. La disponibilité en personnel, en matériel, en équipement et en moyens financiers est présentée. Le budget estimatif pour la mise en application des stratégies a été présenté. Vu sa situation économique, si le Togo n'est pas aidé, il ne pourra pas éliminer ces mouches qui pourraient ainsi constituer une source de réinvasion des pays frontaliers.

Mots -clés: Eradication, mouche tsé-tsé, ZIP, stratégie, Togo.

Introduction

Les Trypanosomiasés animales demeurent encore une contrainte au développement des productions animales au Togo, en particulier celles des bovins. Depuis le début du 20^{ème} siècle, à l'instar des pays infestés par les mouches tsé-tsé, le Togo a manifesté une ferme volonté à combattre cette maladie. Mais les ressources financières limitées du pays n'ont pas permis d'allouer des crédits suffisants pour venir à bout de ce fléau. Les énormes efforts consentis ont permis d'avoir une meilleure connaissance de la maladie et de ses vecteurs, d'identifier des techniques de lutte adaptée à chaque situation et d'élaborer un plan stratégique d'éradication.

Au Togo, les Trypanosomiasés animales africaines (TAA) sont causées par trois espèces de trypanosomes. Les trois espèces de trypanosomes sont pathogènes pour les animaux mais pas pour l'homme. La prévalence moyenne sur le plan national est de l'ordre de 10 %. Cette moyenne nationale cache des inégalités régionales car dans les trois régions du nord, on a enregistré des prévalences extrêmes pouvant aller jusqu'à 60–80%, surtout pendant la saison des pluies.

En ce qui concerne la maladie du sommeil ou Trypanosomiase humaine africaine (THA), pendant la période allant de 1930–1940, le Togo avait connu une explosion de foyers ayant provoqué des hécatombes. La THA a sévi particulièrement dans les régions des Savanes et de la Kara. Entre 1939 et 1976, on a dépisté 6520 cas dans ces deux régions.

Actuellement, l'endémicité de la maladie du sommeil est basse. Mais du fait de la longue période d'incubation du parasite, le dépistage de la population se fait régulièrement dans les zones suspectes.

Ces Trypanosomiasés sont transmis par six (6) espèces de mouches tsé-tsé rencontrées sur tous les réseaux hydrographiques, dans les parcs, aires et forêts classés. Ces mouches empêchent l'exploitation de vastes espaces à grande potentialité agropastorale et le développement de l'élevage des bovins zébus et taurins exotiques. La conséquence est que la production animale nationale ne couvre qu'environ 61% des besoins de la population en protéines animales; le déficit étant comblé par l'importation massive de produits carnés et laitiers dont les coûts d'importation annuels sont exprimés respectivement à 2518 millions et 12 milliards de franc FCA.

Plus de 200 000 cas cliniques de Trypanosomiasés sont rapportés annuellement. Ceci occasionne des dépenses supplémentaires et un manque à gagner aux éleveurs. D'importantes quantités de trypanocides sont utilisées chaque année. Une étude menée en 1999 sur la pratique des vétérinaires privés en milieu rural a révélé que plus de 45 % des

recettes proviennent de la vente des trypanocides, produits destinés au traitement des animaux atteints de Trypanosomiasés.

Entre 1989 et 1999, plus de 1,3 milliards de francs CFA ont été investis dans le contrôle des Trypanosomiasés. A l'exception des techniques de lâcher des mâles stériles, de pulvérisation aérienne toutes les autres techniques-chimiothérapie, application topique des insecticides, pièges et écrans imprégnés d'insecticides, etc..., ont été appliquées. L'effectif du cheptel pourrait être triplé si ces mouches avaient été éradiquées.

Stratégie d'éradication des tsé-tsé au Togo.

Approche et démarcation de la zone du projet: dans l'ensemble du territoire infesté de mouche tsé-tsé, le programme d'éradication sera entrepris à long terme. Ce programme sera mis en œuvre de manière soutenue et continue à travers une série de projets interdépendants et coordonnés. Il sera exécuté en plusieurs phases, chaque phase impliquant la mise en œuvre de plusieurs projets à la fois en fonction de la disponibilité des fonds. L'éradication commencera dans les régions Nord du Togo où l'élevage et l'agriculture s'intègrent et où l'élimination des glossines procure plus de bénéfices aux agro éleveurs et agriculteurs.

Approche Intégrée de contrôle et d'éradication des glossines: Aucune technique ne pouvant à elle seule permettre d'éradiquer la mouche tsé-tsé, l'approche intégrée de toutes les techniques disponibles est préconisée. La combinaison des techniques sera faite en fonction de la situation de chaque zone.

Exécution du programme par l'approche participative : La réalisation du projet nécessite la participation du gouvernement et de tous les partenaires du développement.

Les Ministères en charge des Trypanosomiasés: Le gouvernement représenté par un comité de pilotage appuiera la cellule de coordination et de gestion du projet dans la programmation des activités et de l'élaboration des budgets annuels. Il sensibilisera les donateurs et les agences internationales à soutenir l'initiative PATTEC. Il se chargera de la mobilisation des fonds. Il participera aux conférences et réunions qu'organisera la coordination de la PATTEC ou de la commission. Il sera informé au jour le jour de l'exécution du programme. Le gouvernement œuvrera à inscrire le programme PATTEC dans le document de la stratégie de lutte contre la pauvreté. Il participera à l'initiation, à la formulation et approbation de nouveaux projets.

Les institutions étatiques

L'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA): *L'ITRA se chargera* de la recherche complémentaire nécessaire à l'exécution du programme. Il fera appel aux compétences extérieures en cas de besoin. Il contribuera à la mise à jour de la banque de données concernant les glossines, la maladie, le bétail et des données socio-économiques. Il formera et recyclera le personnel de terrain aux techniques de lutte et d'éradication des glossines.

L'Institut de Conseil et de l'Appui Technique (ICAT) : Chargé de la vulgarisation agricole, l'ICAT est représenté dans les régions par des techniciens spécialisés en élevage et formés en vulgarisation. Ils participeront à la formation des communautés de base et

aux activités de sensibilisation et de vulgarisation des techniques de lutte contre les Trypanosomiasés et de leurs vecteurs

Le Ministère de la Santé : Il s'occupera de la maladie du sommeil. Il intégrera les autres groupes en ce qui concerne les enquêtes et les activités d'éradication des mouches tsé-tsé.

Le Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières: Il se chargera de tous les aspects environnementaux du programme et de l'évaluation de l'impact environnemental des techniques utilisées.

Ministère du développement et de l'aménagement du territoire : Il sera responsable de la composante gestion durable des terres.

Le secteur privé

Groupement des Vétérinaires Privés en milieu Rural (GVPR). : *Le GVPR est une organisation des vétérinaires privés intervenant en milieu rural. Ces vétérinaires, au nombre de 22, sont installés dans les chefs lieux de préfectures et dans les centres urbains secondaires. Au cours de ses deux dernières phases, Le projet national de lutte contre les Trypanosomiasés animales a contribué à l'installation de ces vétérinaires privés et les a impliqué dans:*

- La campagne nationale de vulgarisation des techniques de lutte contre les Trypanosomiasés et les glossines;
- L'organisation des éleveurs dans les zones prioritaires de lutte;
- Le maintien dans ces zones d'un circuit de distribution d'insecticides en vue de leur application sur le bétail.

Les textes en vigueur régissant l'exercice du métier vétérinaire, font de ces vétérinaires les seuls acteurs autorisés à vendre les produits vétérinaires et à soigner. Ils acquièrent des mandats sanitaires pour les campagnes de vaccination. Des contrats spécifiques sont signés avec eux.

Les ONGs et Associations

Un contrat de collaboration sera établi avec les ONGs et les Associations intervenant en milieu rural.

Les Communautés locales.

Maillon important dans la lutte et l'éradication des Trypanosomiasés, les communautés locales seront sollicitées à travers la formation, la sensibilisation et la prise de conscience. Le programme sollicitera les représentations locales telles que les Comités Villageois de Développement (CVD), les Groupements des Producteurs de Coton (GCP), les associations et groupements des éleveurs, les représentations politiques et les structures décentralisées locales pour promouvoir les activités du programme.

Les donateurs

La situation économique du pays ne permet pas au Togo de financer à lui seul le programme. C'est pourquoi, le comité de pilotage prendra contact avec la communauté

des donateurs en particulier la Banque Africaine de développement (BAD) afin de solliciter leur intéressement, leur participation, leur support et leur financement du programme. Le comité de pilotage sollicitera le concours de toute personne morale pour le financement du projet.

Les Organisations internationales.

Les organisations internationales telles que la FAO et l'OMS ont aidé le Togo dans sa lutte contre les Trypanosomiasés. Il est important de solliciter leur adhésion à l'initiative PATTEC, leur expertise dans la mobilisation des fonds. Le soutien et l'expertise de l'AIEA dans la programmation de la collecte de données de base et à la formation à la technique du lâcher des mâles stériles sera sollicité.

Exécution du projet

Le projet sera piloté par une cellule de coordination et de gestion autonome placée sous l'autorité directe du Directeur des Services de l'Elevage et de la Pêche en collaboration avec le Directeur de l'Institut de l'Hygiène du Ministère de la Santé.

Cette cellule sera appuyée dans la programmation des activités et de l'élaboration des budgets annuels par un Comité de pilotage présidé par le Directeur des Services de l'Elevage et de la Pêche. Elle sera composée de: (i) un expert de haut niveau, spécialiste des tsé-tsé et des Trypanosomiasés, coordinateur du projet; (ii) un entomologiste; (iii) un spécialiste en SIG, (iv) un comptable du projet (v) et un personnel d'appui nécessaire.

Sur le terrain, quatre équipes dirigées chacune par un entomologiste se chargeront de la collecte des données de bases sur les glossines et les Trypanosomiasés, de la surveillance de la maladie et de la conduite des opérations d'éradication. Chaque équipe comportera outre le chef d'équipe, deux 2 techniciens, un chauffeur et un aide.

Une équipe transversale comprenant un parasitologue, deux techniciens et un chauffeur mènera des activités transversales de dissection des glossines, de l'analyse de génétique de populations.

Activité de terrain

Un système d'information géographique (SIG) aidera à la démarcation de la zone du projet en blocs opérationnels.

Quatre phases d'activités sont réalisées dans chaque bloc opérationnel:

La collecte des données de bases: Il s'agit de la mise à jour des données sur les Trypanosomiasés animale et humaine, les espèces de glossines, leur répartition et densité, les zones de pâturage et d'accueil des transhumants et sur les données agronomiques et environnementales.

La réduction de la population de mouches: au moyen d'écrans et de pièges imprégnés d'insecticide qui seront déployés le long des réseaux hydrographiques, en bordure des mares, et des forêts classées pendant la saison sèche. Le bétail sera imprégné à l'aide d'insecticides 'pour-on' et les animaux malades seront traités.

L'éradication des glossines: phase ultime du projet, elle se fera par le lâcher des mâles stériles. Le Togo ne disposant pas encore des infrastructures et du personnel qualifié pour la production de mâles stériles, fera appel à l'expertise internationale sous

régional. La contribution de l'Agence International de l'Energie, institution qui soutient les programmes d'éradication des mouches tsé-tsé par la Technique de l'Insecte Stérile (TIS) sera sollicitée.

La surveillance post éradication.

Renforcement des capacités institutionnelles : Le personnel de terrain actuellement disponible est très insuffisant. Le renforcement des capacités est plus que nécessaire afin de disposer des compétences indispensables à l'exécution viable des activités du projet. Il est nécessaire de:

- Recruter et former 3 cadres supérieurs et 20 cadres moyens.
- Recycler 100 agents de terrain du service de l'élevage;
- Organiser des sessions de formation de courte durée à l'intention de 75 techniciens spécialisés de l'ICAT et 800 bénéficiaires.
- Diffuser mensuellement des programmes radiophoniques et organiser périodiquement des campagnes de sensibilisation et des voyages d'études.
- Réaménager 4 antennes régionales devant abriter les équipes de terrains et les bâtiments affectés à la cellule de coordination et de gestion du projet.

Des consultations de courte durée afin de : (i) préparer un manuel administratif des procédures comptables et financières, (ii) installer un système informatique de gestion comptable et financière, (iii) faire des audits annuels des comptes, et procéder à la revue à mi-parcours.

Le Budget

Composante	Montant (milliards de F CFA)	Togo (milliards de F CFA)	Apport extérieur (milliards de F CFA)
1. Réduction et éradication des glossines	4,9	0,49	4,41
2. Renforcement des capacités	0 ,7	0,07	0,63
3. Gestion durable des terres libérées	0,35	0,035	0,315
4 .Gestion du projet	1,05	0,105	0,945
Total	7	0,7	6,3

Le programme PATTEC-TOGO devra disposer d'un montant de 7 milliards de francs CFA afin d'éradiquer les mouches tsé-tsé dans la zone du projet.

[RESUME (FR) EDITE]

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

119

TSETSE CONTROL IN TANZANIA DURING THE YEARS 2005- 2007

LA LUTTE CONTRE LES TSETSE EN TANZANIE (2005 – 2007)

Daffa J.W

Ministry of Livestock Development Box 9152 DSM, Tanzania

Résumé

La trypanosomiase transmise par les tsé-tsé est endémique en Tanzanie. Environ 21 212 cas de nagana ont été signalés dans 56 districts; 925 955 bovins sont menacés et 671 en sont morts. Il y a eu 312 cas de maladie du sommeil dans six districts depuis 2005.

Les activités menées à ce jour sont des enquêtes et le contrôle du vecteur, la formation de 56 agents de terrain, la publication et la diffusion de brochures pour les paysans. Dans la politique nationale de l'élevage adoptée par le gouvernement, l'éradication des tsé-tsé est une priorité.

La Tanzanie reconnaît la gravité de la trypanosomiase et s'est lancée dans la Campagne Panafricaine d'Eradication des Tsé-tsé et de la Trypanosomiase (PATTEC). Le gouvernement a alloué une subvention de 5 milliards de Shillings tanzaniens pour l'achat de pyrèthroïdes synthétiques destinés au bain parasiticide pour le contrôle des tsé-tsé et des tiques.

Le projet régional conjoint de la PATTEC dans le bassin de Kagera entre le Burundi, le Rwanda et la Tanzanie a été élaboré en 2006. La Tanzanie aura besoin de 18,74 millions d'unités de compte (UC) de la BAD et le gouvernement tanzanien doit compléter à peu près 2,86 millions d'UC. La planification de la mise en œuvre entre les trois pays doit également être finalisée avec la BAD, l'UA et la PATTEC. Il est prévu d'initier l'éradication de *Glossina swynnertoni* le long de la zone infestée par les tsé-tsé du Kenya et de la Tanzanie.

Le TTTRI a conservé cinq colonies initiales de tsé-tsé pour appuyer la Technique de l'insecte stérile (TIS) aux niveaux national et régional. De même, une étude est en cours sur le sang bovin pour identifier une source locale pour la production de masse de tsé-tsé. L'Institut de Recherche sur les Maladies Animales a poursuivi la recherche sur l'utilisation d'une combinaison de tests de diagnostic pour la trypanosomiase.

Summary

Tsetse transmitted trypanosomosis is endemic in Tanzania. About 21,212 cases of Nagana have been reported from 56 districts; 925,955 cattle are at risk and 671 deaths were reported. There are 312 cases of sleeping sickness reported from 6 districts since 2005. Activities performed involved vector surveys and control, training of 56 field staff, publication and dissemination of booklets for farmers. National Livestock Policy was passed by the cabinet in which tsetse eradication has been given a high priority. Tanzania recognizes the severity of trypanosomosis and has embarked on Pan African Tsetse and Trypanosomosis Eradication Campaign (PATTEC). The Government has allocated Tsh 5 billion subsidy for the support to purchase synthetic pyrethroids for dipping for the control of both tsetse and ticks. Formulation of regional PATTEC joint project in Kagera basin area among Burundi, Rwanda and Tanzania was formulated in 2006. Tanzania will require 18.74 million Units of Account (UA) from ADB and the Government to complement about 2.86 million UA. Planning for implementation among the three countries need also to be finalized with ADB/AU-PATTEC. There are plans to initiate eradication of *Glossina swynnertoni* Austen (Diptera: Glossinidae) along the fly-belt of Kenya and Tanzania. TTRI has continued to maintain 5 tsetse seed colonies for the SIT support at national and regional levels. Also there is an on going study of cow blood to identify a local source for the tsetse mass production. Animal Disease Research Institute has continued to carry out research on the use of a combination of diagnostic tests for trypanosomosis.

Introduction

Livestock development in Tanzania has been hampered by many factors among them being the presence of vectors and vector-borne diseases. Tsetse transmitted trypanosomosis is widespread throughout Tanzania; and is a cause of growing concern for food security and public health especially in areas where livestock is the main source of incomes and livelihoods for pastoralists.

About 60% of Tanzania which covers an area of 945,000 sq. km of is infested by seven species of *Glossina*. Trypanosomosis is second to East Coast Fever (ECF) in causing cattle mortalities. While Tanzania holds a great potential for increased crop and livestock production, the presence of Tsetse and Trypanosomosis still remains major hindrance to development of rural communities and livestock industry. About 4 million people and 7 million cattle are at risk of contracting trypanosomosis. Management of trypanosomosis has mainly depended on Trypanocides, insecticide treated cattle and targets/screens in affected districts.

During the period of 2005 to 2007 animal trypanosomosis reported cases were 14,979 and 546 deaths from 19 regions in 61 districts (table 1). In Tanzania major losses due to trypanosomosis are mortalities and reduced milk yield estimated at US\$ 7.98 million annually. Other direct losses include calf crop and low meat quality from high morbidity rates, loss of manure and draft power from debilitations. While the indirect losses include loss of cash income from market changes, loss of earned revenues from expenditures in treatment and control measures, loss of foreign exchange earning from barred participation in international livestock trade.

Human African Trypanosomosis (HAT) or Sleeping Sickness (SS) is a serious public health reported from endemic foci in the western Tanzania. The disease is debilitating and reduces human capacity to perform agricultural production activities. There are 328 new cases of sleeping sickness reported from 6 districts in 4 regions since 2005 (Table 2). The purpose of this report is to highlight tsetse and trypanosomosis control activities from 2005 to date in Tanzania.

Work done

The main activities performed during the period under review were vector survey, and mapping in 8 regions, tsetse and trypanosomosis research, training of 56 field staff from Local Government Authorities on integrated tsetse control and eradication techniques, publication and dissemination of booklets for farmers and primary schools. In the year 2006 the National Livestock Policy was approved by the government and in it tsetse eradication has been given a high priority.

Tsetse Survey and Mapping

The on going survey in 8 regions (Tanga, Kilimanjaro Arusha, Manyara, Mara, Shinyanga Mwanza and Kagera) shows fragmentation in distribution of tsetse flies (map 1 and 2.). This may be attributed to environment changes, human population increase and economic growth activities such as mining, expansion of settlements, road networks; uncontrolled hunting, fire and deforestation have resulted to fragmentation of tsetse habitats.

Human and Animal Trypanosomosis

While the focus in the execution of the tsetse programme will be on the sustainable elimination of tsetse flies from specific areas such as the Kagera basin, surveillance, diagnosis and treatment of sleeping sickness in humans and nagana in livestock has been undertaken (table 1). However, the available data does not reveal the real situation in both diseases due to under –reporting. In Tanzania Animal trypanosomosis control is a private good whereby most of cases attended by both the livestock farmer and private service providers are not reported to the responsible institutions i.e. ministry and local authorities. On the other hand the private sector is not well developed to cover a wide trypanosomosis affected area as services are limited to urban and peri urban areas.

Table 1: Animal trypanosomosis cases reported from 2005 to 2007

REGION	Reporting districts	2005		2006		2007	
		Cases	Death	Case	death	Case	Death
Arusha	9	1704	7	885	17	5	-
Dodoma	2	5	-	42	-	78	-
DSM	2	-	-	2	-	183	-
Iringa	2	131	6	89	3	-	-
Kagera	3	-	-	27	-	2	-
Kigoma	2	-	-	9	-	-	-
Kilimanjaro	5	27	-	155	5	37	-
Lindi	4	32	-	49	-	-	-
Mara	3	116	4	603	18	-	-

Mbeya	5	58	1	61		7	-
Morogoro	5	2629	135	2697	49	106	1
Mwanza	1	30	8	72	24	-	-
Mtwara	1	-	-	1		-	-
Pwani	6	58	8	2358	172	66	2
Ruvuma	1	-	-	16	-	-	-
Singida	1	-	-	-	-	1	-
Shinyanga	2	-	-	164	22	-	-
Tabora	1	34	1	46	-	-	-
Tanga	6	1285	24	2630	39	773	-
Total	61	6109	194	7506	349	1364	3

Source: Epidemiology Unit Ministry of Livestock development.

Table 2: Trends of HAT in 5 regions for the past 5 years

REGION	DISTRICT	2002	2003	2004	2005	2006	2007
KIGOMA	Kibondo	99		5	15	12	*
	Kasulu	98	16	8	18	7	*
ARUSHA	Babati	-	-	-	-	-	-
	Monduli	-	-	-	-	-	-
	Hanang	-	-	-	-	-	-
TABORA	Urambo	59	95	143	85	56	16
RUKWA	Nkansi	-	-		18	9	*
	Mpanda	-	-	39	47	44	*
MBEYA	Chunya	-	-			1	*
	TOTAL	226	111	161	183	129	16

Source: National Institute for Medical Research (NIMR) * No report. - No case

PATTEC

Tanzania recognizes the severity of tsetse and trypanosomosis and has embarked on Pan African Tsetse and Trypanosomosis eradication campaign (PATTEC). Despite the outbreak of other diseases of economic importance such as, Rift Valley Fever, Contagious Bovine Pleuropneumonia (CBPP) and the threat of Avian Influenza during the period under review; the Government has allocated Tsh 5 billion subsidy for the support to purchase synthetic pyrethroids for dipping for the control of both tsetse and ticks in high challenge areas. About 126,560 liters of synthetic pyrethroids have been purchased and distributed in 23 regions with a total of 939 dips (table 3).

Currently preparations are on going between the African Bank and the African Union PATTEC coordination office to finalize joint project proposal for financial support to enable Tanzania to embark on the implementation of PATTEC program. Strategic integration of various control measures to the local prevailing environmental and agro-ecological conditions will be adopted for optimal results.

In the preparation for the implementation of PATTEC the African Union (AU) and African Development Bank (ADB) in 2006 sent two missions. The first on the Multinational programme for the creation of sustainable tsetse and trypanosomosis free areas in Eastern, Central and Southern Africa and prepared the Aide-memoir. The second mission was on environmental analysis study in complex ecosystems such as National Parks (Serengeti Manyara and Ngorongoro), , Game and forest controlled areas which are of high tsetse challenge and trypanosomosis risk.

Regional PATTEC joint project in Kagera basin area for Burundi, Rwanda and Tanzania was formulated in 2006 in which Tanzania requires a total of 18.74 million Units of Account (AU) from ADB and the Government to complement about 2.86 million UA to sum up to 21.6 million UA (1AU =approximated USD 1.55). Although, Kagera basin is an area of priority, there is a need for complementary action and standardization of strategies among the three countries. Moreover, planning and implementation schedule of ADB/AU-PATTEC for Kagera basin project need also to be finalized. There are however plans to initiate a regional programme to eradicate *Glossina swynnertoni* on the common fly-belt between Kenya and Tanzania.

PATTEC Tanzania will employ all available technically feasible, cost effective and environmentally acceptable tsetse intervention methods, including use of tsetse trapping systems, application of insecticides and the Sterile Insect Technique. The activities in identified areas will be carried out in accordance with the details and agreement of the joint regional project document, in co-ordination with the implementation of other projects in the programme. However, there will be a national component to cover other regions near to the joint Kagera basin area.

Table: 3 Acaricide Distribution in Tanzania

Region	Group	Chemical name	Trade Name	Dips	Litres
Mwanza	Synthetic Pyrethroid	Alphacypermethrin	Paranex	40	2,996
Arusha	“	Alphacypermethrin	Paranex	55	4,120
Tanga	“	Alphacypermethrin	Paranex	77	5,765
Kigoma	“	Alphacypermethrin	Paranex	72	5,391
Tabora	“	Cyhalothrin	Grenade	36	2,691
Kilimanjaro	“	Cyhalothrin	Grenade	52	2,840
Kagera	“	Flumethrin	Bayticol	47	3,513
Manyara	“	Flumethrin	Bayticol	46	3,439
Dodoma	“	Deltamethrin	Vectocid	72	5,661
Iringa	“	Deltamethrin	Vectocid	38	4,081
Mara	“	Deltamethrin	Vectocid	46	3,565
Singida	“	Cypermethrin	Paratryn	23	2,820
Pwani	“	Cypermethrin	Paratryn	59	4,416
Mbeya	“	Cypermethrin	Paratryn	23	2,819
Morogoro	“	Cypermethrin	Paratryn	70	5,239
Lindi	“	Cypermethrin	Paratryn	35	2,619
Shinyanga	“	Cypermethrin	Paratryn	50	3,875

Singida	Amitraz	Amitraz	Paratraz	7	2,130
Mbeya	“	Amitraz	Paratraz	37	6,261
Morogoro		Amitraz	Norotraz	14	4,260
Mwanza	“	Amitraz	Norotraz	16	4,870
Kilimanjaro	“	Amitraz	Norotraz	13	3,957
Dodoma	“	Amitraz	Norotraz	28	8,522
Mara	Organophosphates	Chlorfenviphos	Steladone	16	4,364
Shinyanga	“	Chlorfenviphos	Steladone	34	9273
Iringa	“	Chlorfenviphos	Steladone	16	4363
	“				

Source: Ministry of Livestock Development

Research

Animal Trypanosomosis

Disease Research Institute (ADRI) has continued to carry out research in Trypanosomosis Surveillance by use of a combination of diagnostic tests.

Four hundred thirty two cattle and twenty goats were sampled for blood on FTA cards (filter paper) and for preparation of smears and sera for screening for presence of trypanosomes, in ten farms, in the Coast and Dar Es Salaam regions of Tanzania, at different periods from March 2006 to January 2007. Alongside this, one milliliter of EDTA blood of test animals with Packed Cell Volume (PCV) values ranging from 15 to 37 was inoculated into 20g mouse for possible detection of trypanosomes in low parasitaemic infections.

Three cattle were detected positive for trypanosomes i.e. two *Trypanosoma vivax* by blood slide examination and buffy coat technique, and one *T. congolense* by mouse inoculation. No other animals were detected positive for trypanosomes by parasitological techniques. The total period of follow-up of mice from day of inoculation was 60 days. Screening of sera and FTA cards by serological techniques (Antigen, Antibody, PCR ELISAs and LAMP Test) is not yet completed.

Tsetse Research

The Tsetse & Trypanosomosis Research Institute (TTRI) Tanga, since 1971 has been conducting tsetse Research on the Sterile Insect Technique (SIT). The Institute has an area of 38 hectares and an out station research farm of 7000 hectares at Mivumoni in Pangani District. The farm will provide an opportunity for maintaining a large herd of cattle that will produce blood for feeding reared tsetse flies in laboratory to be used for eradication campaigns. Currently the institute continues with mass rearing of four *Glossina* species namely *G. austeni*, *G. pallidipes*, *G. brevipalpis*, *G. morsitans morsitans* and *G. morsitans centralis*. The female numbers in species are 52,113 *G. austeni*, 3341 *G. pallidipes*, 550 *G. brevipalpis* and 1300 *G. m. centralis*.

Research activities conducted include seasonal effects of blood diet on *G. austeni*, from different regional abattoirs; Trapping of *Glossina pallidipes* and adaptation into *In Vitro* feeding system and impact assessment of tsetse and trypanosomiasis in small and medium scale dairy farms.

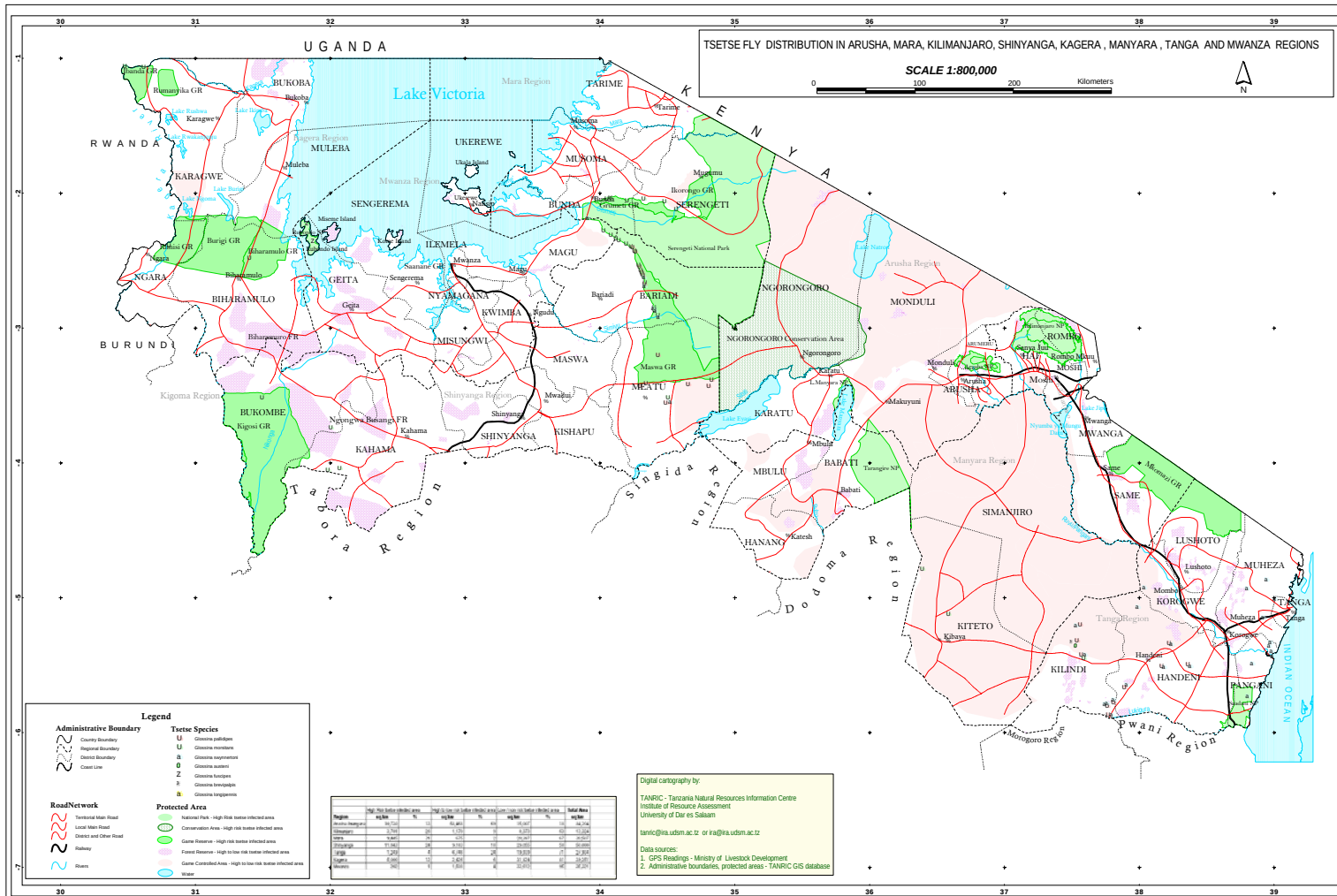
TTRI continued to support training of International Atomic Energy fellows, on principles of mass rearing of *Glossina spp.* Training offers knowledge and skills for decision making at all stages of fly mass rearing, sterile male fly production, diet (blood) preparation and quality control measures to participants.

The Wayforward

In collaboration with other stakeholders the government will:

- Continue with tsetse and trypanosomosis research, survey and mapping, control, diagnosis and treatment.
- Train middle personnel in the field of tsetse and range management.
- Sensitization and community training in participatory tsetse control techniques.
- Carry out feasibility study for baseline data collection to cover the joint project areas of the Kagera basin area for Burundi, Rwanda and Tanzania.
- Collect data in preparation for PATTEC implementation in Kagera basin area and eradication of *G. swynnertoni* along Kenya and Tanzania border.

MAP1. TSETSE SURVEY IN NORTHERN TANZANIA



***GLOSSINA* BIOLOGY AND CONTROL
BIOLOGIE ET CONTROLE DES GLOSSINES**

POUR CE DOCUMENT, SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

202

**PROTECTION OF LIVESTOCK WITH INSECTICIDE-TREATED MOSQUITO
FENCES AGAINST INSECTS OF VETERINARY AND MEDICAL RELEVANCE**

**UTILISATION DES MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES D'INSECTICIDE POUR
LA PROTECTION DU BETAIL CONTRE LES INSECTES AYANT UNE
IMPORTANCE VETERINAIRE ET MEDICALE**

B. Bauer^{1*}, M. Maia¹, B. Holzgrefe¹, D. Mehltitz¹, A. Abonuusum², S. Osei², T. Kruppa³,
J. May⁴, R. Garms⁴, M. Abavana⁵, B. Djagmah⁵, E. Dotcher⁵, C. Mahama⁵ and P.-H.
Clausen¹.

¹Free University of Berlin (FUB), Institute for Parasitology and Tropical Veterinary
Medicine, Berlin *burkhard.bauer@gmx.net

²Kwame Nkrumah University for Science and Technology (KNUST), Kumasi

³Kumasi Centre for Collaborative Research in Tropical Medicine (KCCR), Kumasi

⁴Bernhard-Nocht-Institute for Research in Tropical Medicine (BNI), Hamburg

⁵Veterinary Services, PATTEC-Ghana, Accra

Résumé

La protection des vaches laitières au Kenya contre la transmission des Trypanosomiasés par les mouches tsé-tsé a été réalisée grâce à une moustiquaire de 150cm de haut, imprégnée d'insecticide (Bauer et al., 2006). Pendant l'expérience, les paysans ont constaté une réduction des moustiques. Depuis, plusieurs essais-pilotes ont été menés. FUB et BNI en collaboration avec KCCR et KNUST ont conduit un essai pour étudier l'impact d'une moustiquaire d'un mètre imprégné d'insecticide sur le nombre de mouches nuisibles à l'intérieur et à l'extérieur d'une étable protégée ainsi que l'impact de la protection sur d'autres insectes d'importance médicale, par ex. les moustiques, dans la zone de forêt tropicale au Ghana. Aux alentours des étables témoins B et C, on a enregistré une nette augmentation des captures, due aux conditions idéales pour la reproduction des mouches dans les bouses de vache et le reste des fourrages. En revanche, seuls 4,6% des Stomoxes ont été capturés à l'extérieur de l'étable protégée avec la moustiquaire traitée (D) par rapport aux étables B et C. La moustiquaire non traitée n'a pas eu d'effet comme barrière mécanique. Une évaluation des taux d'attaques à travers des images digitales des parties anatomiques sélectionnées a montré des différences significatives avec, respectivement, 14,1% par zébu (D) ; 47,2% pour B et 49,7% pour C. Des effets similaires ont été enregistrés pendant des tests dans les sites périurbains de Bamako et de Bobo-Dioulasso. Actuellement, les résultats du contrôle des mouches tsé-tsé par une protection des porcs à l'aide de moustiquaire imprégnées dans la région de la forêt tropicale au Ghana sont évalués. Dans des endroits à haut risque, l'utilisation des clôtures imprégnées d'insecticide pourrait réduire la prévalence de la maladie du sommeil, du paludisme et de la leishmaniose.

Summary

The successful protection of dairy cattle in Kenya with a 150cm high fence of insecticide-treated mosquito netting (Bauer *et al.*, 2006) against tsetse-transmitted trypanosomosis inspired several pilot trials. Participating farmers had observed a reduction of mosquito populations during the first trial in Kenya. FUB and BNI, in collaboration with KCCR and KNUST, therefore assessed the potential of a 100cm high deltamethrin-treated fence in protecting zebu cattle against insects of veterinary and medical relevance near Kumasi, forest zone of Ghana. Increases of the catches near pens B and C during weeks three and four were attributed to optimal breeding conditions in cow dung and remnants of fodder, regularly removed and deposited near all pens. In contrast, numbers of Stomoxyinae around the protected pen D only reached 4.6% of that of B and C. The untreated net of pen B was not an effective physical barrier for the flies. Evaluation of digital photographs of selected body parts showed significantly fewer biting and nuisance flies per zebu in pen D (14.1) than in B (47.2) and C (49.7). Similar effects were recorded during trials in peri-urban areas of Bamako and Bobo-Dioulasso. Currently, the results of controlling tsetse by protecting pigs with insecticide-treated fences in the tropical rain forest zone of Ghana are evaluated. Using mosquito fences in areas of high densities of various vector populations may have additional human health benefits by reducing disease risks for sleeping sickness, malaria or leishmaniasis.

Introduction

The successful protection of dairy cattle in Kenya with a 150cm high fence of insecticide-treated mosquito netting (1) against tsetse-transmitted trypanosomosis inspired several subsequent pilot studies. As a result of the protection during the trial in Kenya the probability of contracting trypanosome infections was significantly reduced. Fewer infections and a reduction of nuisance flies inside the protected pens led to better health of the protected cattle and to significantly higher mean packed cell volumes. Participating farmers had also observed a reduction of other insect populations during this trial. This time, a pre-treated netting material of 100cm height was used in both studies.

Material and methods

Study I: Use of insecticide-treated nets to protect cattle against insects of veterinary and medical relevance in Kumasi, Ghana, 2005

The trial was conducted at the cattle research farm Boadi (N 6° 41'; W 1° 32'), within the compound of Kwame Nkrumah University for Science and Technology (KNUST), at the periphery of Kumasi (Fig. 1). Four identical experimental pens (A, B, C and D) each measuring 6m x 7m were constructed at a distance of about 500m from each other in sites with similar vegetation. Half of each pen was covered with corrugated iron sheets. Chicken wire at a height of 100 cm surrounded each pen. Pen A served as 1st negative control without net and animals; B, (2nd control), was protected with an untreated net; C, (3rd control), remained unprotected and D was protected with a deltamethrin-treated net (polyester, 25 holes/inch², height 100cm). B, C and D contained two zebu bulls each, which were rotated between the three pens at weekly intervals.

Effects of the treated netting on fly and mosquito populations were compared at weekly intervals during six weeks in October and November 2005.

Human landing catches were carried out once a week from 6pm to 6am (12 h) within and 20m outside the four pens. Fourteen mono-conical traps were placed 20 to 30m away from the four pens and at watering places between the pens. Four odour-baited battery-driven mosquito traps designed to catch anthropophilic mosquitoes (BG Sentinel

Mosquito Traps, BioGents GmbH, Regensburg) were operated within the four pens once a week from dusk to dawn (12 h) one day before the human landing catches. Digital pictures of all animals were taken twice per week in order to count and compare the number of nuisance insects for each zebu. Video sequences were taken from all animals to record the defensive movements of the cattle against attacks by nuisance insects.

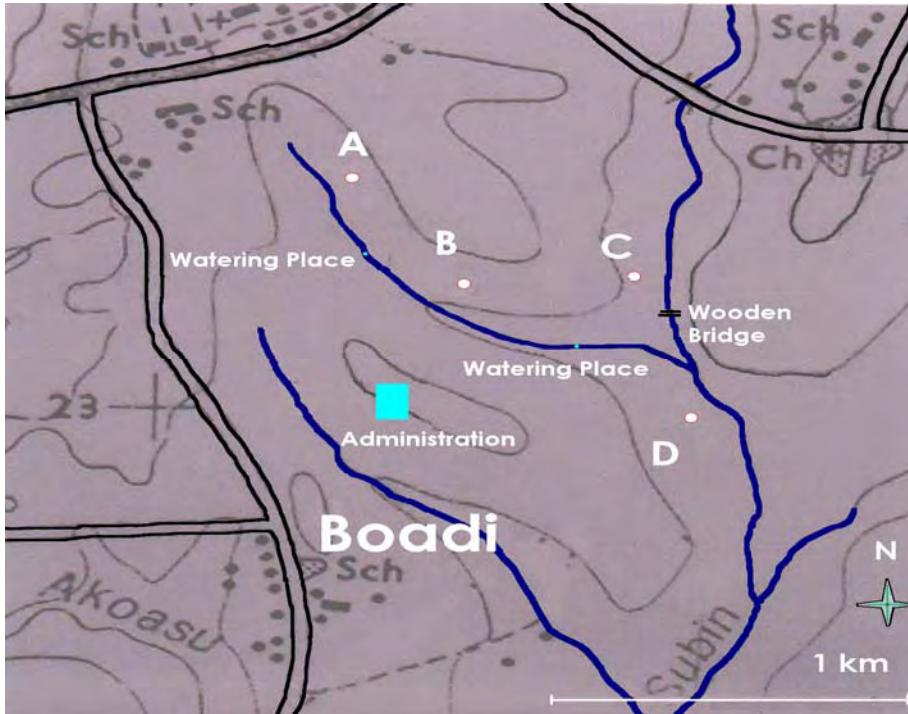


Figure 1: Position of the four pens, Boadi cattle research farm, Kumasi, 2005

- A – Pen without net and cattle (= negative control)
- B – Pen protected with an untreated net, two zebu cattle
- C – Pen without net, two zebu cattle
- D – Pen protected with deltamethrin-treated net, two zebu cattle

Results

A summary of the main results is presented in Fig. 2 – 8.

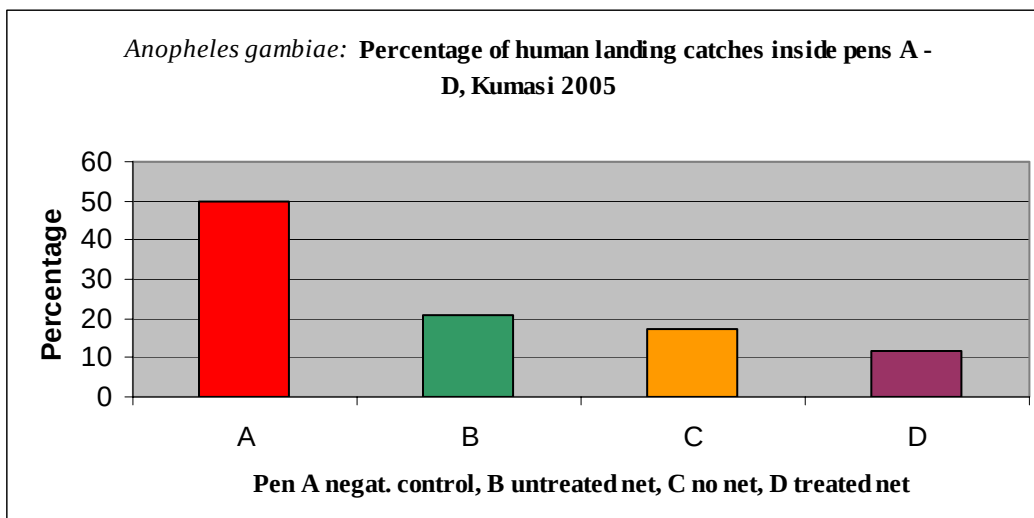


Figure 2: *Anopheles gambiae* – inside human landing catch

Two *Anopheles* species were caught on human bait, *A. gambiae* (probably *sensu stricto*), which is the main vector of malaria in the area, and *A. ziemanni*, which generally is regarded as zoophilic. The monthly biting rate (MBR) of 140 estimated for *A. gambiae* inside the protected pen D was about 60% of that of B and C (255 and 210, respectively, both with cattle), but only 23% of that of A (605, without cattle).

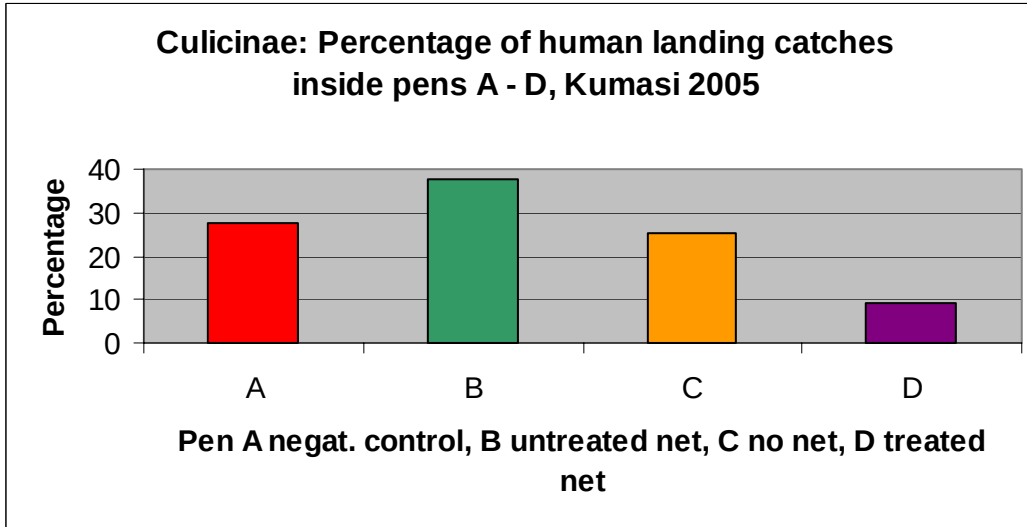


Figure 3: Culicinae (*Culex* and *Mansonia* spp.) inside human landing catch

Of a total of 1369 Culicinae only 128 (9.4%) were caught inside pen D. This effect was confirmed by the personnel inside D who reported fewer attacks during their nocturnal catches.

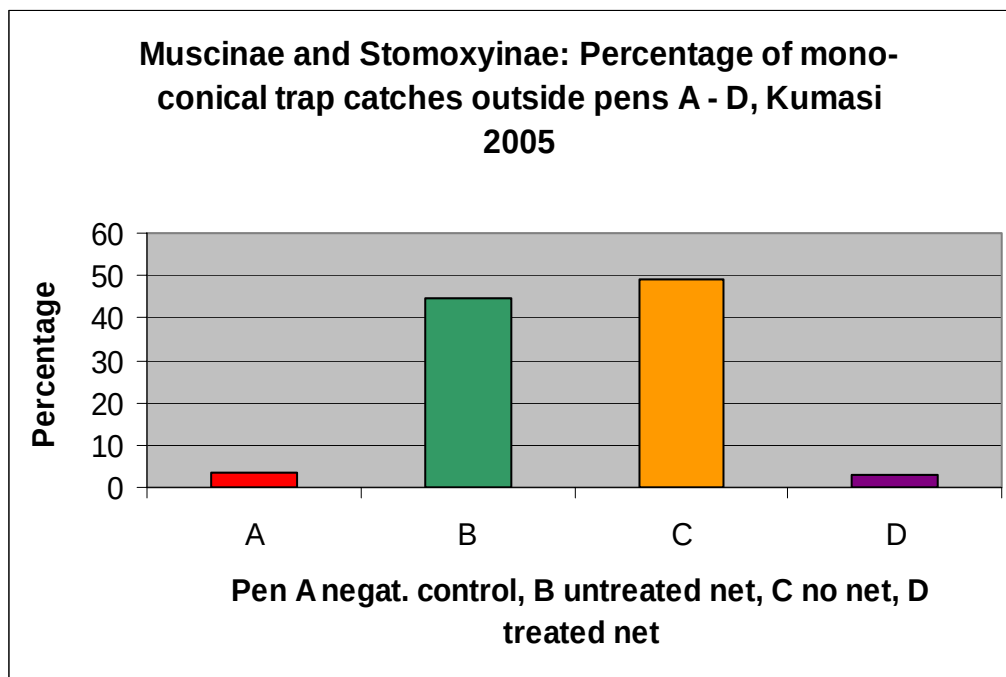


Figure 4: Mono-conical trap catches of Muscinae and Stomoxyinae outside the pens

The majority of insects caught by the mono-conical traps belonged to the sub-families of Muscinae and Stomoxyinae (house and stable flies). A strong increase of the catches observed near pens B and C from weeks three and four onwards may be attributed to the excellent breeding conditions in cow dung and remnants of fodder, which were regularly removed from all pens with cattle and deposited nearby. This increase was not observed outside the protected pen D, indicating clear effects of the insecticide-treated mosquito fence on the nearby fly population. Very few flies were caught near A because of the absence of dung (negative control – no cows in the pen). An evaluation of digital photographs of selected body parts showed significantly fewer biting and nuisance flies per zebu in pen D (14.1%) than in B (47.2%) and C (49.7%). No tsetse flies were caught indicating their low density or even absence in the study area.

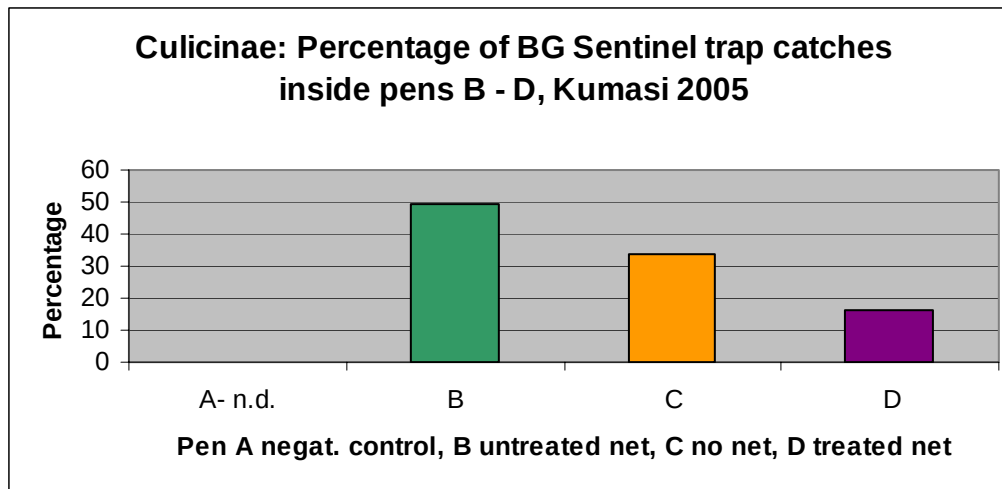


Figure 5: BG Sentinel trap catches of Culicinae inside pens B – D

The results of the BG Sentinel trap catches inside pen A are not presented here because of repeated trap breakdowns (see also Fig.7 & 8). The odour-baited mosquito traps turned out to be less efficient than the human landing catch method for capturing *Anopheles*. It proved, however, efficacious in attracting Culicinae, where the differences between the pens appeared to be similar to those ones observed during the human landing catches.

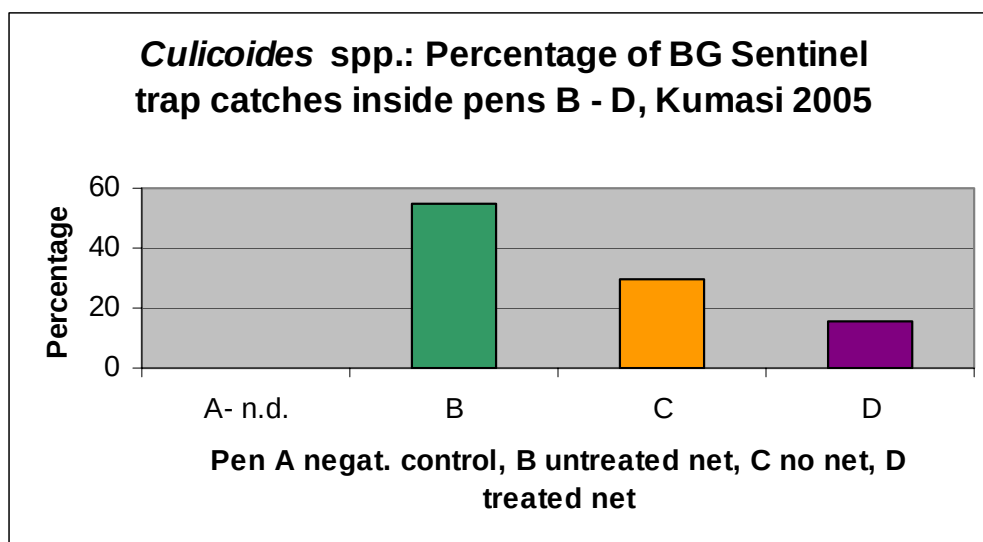


Figure 6: Catches of biting midges (*Culicoides* spp.)

BG Sentinel trap catches (without UV light) of biting midges (*Culicoides* spp) were highest inside pen B protected with an untreated net, followed by catches inside C (53.4% of B). Only 28.8% of pen B were recorded inside D, indicating a possible impact of insecticide-treated mosquito fences on biting midges. This will require further trials given the importance of midges as vectors of bluetongue – presently spreading in northern Europe – and the possibility of an occurrence of African horse sickness.

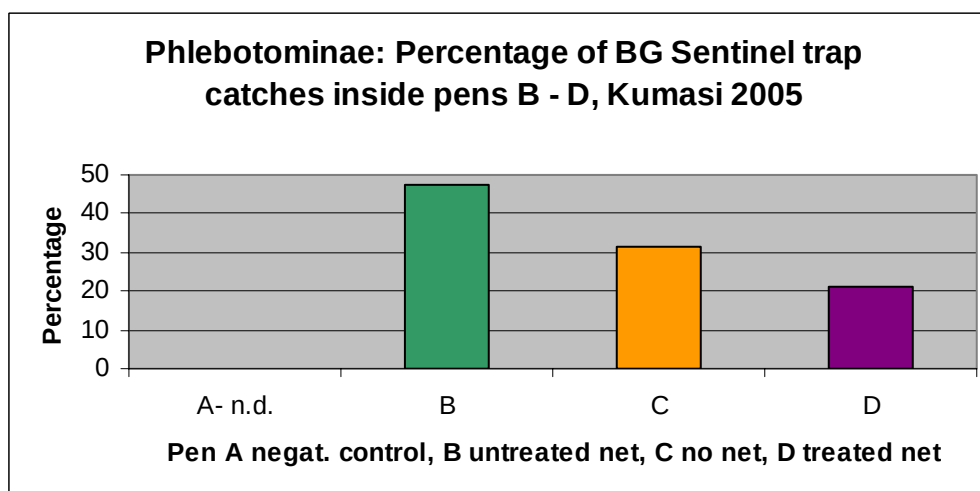


Figure 7: Catches of Phlebotominae

Trap catches of *Anopheles* were low compared to the results of the human landing catch. But they provided useful information on Culicinae, Ceratopogonidae (biting midges) and Phlebotominae (sandflies), both of relevance in human and veterinary medicine. Further research is required in monitoring effects of insecticide-treated mosquito fences not only on *Anopheles* but also on *Culicoides* and Phlebotominae.

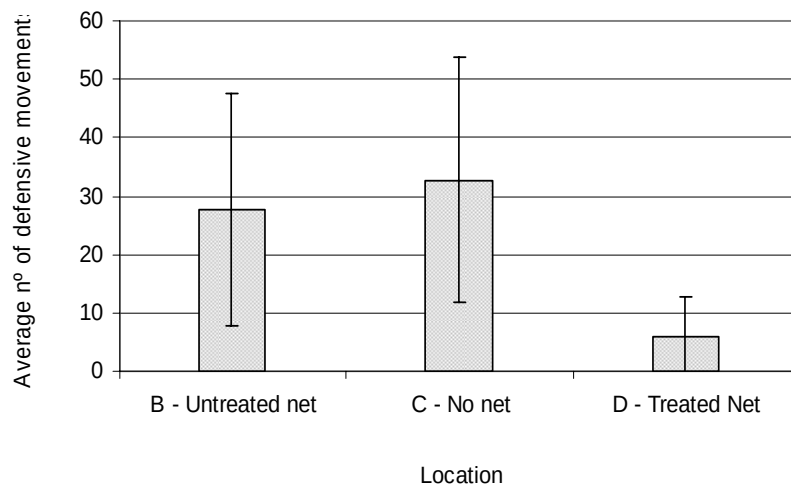


Figure 8: Mean defensive movements of cattle kept in pens during 1min video sequences, Kumasi, Ghana, 2005

Simultaneous recordings of defensive movements show that the frequency of defensive movements was clearly higher in pens B and C in comparison to cattle protected in pen D. Fodder uptake was found to be considerably disturbed due to continuing attacks from nuisance insects. There was no important difference in the number of defensive movements between pens B and C: Untreated nets at a height of 100cm are therefore not an option for protection against nuisance insects. Likewise, it was observed that animals were disturbed while they were trying to rest, thereby impairing rumination. Arguably, this might lead to lower weight gains and lower milk production – apart from the possibility of mechanical transmission of disease agents by nuisance insects.

Study II: Use of insecticide-treated nets to protect pigs against tsetse in Suhum, Eastern Region, Ghana, 2007

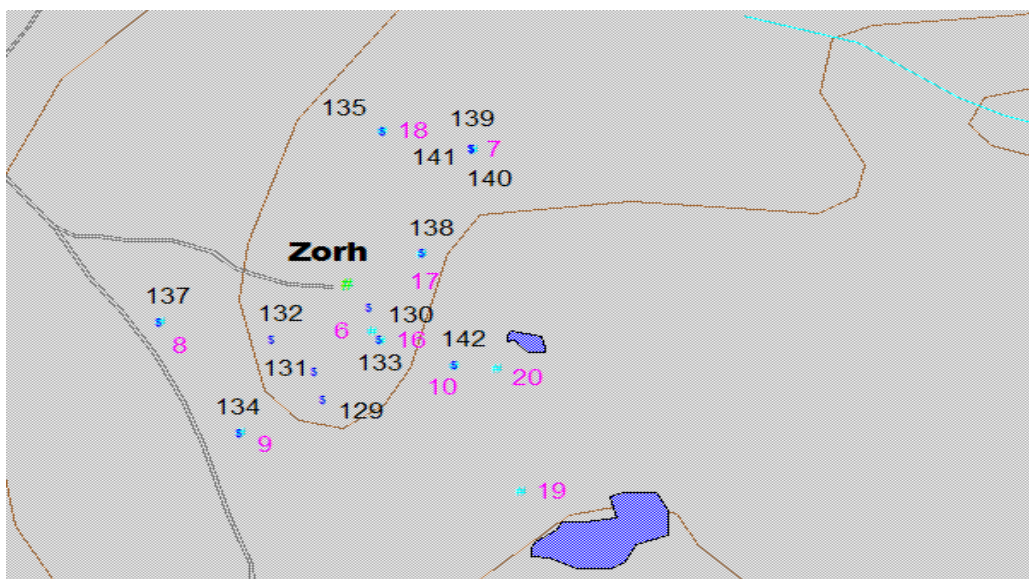


Figure 9: Village Zorh, control, Eastern Region; trap locations No.6-10; 16-20 surrounding the pen locations No. 129 – 142. The pigs of the village Zorh, located N 5°

59 W 0° 21', served as control animals. Fourteen farms were participating in the trial. The pig population consisted of 106 pigs (8 boars, 24 sows, 13 growers, 61 piglets); which were kept in open pens, often roaming freely during daytime

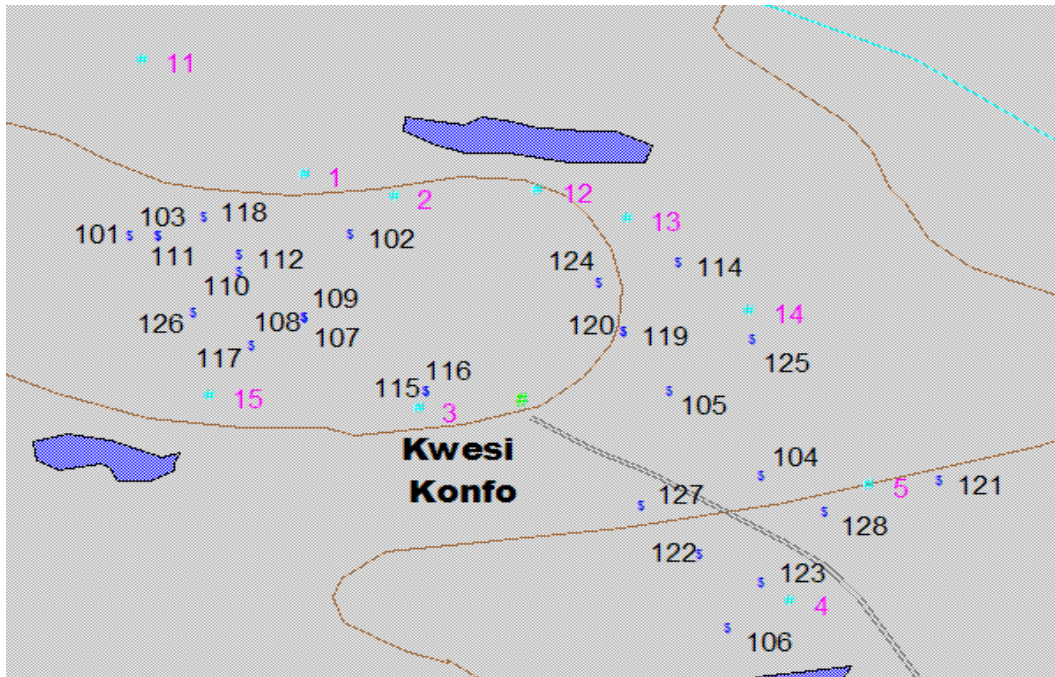


Figure 10: Village Kwesikonfo (N 6° 33' W 0° 33'), intervention, Eastern Region; trap locations No.1-5; 11-15 surrounding the pen locations No.101–128 ; a total of 25 open pens with 111 pigs (1 boar, 15 sows, 53 growers, 42 piglets), was protected.

Climatic conditions were characterized by temperatures ranging between 22 – 32°C, a relative humidity attaining 90%; sometimes heavy rainstorms were followed by periods of extreme sunshine throughout the experimental period. The usual Ghanaian rainy seasons occurred during this period. The first long rains lasted from May – mid-July and the second one from September – mid-October.

In this particular setting the assumption was to be confirmed that insecticide-treated mosquito fences are an effective means for the control of tsetse flies. The net used for protection in this case was a 100cm high net (polyester, 25 holes/inch²), pre-treated with deltamethrin and a UV-protection factor. It corresponded to the one used during the trial in Kumasi. The mosquito fences with a reinforced hem were deployed for a total of six months. They were attached to the pig pen fences with one-inch-nails. The trial took place in the district of Suhum/Krabo/Coaltar, Ghana. Reports of heavy pig losses in August 2006 indicated a high infection risk with AAT. This was confirmed by local veterinarian staff and the farmers who complained about frequent attacks by tsetse flies. Pigs constitute a valuable source for income and protein of resource-poor farmers in the region. They are mainly sold in local markets. Commercial pig farmers are often forced to install a complete protection by untreated plastic netting in order to avoid losses due to tsetse-transmitted trypanosomosis. Yet the majority of pigs are exposed to tsetse bites, resulting not only in low productivity but also in a disease-related mortality. As a consequence of the serious losses many farmers have stopped raising pigs. The local staff from the Ministry of Food and Agriculture confirmed a considerable decline of pig numbers to more than half of the initial population. Both villages were in areas

characterized by a variety of water courses and marshy habitats. The vegetation could be described as tropical seasonal rain forest mixed with a variety of locally produced plants such as plantain, cocoanut and oil palms, as well as small plots of cassava, food corn and sugarcane.

Tsetse fly numbers were monitored during this period with 20 geo-referenced bi-conical traps (10 traps/village), which were deployed every other week for 48 hours. Mean tsetse catches for ten traps were calculated, based on a 24h period for each village. The selected trap locations were either situated in the vicinity of the pens (5 - 10m) or near water courses and wells. Any vegetation surrounding the traps, thus possibly impairing their visibility, was cleared ensuring an optimal visual attraction. Grease was applied to the poles, preventing ants from entering the cages. Net samples were collected from 13 different farms every month. Their bio-efficacy and persistency were assessed at the Free University of Berlin, Germany with laboratory-reared *Musca domestica*, which display a susceptibility to the insecticide that is comparable to the one observed for tsetse flies. The initial prevalence was examined in blood smears from 50 ear-tagged pigs in each village. All sampled pigs were then treated with diminazene aceturate (3.5mg/kg/b.w.) before deployment of the mosquito fences.

Results

Catches of tsetse flies were reduced by more than 90% after two months in Kwesikonfo. Further reductions to levels of 95% or more were recorded during the subsequent months. During the same period the tsetse catches in the control village Zohr remained more or less unaffected, only displaying seasonal variations (Fig. 11). The evaluation of the bio-efficacy and persistency of monthly sampled pieces of mosquito netting is still in progress. First results indicate, however, that samples which had been exposed to the climatic conditions for the entire trial period (six months) were still effective although it took about 45min before all exposed insects became paralysed. Initially, all flies were paralyzed within 5min following their exposure.

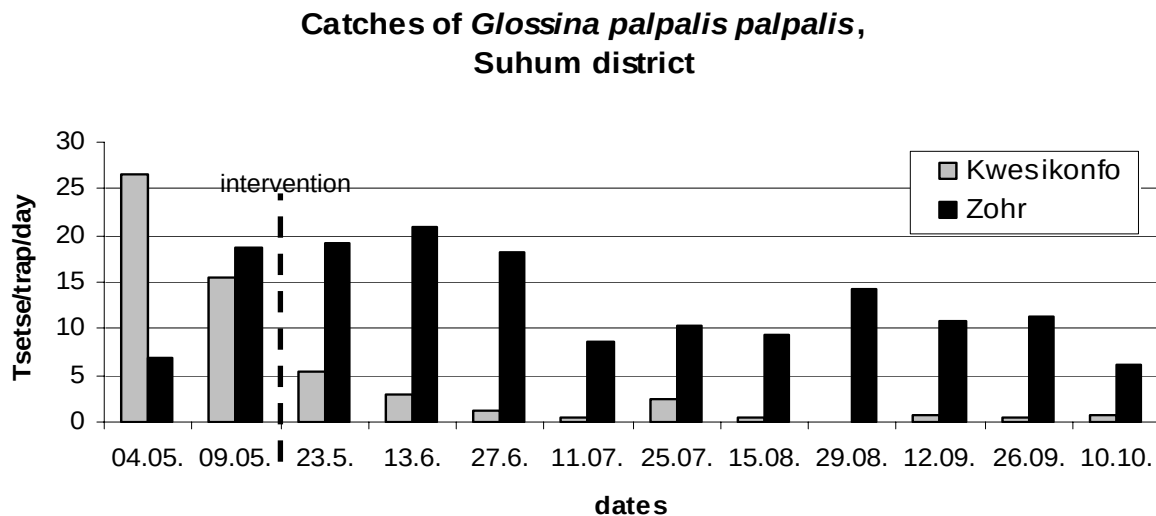


Fig. 11: Comparative evolution of tsetse catches following the protection of pig pens in Kwesikonfo, May – October 2007

The initial trypanosome prevalence amounted to 76.0% (Kwesikonfo) and 72.0% in Zorh, respectively. These results confirm earlier findings from the Ghanaian Veterinary Services. In view of the sensitivity of detecting trypanosomes in blood smears it is likely that close to 100% of all examined pigs were infected.

Discussion and conclusions (Studies I & II)

Results from the first study near Kumasi indicate clear effects of the insecticide-treated fence for almost all groups of insects. The human landing catch method was found to be superior when catching *Anopheles* spp. The untreated net of pen B was not an effective physical barrier for the flies (pen B, Fig. 8). Attacks by nuisance insects other than tsetse may entail transmission of diseases. Irritation of cattle by high numbers of flies and mosquitoes not only affects productivity leading to lower weight gains or milk yields but also animal well-being. Protecting livestock therefore not only reduces disease transmission but also increases animal production and income when taking into account the impact of nuisance insects on animal production and well-being as well as savings on drugs for animal health care. The use of insecticide-treated fences is expected to have far-reaching benefits for livestock keepers and pastoral communities. Traps and insecticide-treated targets have proven effective in killing tsetse flies. But in dense, herbaceous vegetation their impact is reduced due to their low visibility unless they are used in high numbers with short distances between them (ie more than 30 targets/km²). However, this is rendering the costs of tsetse control unaffordable for low-income, resource-poor farming communities. Tsetse control is rightly considered cost- and labour-intensive and initial success cannot be sustained unless all tsetse flies have been eradicated. This is an optimistic scenario given the existence of contiguous tsetse belts in many tsetse-affected regions and the ensuing reinvasion risk. The plan of PATTEC to eradicate tsetse and trypanosomosis from all of Africa is an ambitious and laudable goal, which will take more time than initially anticipated. Meanwhile, both, low-income, resource-poor farming communities as well as advanced, semi-industrialised farming enterprises in peri-urban settings need to be encouraged in livestock keeping while waiting for an implementation of large-scale tsetse control programs. The results achieved so far with insecticide-treated mosquito fences have shown that valuable livestock, for instance dairy cattle, can survive and produce in tsetse-affected areas.

In the case of the Eastern Region, Ghana, the results from the second study clearly show that protecting pigs kept in pens with insecticide-treated mosquito fences allows their profitable maintenance – despite a high fly challenge and a correspondingly high risk of contracting AAT. In conclusion, insecticide-treated mosquito fences protecting livestock in various ecological settings have proven efficacious in significantly reducing tsetse numbers and, arguably, the risk of trypanosome infections. Fences could thus allow farming communities to profitably produce in areas of tsetse and trypanosomosis risk. Insecticide-treated mosquito fences are benefiting the individual farmer, clearly having a private goods character, and are therefore more likely to be maintained by the beneficiaries. They also offer public goods externalities since they are killing tsetse flies or other nuisance insects outside the protected pens, prospectively over a rather long time period (at least 6 months in tropical climates). Further extensive experiments will be necessary to investigate the potential of insecticide-treated fences as an efficient protection against vectors of zoonotic diseases and of medical importance.

References

- Bauer B., D. Gitau, F. P. Oloo and S. M. Karanja (2006). Evaluation of a preliminary trial to protect zero-grazed dairy cattle with insecticide-treated mosquito netting in Western Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 37 (2006), 1-8.
- Maia M, B. Bauer, D. Mehlitz, P.-H. Clausen, A. Abonuusum, S. Osei, T. Kruppa, J. May and R. Garms (2005). Use of insecticide-treated nets to protect cattle against insects of veterinary and medical importance in Ghana. BNI Report 04/05, 86-87.
- Holzgrefe B., C. Mahama, E. Dotcher, D. Mehlitz, P.-H. Clausen and B. Bauer (2008). Insecticide-treated mosquito fences protect pigs against tsetse-transmitted trypanosomes in the Suhum district, Ghana, West Africa. Abstract, Poster 38, 90. 23rd Annual Meeting of the German Society for Parasitology, Hamburg, March 5-7, 2008.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge the support of the national PATTEC team and the Ghanaian Veterinary Services, in particular their Director and the national PATTEC co-ordinator. This work was partially funded by Vestergaard Frandsen A/S, Lausanne, Switzerland.

References

- Bauer B., D. Gitau, F. P. Oloo and S. M. Karanja (2006). Evaluation of a preliminary trial to protect zero-grazed dairy cattle with insecticide-treated mosquito netting in Western Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 37 (2006), 1-8.
- Maia M, B. Bauer, D. Mehlitz, P.-H. Clausen, A. Abonuusum, S. Osei, T. Kruppa, J. May and R. Garms (2005). Use of insecticide-treated nets to protect cattle against insects of veterinary and medical importance in Ghana. BNI Report 04/05, 86-87.
- Holzgrefe B., C. Mahama, E. Dotcher, D. Mehlitz, P.-H. Clausen and B. Bauer (2008). Insecticide-treated mosquito fences protect pigs against tsetse-transmitted trypanosomes in the Suhum district, Ghana, West Africa. Abstract, Poster 38, 90. 23rd Annual Meeting of the German Society for Parasitology, Hamburg, March 5-7, 2008.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge the support of the national PATTEC team and the Ghanaian Veterinary Services, in particular their Director and the national PATTEC co-ordinator. This work was partially funded by Vestergaard Frandsen A/S, Lausanne, Switzerland.

(RESUME (fr) EDITE)

**POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS**

203

**EFFECTS OF CONFINEMENT OF GOATS IN ZERO-GRAZING UNITS AND
USE OF POLYETHYLENE NETS AGAINST TSETSE AND
TRYPANOSOMIASIS.**

**EFFETS DU CONFINEMENT DES CHEVRES DANS DES UNITES A ZERO-
PATURAGE ET DE L'UTILISATION DES MOUSTIQUAIRES EN
POLYETHYLENE IMPREGNEES SUR LES TSETSE ET LA
TRYPANOSOMIASE**

¹Kamau S. K. *, ²Ndegwa P.N., ²Oyieke F.A., ¹Mukono J. N.,

- ¹ Department of Veterinary Services, P.O. Box 00625, Kangemi, Nairobi, Kenya.
² University of Nairobi, Department of Zoology, P.O. Box 301997, Nairobi, Kenya
Correspondences: skkabochi@yahoo.com

Résumé

Le confinement des chèvres dans des unités à zéro-pâturage et l'utilisation de moustiquaires en polyéthylène ont été testés pour évaluer le niveau de protection que ces deux méthodes pourraient conférer aux animaux contre les tsé-tsé et la trypanosomiose. Les fermes ayant participé à l'enquête étaient situées dans des zones à forte, moyenne et faible pression glossinaire, et l'enquête a duré six mois consacrés de manière aléatoire à l'un des quatre traitements ci-après selon un dispositif de bloc randomisé, à savoir : une unité à zéro-pâturage entourée d'une moustiquaire en polyéthylène de 1,5m de haut imprégnée de 1 % de deltaméthrine ; une unité à zéro-pâturage entourée d'une moustiquaire en polyéthylène non-imprégnée ; une unité à zéro-pâturage non entourée de moustiquaire en polyéthylène ; et un troupeau en libre parcours. Six chèvres indemnes de TRYPANOSOMIASE-nématode ont été enfermées pendant toute la durée de l'enquête dans l'une des différentes unités à zéro-pâturage traitées dans trois fermes, mais ont été laissées en libre parcours dans la quatrième ferme. Six pièges NZI ont été utilisés pour surveiller la population de tsé-tsé de la ferme. Trois des pièges ont été posés à égale distance autour de l'unité à zéro-pâturage, tous les six mètres, selon une orientation de 120°, et les trois autres ont été posés de manière similaire à 50 m, 100m et 150m de distance. On a prélevé du sang à l'oreille des chèvres pour des tests en utilisant la technique du 'Buffy coat' et l'étalement de sang. Les résultats ont révélé que le confinement des chèvres et l'usage de moustiquaires traitées au polyéthylène protègent les chèvres contre la trypanosomiose du fait que la prévalence de la maladie a été réduite et ce, en comparaison au groupe laissé en libre pâturage.

Summary

Confinement of goats into zero-grazing units and use of polyethylene netting material was tested for the protection both would confer to the animals against tsetse flies

and trypanosomiasis. The investigations were carried out within homesteads lying in high, medium and low tsetse challenge areas for a six month period which were randomly assigned to one of the four treatments in a randomized block design; zero-grazing unit surrounded by a 1.5m high of 1% deltamethrin treated polyethylene net; zero-grazing unit surrounded with un-treated polyethylene net; zero-grazing unit without polyethylene net; and free-ranging herd. Six trypanosomiasis-nematode free goats were confined throughout the study to each of the variously treated zero-grazing units in the three homesteads but allowed to roam freely in the fourth homestead. Six NZI traps were used to monitor the population of tsetse within the homestead, with three of traps placed equidistantly around the zero-graze unit at 6m in a 120° orientation set-up with another three similarly set at a distance of 50m, 100m and 150m. Goats were bled from ear for buffy coat and blood smear examination. Results showed that confinement of goats and use of variously treated polyethylene net had the potential to protect goats against trypanosomiasis in that there was reduced prevalence of the disease as compared to free ranging group.

Introduction

Trypanosomiasis is a disease that has continued to affect man and his way of life for a long time in tropical Africa inspite of numerous efforts to control it. It has tended to influence the direction and pace of development in rural areas; being a major constraint to poverty reduction in tsetse flies (*Glossina*) infested areas. In the past, considerable efforts have been geared in developing technology for controlling tsetse flies such as use of traps, spraying and treatment of animals using insecticides and pour-ons (Mangwiro, 1999), use of insecticide – impregnated targets (Lines, *et al.*, 2000; Green 1994; Grant 2001) has also been practiced to help in breaking the transmission cycle of animal trypanosomiasis within and around the vicinity of reserves (Oladunmade, *et al.*, 1988). In their effort to protect their animals from tsetse and transmission of trypanosomiasis, some communities living in tsetse infested areas of coast region of Kenya confine their cattle inside locally constructed “fly-free” zero-graze units (**Plate 1**). This is able to confer protection to livestock against trypanosomiasis by acting as a physical barrier to tsetse flies attracted to the domestic host and seeking a blood meal. More recently, black terylene nets, when treated with insecticides have been shown to reduce trypanosomiasis risk to confined cattle in *G. pallidipes* Austen infested area when set around zero-graze unit at 1.5m (Bauer *et al.*, 2006). Their results showed that impregnating the net with 0.6-0.9% β -cyfluthrin yielded impressive benefits in terms of improved production. Although this technology has clearly shown its potential even where tsetse density is high, it needs to be evaluated in different local set-ups with different tsetse species. On the other hand, use of traditional zero-grazing units face problems in that cattle are caged in structures without enough of natural light and with pungent smell of ammonia gas emanating from both fermenting cow urine and other wastes inside the unit.

Objective

This study was conducted to assess the effect both confinement of goats in zero-graze units and use of differently treated polyethylene netting material would have on tsetse density and trypanosomiasis prevalence in areas of high, medium and low tsetse infestations. Here we report on impact of zero-grazing goats as an alternative livestock farming system in tsetse infested areas and the potential use of the polyethylene net in conferring protection to goats against trypanosomiasis.

Materials and Methods

Study area

This study was carried out in Kwale District at Mazumalume Sublocation, which lies in the Southern Coast of Kenya. Mazumalume Sublocation is situated within the Coastal Upland Zone, at an altitude of about 420-460 m above sea level. There are three species of tsetse that infest the study area; *G.pallidipes*, *G.brevipalpis*, and *G.austeni* (Owaga, *et al.*, 1995; Moloo, *et al.*, 1980)). The average rainfall is 970-1250 mm per annum with average temperatures ranging between 26°C and 28°C. The main vegetation found within the study area consisted of woodland remnants of coastal rain forests of species *Branchystegia spiciformi*, *Afselia quanzensis*, *Chlorophora excelsa*, *Ancistracledas spp* of the vine, *Fernadia spp* and *Ziziphus spp*, *Tryachylobium verrucosum*, *Lannea stuhmarnii* and some bushes of *Lantana species* and *Securinega*. The majority of the wildlife was confined within the parks by an electric perimeter fence but a few such as bush pigs (*Potamochoerus porcus*, L.), warthogs (*Phacochoerus aethiopicus*, Pallas), baboons, monkeys and reptiles were able to invade the farms. Among the large mammals that were observed along the electric perimeter fence but inside the park were elephants (*Loxodonta africana*, Brummenbach), buffaloes (*Syncerus caffer*, Sparman) and various species of antelopes. Homesteads within the study area consisted of one or more houses, a toilet, goat pens and at least a dairy cow confined in a locally constructed fly free zero-grazing unit. The goats were all under free-range rearing system whereby they would be released in the morning into grazing fields and roam freely as control. Alternatively, they would be tethered within the farm to graze and browse before being herded back into the goat pens in the evenings.



Plate1: Traditional and local zero graze unit constructed by community to protect confined exotic breed of cattle from trypanosomiasis

Study blocks and design

Three villages were selected randomly to represent blocks. The randomised blocks were homogeneous in both vegetation types and in livestock management system differing only in their proximity to the park. Block A was located approximately 0.44 ± 0.09 S.D. km whereas block B was 0.96 ± 0.00 km and C which was furthest, 1.4 ± 0.05 km respectively from the perimeter fence. A total of 12 study homesteads were systematically selected, four from each block or village. In each homestead, a zero-graze unit was constructed and randomly assigned to one of the treatments in a randomised block design. Six trypanosome-nematode free goats were then confined throughout the

study period to each of the variously treated zero-graze units in three homesteads but allowed to roam freely in the fourth homestead (Table 1).

Table 1: Illustration of the randomised block design used, with treatments and blocks (homesteads) being column and row effects, respectively.

*Blocks	Treatments (Netting material: 1.5m in height)			
Block 1	6 goats confined in a zero-graze unit without a net Treatment 3;plate 3)	6 goats confined in a zero-graze unit treated with 1% deltamethrin s.c. (Treatment1,Plate 2)	6 goats confined in a netted zero-graze unit not treated with deltamethrin treatment 2; plate 2	6 goats free-ranging within homestead (Treatment 4; Plate 4)
Block 2	6 goats free-ranging within homestead treatment 4;plate 4	6 goats confined in a netted zero-graze unit not treated with deltamethrin treatment 2; Plate 2	6 goats confined in a zero-graze unit treated with 1% deltamethrin S.C. treatment1, plate 2	6 goats confined in a zero-graze unit without a net (Treatment 3; Plate 3)
Block 3	6 goats confined in a netted zero-graze unit not treated with deltamethrin treatment2, plate 2	6 goats free-ranging within homestead (Treatment 4; Plate 4)	6 goats confined in a zero-graze unit without a net (Treatment3;plate 3)	6 goats confined in a zero-graze unit treated with 1%deltamethrin (Treatment 1, Plate 2)



Plate 2: six trypanosome – nematode free goats confined in a zero-graze unit surrounded by a 1.5m treated and untreated polyethylene net (treatment 1 & 2)



Plate 3: Six goats confined in a zero-graze unit without a net (treatment 3)



Plate 4: six trypanosome –nematode free goats in a free-ranging homestead and without a zero-graze unit (treatment 4)

Polyethylene nets

Polyethylene netting material has characteristics of being long lasting. Apart from its versatility it also has minimal wear off by soil. In this study, a high denier UV-treated polyethylene net that allows at least 40% natural light transmission and of double strands to prevent entry of tsetse was used in the study. At the bottom of the unit, a length of 30cm was covered with soil to ensure that no flies gained entry from the bottom. On the upper side, another 30cm of the same net was folded outwards to ensure flies crawling up the net are trapped inside the wraps. The net was then treated with coconut oil mixed at a ratio of 1:9 with hot water before treatment with 1% deltamethrin. This was intended to ensure that the net would retain the insecticide and result in longer voluntary fly contact (Hussain et al. 1991).

Evaluation of the impacts of treated and untreated nets on tsetse

Nzi trap was the trap of choice for use in sampling and monitoring of tsetse flies (Mihok, 2002) due to its efficiency on *G. brevipalpis*, *G. pallidipes*, and *G. longipenis* that is rated to be around 20% - 30% when evaluated against an incomplete electric ring design (Ryan, 1982; Ndegwa, 1999; Mihok, 2002). Six Nzi traps were set up and then

baited with a mixture of 4-methylphenol, 3-n-propylphenol and Octanone in a sachet at the ratio of 8:1: 4 with acetone dispensed separately to attract tsetse flies. Three of them were set up equidistantly around the zero-graze unit at a distance of 6m in a 120° orientation set-up and another three at varying distances of 50m, 100m and 150m from the zero-graze unit to monitor the population of tsetse flies within the homestead (Fig 1:Plate 5).

Assessment of protection conferred by treated and untreated nets on zero-grazed goats against trypanosomosis

Goats were screened for trypanosome infection using Buffy Coat Technique (Woo, 1971). A total of 72 goats were used in the study with 6 goats in each study unit. The stock included both males and females that had been resident in the study area for over six months to ensure acclimatization to the area. They were first screened for trypanosomes, ear tagged and coded for easy identification. All the goats were given a blanket treatment with diminazene aceturate (Veriben®) drug, at a dosage of 1ml per kg. The goats were also dewormed using Ivermectin®. In subsequent screening during the experiment, only the infected goats were treated with Veriben®. The screening of the goats was repeated after every 15 days (twice a month) for duration of six months. A total of 12 such screening and parasite examination exercises were done over the entire study period

Fig 1. Diagrammatic representation of six traps placed in the homestead; three equidistantly from zero-graze unit at 6m in a 120° the rest at 50, 100, and 150m towards the forest, respectively.

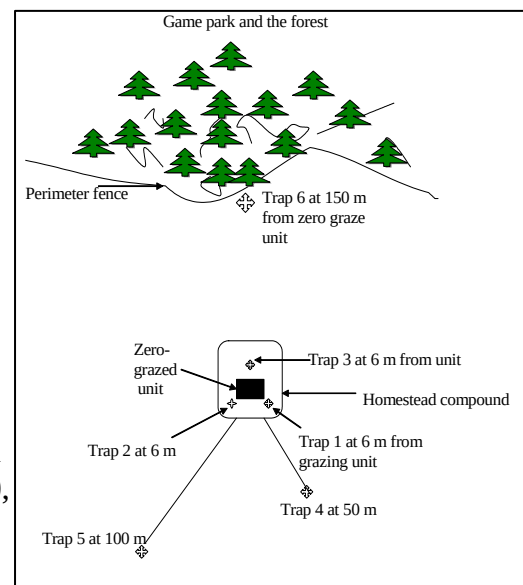


Plate 5: three of Nzi at 6m

Data analysis

The density of tsetse flies was subjected to Analysis of Variance (ANOVA) to test their statistical significance for differently treated zero-graze units. The monthly trypanosomiasis prevalence during the study period was calculated as;

prevalence = $\frac{\text{no. of diseased animals at end of each month}}{\text{no. of animals in sample for each month}}$

(Hans H. *et al.*, 2002)

Results

Effect of confinement and different treatments on tsetse flies:

The overall treatments within the homesteads was significant at 5% significance level ($F, 3.15, df=3$) an indication that there was a difference in the mean catch within the four homesteads attributable to different treatment of the zero-grazing units (**Table 2**). Use of 1.5m un-impregnated polyethylene net (without insecticide) within homesteads resulted in increased tsetse density within a distance of 6m and 50m from the zero-graze unit while the 1.5m insecticide treated polyethylene net resulted in significant decrease in tsetse population ($F, 3.98, p=0.048$) within the homesteads over the entire study period.

Table 2: Catches of tsetse in Nzi traps around homesteads with or without treated nets and capture indices relative to mean catches in homesteads with free ranging animals during February – July 2005

Zero grazing unit treatment type	Mean catches of tsetse (F/T/D) $\pm$ 95% CI					
	<i>G.pallidipes</i>		<i>G.brevipalpis</i>		Total tsetse	
	Mean $\pm$ S.E.	Index	Mean $\pm$ S.E.	Index	Mean $\pm$ S.E.	Index
Freerange (control)	100.90 $\pm$ 9.67	1	28.57 $\pm$ 3.30	1	64.74 $\pm$ 5.83	1
Net not treated but confined	105.39 $\pm$ 19.38 ^a	1.04	33.06 $\pm$ 6.13	1.16	69.22 $\pm$ 10.63 ^a	1.07
No net, but goats confined	58.94 $\pm$ 6.27 ^b	0.58	23.29 $\pm$ 2.75	0.82	41.12 $\pm$ 3.71 ^a	0.64
n = 72	F= 5.27** df= 3		F= 3.63* df= 3		F= 3.15 ^b	
	$p<0.05$ =0.002		$p<0.05$ p= 0.014		$p<0.05$ $p=0.025$	

The (Turkey multiple range test)

- Turkey^b test: The mean in the same column superscripted (^b) with different letters are significantly different at the $p < 0.01$ level and (^a) at $p < 0.05$ respectively.

F, Anova statistic for the effect of z

- Index: ratio of treatment mean to mean of control (Free range).

The calculated monthly indices for the mean tsetse catch gave the changes, trend and the variation in the population over the entire study period. The homestead whose zero-grazing unit was netted and treated with 1% deltamethrin had declining monthly indices throughout the study period while the homestead with netted but without insecticide zero-graze unit had increased indices of catch (**Table 3**).

Table 3: Mean change in tsetse catch at various distances within the differently treated homesteads and their indices relative to the mean of free range homestead (control).

Treatment	Distance	<i>G. pallidipes</i> from unit Mean±S.E	Index	<i>G. brevipalpis</i> Mean±S.E	Index	Total Mean±S.E	Index
Free range (Control)	6	128.38±26.44	1	39.50±7.88	1	111.93±21.21	1
	50	73.44±26.44	1	19.38±7.88	1	61.88±21.21	1
	100	90.27±26.44	1	24.50±7.88	1	76.52±21.21	1
	150	111.50±26.44	1	30.88±7.88	1	94.93±21.21	1
Net treated 1% deltamethrin	6	113.66±26.44	0.88	13.77±7.88	0.3	84.96±21.21	0.76
	50	72.22±26.44	0.98	14.33±7.88	0.73	57.70±21.21	0.93
	100	43.83±26.44	0.49	26.00±7.88	1.05	46.56±21.21	0.62
	150	145.3±26.44	1.30	27.44±7.88	0.89	115.19±21.21	1.31
Net not treated	6	141.94±26.44	1.11	52.61±7.88	1.33	129.7±21.21	1.16
	50	49.44±26.44	0.67	13.61±7.88	0.70	42.04±21.21	0.68
	100	52.83±26.44	0.59	26.61±7.88	1.09	52.96±21.21	0.72
	150	177.33±26.44	1.59	39.38±7.88	1.28	144.48±21.21	1.62
No net, but goats confined	6	63.94±26.44	0.50	25.50±7.88	0.65	59.63±21.21	0.53
	50	38.61±26.44	0.52	14.94±7.88	0.77	35.70±21.21	0.58
	100	43.00±26.44	0.48	19.44±7.88	0.79	41.63±21.21	0.53
	150	90.22±26.44	0.81	33.27±7.88	1.0	82.33±21.21	0.93

$F, 3.43 \text{ df}=3 \text{ } p=0.022 \text{ } F, 2.03 \text{ df}=3 \text{ } p=0.038 \text{ } F, 2.53 \text{ df}=9 \text{ } p=0.008$

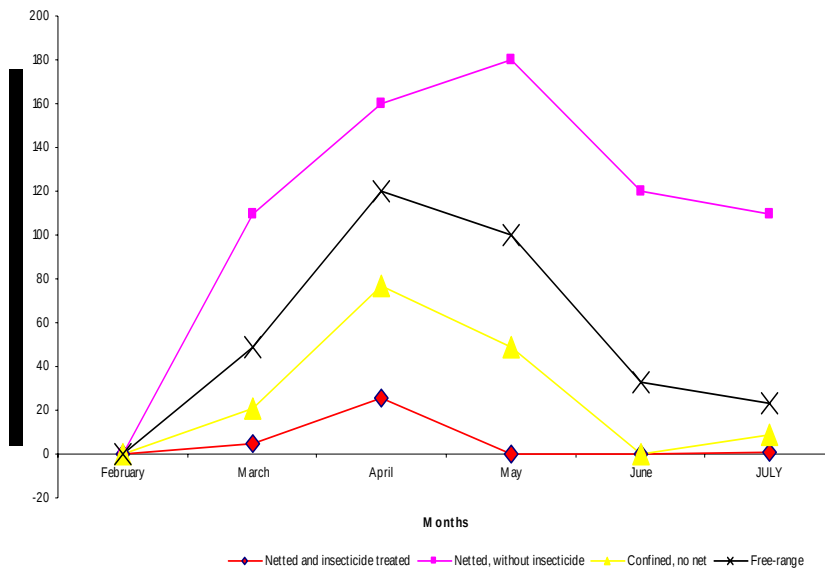


Fig 2: Indices of increase and decrease of tsetse flies within differently treated homesteads relative to that of free-ranging.

Effects of confinement and netting on trypanosomiasis infection in goats

Confinement of goats in zero-graze units without a net resulted in trypanosomiasis infection increasing from 38.9% for free range homestead to 61.1%. Repeated and recurring infection over the study period resulted in development of lesions on the scrotum of a free ranging male goat (Plate 6). However confinement of goats in netted zero – graze unit, either untreated or treated with insecticide, was able to reduce infection rate from 87.5% within the herd to 12.5% over the first two months and to nil in subsequent months. Infections in goats within insecticide treated zero-graze unit occurred within 60 days post treatment period while in untreated unit, it occurred between 60 – 90 post treatment days. Infections of goats within free-range homestead had infections doubling at 60, 150, 180 post treatment days.



Plate 6: Healed scars on scrotu that had
T.congolense & *T.vivax*

Discussion

Confinement of goats into polyethylene netted zero-graze units deprived tsetse of one of readily available host within the homestead i.e. goats. The net acted as a physical barrier to flies seeking a blood meal from the confined host thus reducing the exposure to tsetse but resulting in their density building up at and around a distance of 6m from the zero-graze unit. The confined goats and the phenols from the traps placed at a distance of 6m from zero-graze units had the strongest attractive response to tsetse within the homestead. The untreated polyethylene net on zero-graze units had unfavourable effect that resulted in increased fly density within homestead at a distance of 6m. The 1% deltamethrin treated net had favourable effect of decreasing fly density within homestead. The free ranging herd had repeated exposure to tsetse bites resulting in high prevalence rate of trypanosomiasis which had an effect of causing lesions on the scrotum of male goats. The treated nets offered protection against trypanosomiasis to the confined goats during the entire study period. This was most likely achieved through reduced contact between the tsetse and goats with combined effect of the net acting as a physical barrier as well as causing tsetse mortality due to the insecticide. In this study it has emerged that change from free-range form of livestock management system to a confined netted system was enough to reduce trypanosomiasis prevalence in goats at high, medium, and low tsetse challenge levels, but confinement alone without netting could only confer protection at low and medium tsetse density areas. Treatment of the net with 1% deltamethrin served to enhance its effectiveness in control of tsetse flies by causing mortality and knockdown effect after picking the lethal dose on landing on the net. This indicated that in high tsetse challenge areas, treatment of the nets with insecticides would be necessary to reduce trypanosomiasis prevalence.

Conclusions and Recommendations

The small East African Goats are susceptible to trypanosomiasis as was reviewed by this study carried out at Mazumalume in Kwale district. Goats reared in high tsetse density area have a high probability of getting infected unlike those in low tsetse density areas. Tethering of the animals in the open field or confining them in a unit that is not netted increases exposure to tsetse bites and consequently increased risk to trypanosomiasis. The above findings can be adopted in areas where the susceptible breeds of dairy goats are being introduced by different agents of development.

References

Bauer, B., Gitau, D., Oloo, F. P. and Karanja, S. M. (2006). Evaluation of a preliminary title to protect zero-grazed dairy animals with insecticide treated mosquito netting in western Kenya. *Tropical Animal Health & Production* 38, 29-34

Grant, Ian F., 2001. Insecticides for tsetse and trypanosomiasis control: is the environment risk acceptable? *Trends in Parasitology* vol 17 no1, 2001

Green, C.H., 1994. Bait methods for tsetse fly control. *Advances of Parasitology* vol 34, 1994. ISBN 12- 034734-6

- Hans H., Annette, K. E., Nils, T. and Jans, F. A. (2002). Veterinary Epidemiology. The Royal Veterinary and Agriculture University, Frederiksberg, Denmark.
- Hussain and Perschke H., 1991. A study of factors affecting the persistence of deltamethrin applied to cotton fabric for fly control *Chemosphere vol 22. no 7 pp 677-684*
- Lines, J.D., and Ziam M., 2000. Insecticide Products: Treatment of Mosquitoes Nets at home. *Parasitology Today*, Vol. 16 no. 3, 2000.
- Mangwiro, T.N.C, Torr S.J., Cox J.R., and Holloway, M.T.P., 1999. The efficiency of various pyrethroids insecticides for use on odour –baited targets to control tsetse. *Medical & Veterinary Entomology*, **13** (3) pg 315-323.
- Mihok, S., 2002. The development of a multipurpose trap (the NZI) for tsetse and of the biting flies. *Bulletin of Entomological Research* 92: 385-403.
- Moloo, S.K.,. 1992. The distribution of *Glossina* species in Africa and their natural hosts. *Insect science Application Vol 14 1993 pp311-527*
- Ndegwa, P,N., Mihok, S,1999. Development of odour–baited traps for *Glossina swynertonai* Austen (Diptera; *Glossinidae*) *Bulletin of Entomological Research* 89; 255-261.
- Oladunmade, M.A., Fieldmann, H.V., Dengwat, L., 1988. The use of the insecticide impregnated targets. In: *OAU/STRC, 1988 VOL13 No 6053*
- Owaga, M.L.A, Kiaye, M.A., Wakape S.S., and Simba, H.1995. Aspect of behaviour ecology of three sympatric tsetse fly (*Glossina*) (Diptera *Glossinidae*) in a humid habitat in Kenya. *International Journal of Dipterological Research* 30,1995.
- Ryan, L., and Molyneneux, D., 1982.Observation on and comparison of various traps for the collection of *Glossinidae* and other Diptera in Africa. *Revue d'Elerage et de Medicine Veterinaries des Pays Tropicaux*, 35, 165-172.
- Woo P. T. K. (1971) .Evaluation of the haematocrit centrifuge and other techniques for the field diagnosis of human trypanosomiasis and Filariasis. *Acta tropic*

(RESUME (fr) EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

204

LE PEDILUVE CONTRE LES GLOSSINES : UNE NOUVELLE
METHODE DE LUTTE

J. Bouyer*, F. Stachurski, I. Kabore, B. Bauer & R. Lancelot

a CIRAD, UPR Epidemiology and Ecology, TA 30/G, 34398 Montpellier Cedex 5,
France

b CIRDES, 01 BP 4541 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

c CIRAD, UPR Disease Control, TA 30/G, 34398 Montpellier Cedex 5, France

d IAEA, Wagramer strasse 5, A-1400 Vienna, Austria

e Darlaten 23, 31600 Uchte, Federal Republic of Germany

f CIRAD, TA 30/B, 34398 Montpellier Cedex 5, France

Résumé

Au Burkina Faso, nous avons testé l'efficacité du traitement du bétail par un pédiluve contenant une formulation aqueuse de pyrethrinoides pour le contrôle de trois espèces de glossines *Glossina tachinoides* Westwood (Diptera, Glossinidae), *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank et *Glossina morsitans submorsitans* Newstead. Les glossines s'alimentent essentiellement sur les pattes, ce qui permet au pédiluve d'en tuer une proportion importante. L'efficacité du pédiluve contre ces trois espèces a été vérifiée en conditions expérimentales avec l'alphacyperméthrine et la deltaméthrine. L'effet d'un traitement par la deltaméthrine à 0,005% a ensuite été testé sur des cohortes de glossines d'élevage marquées et sur des glossines sauvages au niveau d'un point d'eau du bétail. Dans les deux cas, le pédiluve a entraîné une réduction rapide et significative des densités. L'incidence des trypanosomoses a ensuite été comparée entre deux troupeaux de 50 animaux dont un était traité par pédiluve et l'autre servait de témoin négatif pendant une période d'un an dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso. Celle-ci a été réduite significativement par le traitement pédiluve. Les pédiluves ont également l'avantage de contrôler efficacement la tique *Amblyomma variegatum* Fabricius (Acari: Ixodidae) attachée à ses sites de fixation temporaires (entre les onglons) avant qu'elle n'atteigne ses sites de fixation sur le corps. Deux projets de développement ont déjà adopté cette technique au Burkina Faso.

Summary

In Burkina Faso, we assessed the efficacy of treating cattle with a footbath containing aqueous formulations of pyrethroids to control three tsetse-fly species, *Glossina tachinoides* Westwood (Diptera, Glossinidae), *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank and *Glossina morsitans submorsitans* Newstead. Legs were the most targeted parts of the body for tsetse-fly blood meals, leading to a very good chance of footbaths killing tsetse as they try to take blood meals. The in-stable efficacy of footbath

treatments against these three species was assessed for alphacypermethrin and deltamethrin. The effect of treating a cattle herd with 0.005% deltamethrin on released cohorts of reared, irradiated flies, and on wild tsetse flies was monitored in a natural water point. In both cases, the footbath treatment was associated with a reduction of the apparent fly density. The incidence of TRYPANOSOMIASEs was then compared between a 50-heads treated herd and a control one during a one year follow-up in a peri-urban area of Burkina-Faso near Bobo Dioulasso, demonstrating that footbath was able to reduce it significantly. Footbaths have the added benefit in that they control ticks too. *Amblyomma variegatum* Fabricius (Acari: Ixodidae) attached to their temporary fixation locations (interdigital areas) before they can reach their predilection sites on the cattle body. Two development projects have already adopted the technique in Burkina Faso.

Introduction

In Burkina Faso, as in most West-African countries, African animal TRYPANOSOMIASEs (AAT), ticks and tick-borne diseases are major health constraints to profitable cattle production (Itard *et al.* 2003). Two riparian tsetse species, *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank and *Glossina tachinoides* Westwood (Diptera, Glossinidae) are widely distributed and transmit AAT (Bouyer *et al.* 2005, and 2006). Ticks *Amblyomma variegatum* Fabricius, 1794 (Acari: Ixodidae) attached to their temporary fixation locations (interdigital areas) can be killed before they reach their predilection sites (udder and chest) with a footbath containing an aqueous formulation of pyrethroids (Stachurski *et al.* 2006, Stachurski and Lancelot 2006). This treatment was adopted by development projects to improve milk production in the peri-urban areas of Burkina Faso (Bouyer and Bengaly 2006). It is applied every other day at the beginning of the rainy season and every third day until cattle infestation naturally becomes low. Because limbs are the preferred feeding sites for *G. palpalis gambiensis* and *G. tachinoides* (Bouyer *et al.* 2007), footbath might also control tsetse species and thus prevent animal TRYPANOSOMIASEs. In the present study, we aimed to (i) study the impact of an aqueous formulation of deltamethrin 0.005% (VECTOCID, CEVA Santé Animale) administered to cattle by footbath on tsetse mortality exposed to treated cattle in experimental conditions (ii) measure the effect of this footbath pyrethroid treatment on African animal TRYPANOSOMIASEs.

Material and Methods

Three kinds of trials were implemented:

- **exposures in cages:** 9 cages, each containing 25 males of *G. p. gambiensis*, were tied for 10 min to various body parts of the cows that had been exposed directly (feet, distal sections of the limbs) or indirectly (proximal sections of the limbs, abdomen, back, neck) to the footbath. We call these regions, 'lower regions' and 'upper regions' respectively, in the rest of this paper;

- **exposures in stable flies or indoor exposures:** We used cross-bred cows (zebu* WAS) of similar sizes. One cow was used as a negative control to assess the viability and physiological behavior of the laboratory-reared flies. Another cow (positive control) was sprayed with 2 L of the formulation applied with a manual sprayer (Osatu, Silvix CC, Wembley, RSA). One cattle was treated three times (every second day) with a footbath, 3.3 m long, 0.5 m wide and 0.4 m deep (the water depth was maintained between 0.15 and 0.2 m). The animal was exposed to the sun for 3 h and rinsed with 50 L of water every second day, to mimic natural weather conditions during the rainy season. This was repeated twice, changing the type of treatment for each cow to compensate for individual variability;

- **incidence follow-up:** a follow-up survey was implemented in Dafinso, a peri-urban area located 15km north of Bobo Dioulasso (367,591W; 1,246,967N UTM WGS84), from the end of May 2005 to early June 2006. Dafinso cattle were taken for grazing during the day in two distinct collective herds (gathering cows from different farmers). These herds used the same natural grasslands and crop residues but had different herders and frequented two different water points. One herd and its water point environment (tsetse habitat) were used as controls in the survey. Cattle belonging to the second herd were impregnated with a 0.005% suspension of deltamethrin administered every 3 d with a footbath as from 1st June 2005 to 7th October 2005. Data from October 2005 to June 2006 were used to assess whether tsetse-control measures implemented during the rainy season were sufficient to limit tsetse populations and trypanosome transmission during the dry season, when riparian flies are usually still active and numerous enough to have a great epidemiological impact.

Beta-binomial models were used to analyze cage exposures data, with Knock-down (KD) rates as outputs and time, treatment type (control, Full spray, Partial spray and footbath), cage location (lower and upper regions) as exposure variables. In indoor exposures. Beta-binomial models were also used with KD as outputs and time and treatment type as exposure variables. Beta-binomials models allow taking the intra-batch correlation into consideration. The models allowed implementing the time corresponding to 50% of KD (T50%) for practical comparison of the treatments resiliency. To analyze the AAT incidence data, additive quasi-likelihood binomial models were used, with the observation month (factor with 12 levels) and the treatment category (footbath or control) as main effects for AAT incidence. Mixed-effects linear models were used to analyze PCV data.

Results

The cage exposure results (fig. 1) demonstrated a high variability within upper and lower regions, corresponding to variable contamination of the body parts by the insecticide, especially in the case of footbath treatment. As expected, the latter had a greater impact in lower than in upper regions ($p < 10^{-3}$). This method had a lower efficacy and persistency on mortality rates in comparison to Full and Partial Spray ($p < 10^{-3}$) but the two letters showed similar results ($p = 0.062$). However, persistency of footbath treatment (T50) was 4days (95%CI, 2-8 d.) in the lower regions, thus superior than usual acaricide frequencies (2-3days).

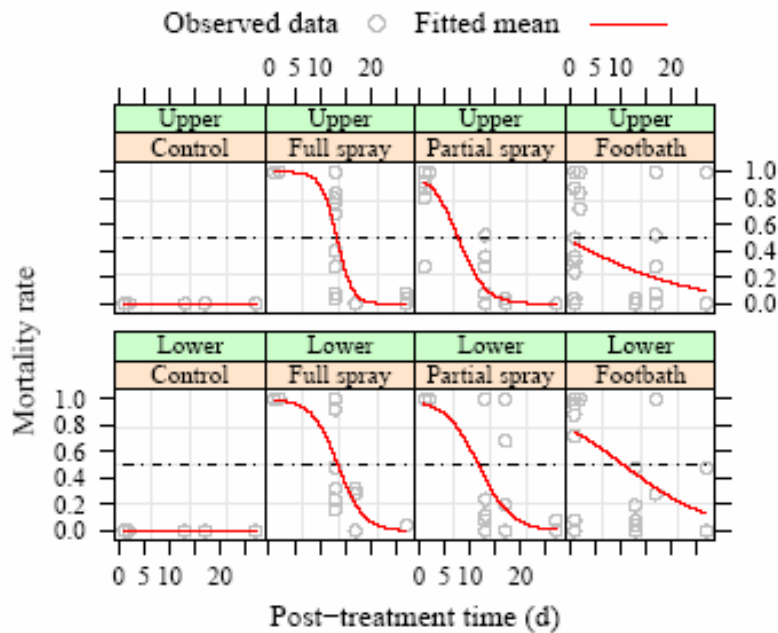


Fig. 1 Mortality rates of males *G. p. gambiensis* exposed in cages during 10 min to various treatment strategies and body locations (classified in lower and Upper, see text for explanation)

In indoor exposures, the mortality rates of tsetse were inferior for footbath than for Partial and Full spray ($p < 10^{-3}$, see fig. 2). The mortality rates were higher for *G. morsitans* and *G. tachinoides* just after treatment ($p < 10^{-3}$) and they dropped faster in *G. tachinoides* ($p < 10^{-3}$) and slower in *G. morsitans* ($p < 10^{-3}$) than in *G. palpalis*. T50 were always < 0 for footbath treatments, better for Partial spray (3-7 days) and best for Full spray (9-16 days). To predict the potential of footbath to control tsetse in the field, we implemented the mortality rate over a 15 days period, considering a trophogonic cycle of 4 days for tsetse, no additional mortality from that of treatment and a 15 days inter-treatment period for Full and Partial spray and 3d for footbath. We found that the mortality rate obtained with footbath is inferior to those of Full and Partial spray ($p < 10^{-3}$). However, it was upon 63%, thus superior to that needed to warrant the elimination of an isolated tsetse population (37%/15 days i.e. 3%/day) (Hargrove 2003).

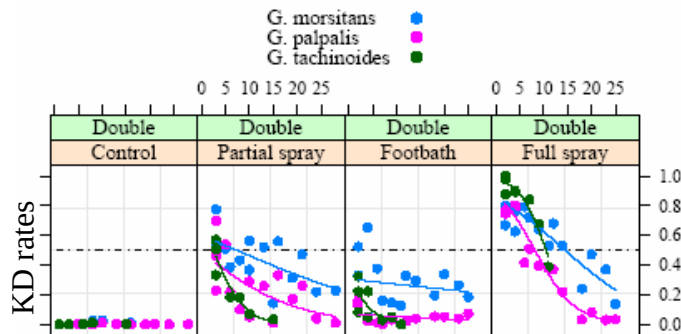


Fig. 2 KD rates of tsetse exposed in stable-fly to cattle treated by three distinct method (Partial spray, footbath and Full spray)

The herd follow-up in Dafinso demonstrated a reduction of AAT Incidence by footbath treatment ($p=3.10^{-3}$). The annual incidence reduced from 0.76 to 0.11 ($p<10^{-2}$) in the footbath-treated herd, in comparison to the control one. Moreover, the protective impact of the treatment persisted during the dry season, after the end of the treatment. We also could observe a positive impact of footbath treatment on PCV ($p<10^{-3}$).

Discussion/Conclusion

Despite a reduced mortality rate on tsetse in comparison to Full and Partial spray, footbath proved efficient to reduce AAT incidence and increase mean PCV at a herd level. This method reduces treatment costs and time by more than 90% (Stachurski *et al.* 2006, Stachurski and Lancelot 2006, Bouyer *et al.* 2007), thus increasing farmers' livelihood.

However, the target of footbath treatment is not one tsetse but a tsetse population. It does not protect one cattle head but a cattle herd. Most animals must be treated in a given area and wild fauna must be scarce, and herds must be sedentary or half-sedentary. Moreover, it necessitates a collective organisation and a high treatment frequency. The initial investment (400 000FCFA or 610 Euros) is affordable for farmer communities more than for individual farmers. This method is thus adapted to the production conditions in peri-urban areas.

In Burkina Faso, about 40 footbaths have already been built in farmer cooperatives by development projects (ARIOPE, PAEOB) (Bouyer and Bengaly 2006).

Acknowledgements

We are very thankful to CEVA-Animale for funding this study, and our participation to this ICTRC conference in Luanda.

References

- Bouyer, J., and Z. Bengaly. 2006. Evaluation de la situation entomologique et épidémiologique en vue de l'élaboration d'un plan de lutte contre les Trypanosomiasés animales et leur vecteur dans la zone d'intervention du PAEOB, pp. 30. CIRDES/CIRAD, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.
- Bouyer, J., L. Guerrini, J. César, S. de la Rocque, and D. Cuisance. 2005. A phyto-sociological analysis of the distribution of riverine tsetse flies in Burkina Faso. *Med. Vet. Entomol.* 19: 372-378.
- Bouyer, J., L. Guerrini, M. Desquesnes, S. de la Rocque, and D. Cuisance. 2006. Mapping African Animal Trypanosomosis risk from the sky. *Vet. Res.* 37: 633–645.

- Bouyer, J., F. Stachurski, I. Kaboré, B. Bauer, and R. Lancelot. 2007. Tsetse control in cattle from pyrethroid footbaths. *Prev. Vet. Med.* 78: 223-238.
- Hargrove, J. W. 2003. Tsetse eradication: sufficiency, necessity and desirability., pp. 134. *In* D. A. H. Programme [ed.]. Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, UK.
- Itard, J., D. Cuisance, and G. Tacher. 2003. Trypanosomiasis: Historique - Répartition géographique, pp. 1607-1615. *In* Editions Tec et Doc and EMI [eds.], Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et Régions chaudes. Lavoisier, Paris, France.
- Stachurski, F., and R. Lancelot. 2006. Foot-bath acaricide treatment to control cattle infestation by the tick *Amblyomma variegatum*. *Med. Vet. Entomol.* 20: 402-412.
- Stachurski, F., J. Bouyer, and F. Bouyer. 2006. La lutte contre les ectoparasites des bovins par pédiluve : une méthode innovante utilisée en zone péri-urbaine sub-humide du Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 58: 221-228.

(RESUME (fr) EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

208

**STUDIES ON TSETSE-TRANSMITTED TRYPANOSOMOSIS IN NEW
SETTLEMENT AREAS OF JAWI AND QUARA DISTRICTS OF AMHARA
REGION NORTH-WEST ETHIOPIA**

**ETUDES SUR LA TRYPANOSOMIASE TRANSMISE PAR LES TSETSE DANS
LES NOUVELLES ZONES D'INSTALLATION DES DISTRICTS DE JAWI ET
DE QUARA, DANS LA REGION D'AMHARA, AU NORD-OUEST DE
L'ETHIOPIE**

Shimelis Dagnachew¹ and Getachew Abebe²

¹University of Gondar, Faculty of Veterinary Medicine, Gondar, Ethiopia

Shimelis_dagnachew@yahoo.com

²Food and Agricultural Organisation, Bird Flu Consultant, Addis Ababa, Ethiopia

gkibret@yahoo.com

Résumé

L'objet de la présente étude est de générer des données de référence sur l'épidémiologie des tsétsé et de la trypanosomiase dans les nouvelles zones d'installation des districts de Jawi et de Quara dans la région d'Amhara, au Nord-Ouest de l'Ethiopie. L'enquête a été conduite de janvier à avril 2005 sur la base d'études transversales sur les tsétsé et la trypanosomiase. Pour l'enquête entomologique, environ 86 pièges monoconiques, dont 36 dans le district de Jawi et 50 dans le district de Quara, ont été déployés, et les résultats ont révélé que la *Glossina tachinoids* était la seule espèce de tsétsé présente, en plus des mouches piqueuses (les tabanidés et les muscides). Les densités apparentes de glossines étaient de 6,8 mouches/piège/jour ; 0,09 mouche/piège/jour et 0,92 mouches/piège/jour dans le district de Jawi; et elles étaient de 0,16; 0,37 et 1,02 mouches/piège/jour dans le district de Quara respectivement pour la *Glossina tachinoids*, les tabanidés et les muscides. Des densités apparentes plus élevées de mouches ont été enregistrées ($P < 0,05$) dans le district de Jawi (6,8 mouches/piège/jour) que dans le district de Quara (0,16 mouche/piège/jour) pour *Glossina tachinoids*. La densité apparente pour *Glossina tachinoids* était beaucoup plus élevée ($P < 0,05$) dans la végétation riveraine (près du fleuve) que dans les autres sites de végétation (loin du fleuve) des deux districts.

Au cours de l'enquête parasitologique, au total 758 bovins, dont 332 dans le district de Jawi et 426 dans le district de Quara, ont été examinés à l'aide de la technique du 'Buffy coat', et la prévalence de la Trypanosomiase était de 9,3 % à Jawi et de 4,2 % à Quara, avec une grande différence ($P < 0,05$) entre les deux districts. Au cours de l'étude, les taux moyens de l'hématocrite des animaux parasitémiqes et aparasitémiqes étaient de $20,7 \pm 3,5$ écart-type et $26,6 \pm 4,3$ écart-type, avec une importante différence. Par

conséquent, le programme d'autosuffisance alimentaire et de sécurité alimentaire mis en œuvre dans les nouvelles zones d'installation des districts de Jawi et de Quara dans la région d'Amhara, au Nord-Ouest de l'Éthiopie, a été compromis par la forte prévalence de la trypanosomiase et par la forte présence des tsétsé et d'autres mouches piqueuses; d'où la nécessité d'un programme efficace de lutte intégrée contre le parasite et son vecteur.

Mots-clés: Prévalence, tsétsé, trypanosomiasme, Jawi, Quara, Amhara, Nord-Ouest de l'Éthiopie.

Summary

The objectives of the present study were to generate a baseline data on the epidemiology of tsetse and trypanosomosis in the new settlement areas of Jawi and Quara districts of Amhara region northwest Ethiopia. The study was conducted between January 2005 to April 2005 based on cross-sectional studies of tsetse and trypanosomosis. For the Entomological survey about 86 monoconical traps 36 in Jawi and 50 in Quara districts were deployed and the results revealed that *Glossina tachinoides* Westwood (*Diptera: Glossinidae*) was the only widespread tsetse fly species along with other biting tabanid and muscid flies. The apparent fly densities were 6.8 fly/trap/day, 0.09 fly/trap/day and 0.92 fly/trap/day in Jawi district and 0.16 fly/trap/day, 0.37 fly/trap/day and 1.02 fly/trap/day in Quara district for *Glossina tachinoides*, tabanids and muscids respectively. There were significantly higher ($p < 0.05$) apparent fly densities in Jawi district (6.8 fly/trap/day) than Quara district (0.16 fly/trap/day) for *Glossina tachinoides*. The apparent density for *Glossina tachinoides* was significantly higher ($p < 0.05$) in the riverine vegetation than other vegetation sites in both districts. In the parasitological survey a total of 758 cattle, 332 in Jawi and 426 in Quara district were examined with buffy coat technique and the prevalence of trypanosomosis was 9.3% and 4.2% respectively with a significant difference ($p < 0.05$) between districts respectively. The mean PCV values (%) of parasitaemic and aparasitaemic animals during the study period were 20.7 3.5SD and 26.6 4.3SD with a significant difference ($p < 0.000$). Therefore, "The food self sufficient and food security" program implemented in new settlement areas of Jawi and Quara districts of Amhara region in north-west Ethiopia have been affected by the presence of high prevalence trypanosomosis and extensive presence of tsetse and other biting flies. What is needed is an effective and integrated control program against parasite and the vector.

Key Words: Prevalence/Tsetse/Trypanosome/Jawi/Quara/Amhara/Northwest Ethiopia

Introduction

The distribution of African trypanosomosis in domestic animals and human coincides with the known distribution of the tsetse fly vector (Mulligan, 1970). Tsetse flies (*Glossina*) inhabit wide range of habitats covering over 10 million km², representing 37% of the African continent and affecting 38 countries (Finelle, 1980) including Ethiopia. Approximately 30% of the total cattle population in the African continent and about 50 million people are exposed to animal trypanosomosis and human sleeping sickness, respectively (FAO/WHO/OIE, 1963). In the regions infested with tsetse flies, chronic trypanosomosis causes a severe reduction in animal productivity reflected in poor growth, low milk yields, reduced capacity as work animals and infertility. The reduced capacity for work animals is also a very important factor where 80% of the traction

power in African agriculture is provided by animals. This threat and that of human trypanosomosis are major obstacles to the economic development of the continent and also responsible for the incalculable toll of human health. In addition to the effect of current status trypanosomosis limit the expansion of natural herds particularly in Africa where the presence of tsetse fly denies access to woodland and savannah areas with good grazing potential. Ethiopia, situated at the extreme east end of the African tsetse belt, its south west and northwest part of the country bordering the Sudan suffers from tsetse-transmitted trypanosomosis.

Trypanosomosis is prevalent in two main regions of Ethiopia, the north-west and the south-west regions (Getachew Abebe *et al.*, 2004). In these regions, tsetse transmitted animal trypanosomiasis is a major constraint to utilization of the large land resources. The potential area of tsetse infestation has been variously estimated at 66,000km² based on the 1,500m.a.s.l. breeding limit (Ford *et al* 1976); 97,855km² based on a 1,600m.a.s.l. breeding limit (Langridge, 1976) and 135,000-220,000km² based on the maximum dispesal of upto 1,700-2,000 m.a.s.l. (Slingenbergh, 1992). These areas follow the Baro/Akobo, Omo/Ghibe and Abay/Didessa valleys of the large rivers in the country. These areas possess the most arable land with a high potential for agricultural development due to high annual rainfall (Jemal and Hugh-Johns, 1995). The north-west region of Ethiopia is also affected by tsetse and non-tsetse transmitted trypanosmosis (Langridge 1976; Getachew Abebe and Yilma Jobre, 1996). A total of 14.8 million cattle, 6.12 million sheep and goats, 1 million camels and 1.23 million equines are at risk of contracting trypanosomosis (MOA, 1995). In the Abay (Blue Nile) basin areas of northwest Ethiopia, tsetse and non-tsetse transmitted trypanosomosis is becoming a serious threat for livestock production and agricultural activity (Yohannes *et al.*, 2000; Alekaw *et al.*, 2005; Shimelis *etal.* 2005). However, area wide surveys of the disease distribution and its vector are lacking which is essential for the effective way of controlling tsetse-transmitted trypanosomosis. Currently the utilization of tsetse-infested areas for agricultural activity is becoming way out for food security to reduce poverty in the Africa and in Ethiopia in particular. In this regard the Amhara region has undergone settlement of farmers from drought prone locality into fertile and rainfall available areas. These settlement-implemented areas are found in five districts of western part of the region and more than 50, 000 peoples are settled. Unfortunately these areas are hostile for the rearing of cattle and other domestic animals, which impede the agricultural activity due to the occurrence of tsetse and non-tsetse transmitted trypanosomosis particularly in Jawi and Quara settlement sites. In these area animals mainly oxen given to settlers for the purpose of agricultural activity had been dead and seriously affected by tsetse-transmitted trypanosomosis. Therefore, the objectives of the present study were to determine the prevalence of trypanosomosis, distribution and apparent densities of vectors of the disease and to recommend appropriate control measures in the new settlement sites of Jawi and Quara districts of Amhara region northwest Ethiopia.

Materials and methods

Study area

The study was conducted in 10 settlement sites of Jawi and Quara districts of Amhara Region northwest Ethiopia (Fig. 1). The former is located just bordering the main tsetse belt of Benshangul Gumz region and the latter is bordering Benshangul Gumz region in the Southwest and Sudan in the Northwest and typically possess lowland agroecology situated at the extreme north end of the Ethiopian tsetse belt. The climatic parametres alternate with long summer rainfall (June-September) and winter dry season (October-May), with mean annual rainfall of 1000-1200 mm. The mean temperature is

between 15-30°C and the altitude ranges from 500-1100m.a.s.l. (Central Statistics Authority, 2002). Ayma, Gesho-Wenz, Kezkazit and Chankulla rivers border the study sites in Jawi districts whereas Ayma, Awjeble, Mehadide and Shinffa rivers border the study sites in Quara district. The different vegetation types namely savanna grassland, forest, riverine and bush lands are found. The areas also have different species of wild animals such as bush pigs, baboon, monkey, bush bock, wart hog, jackal and duiker. Aquatic animals including crocodile, fish and large snakes as well as monitor lizard are found. Currently these areas have been used for settlement purposes for farmers who are frequently affected by drought in Amhara region.

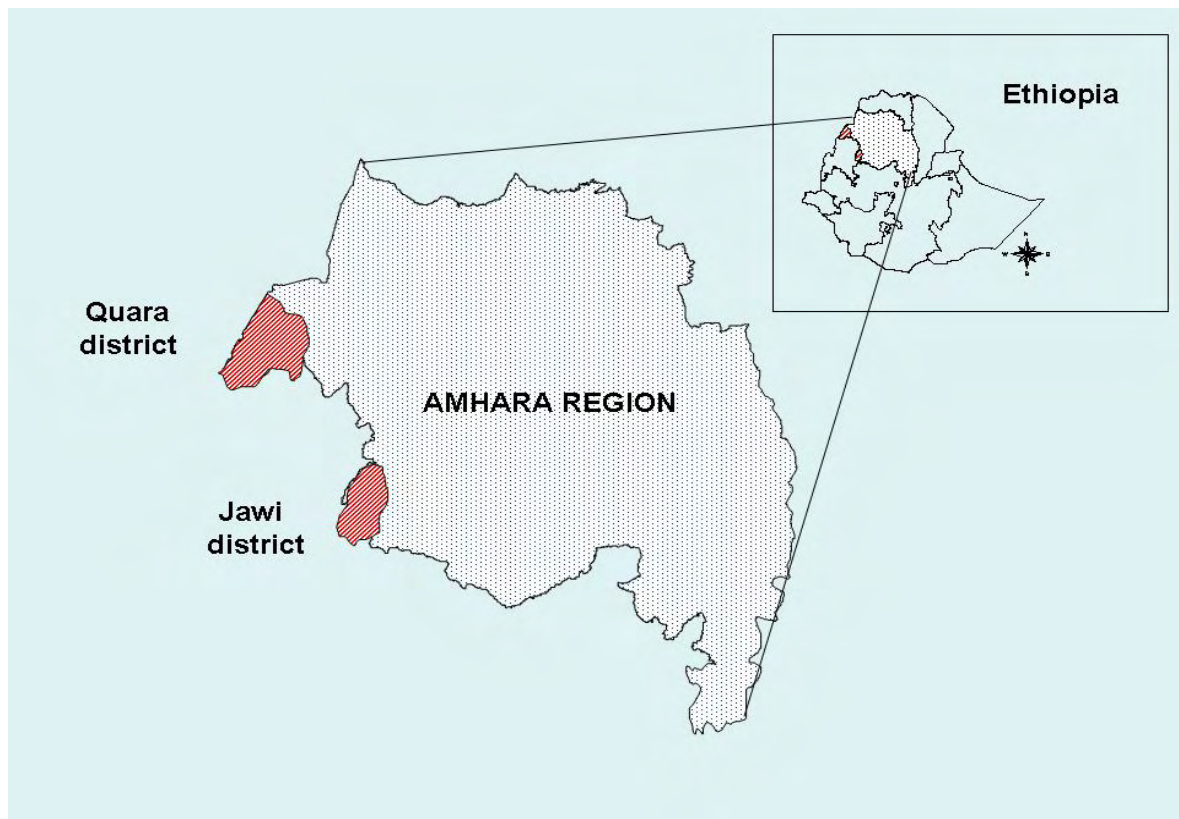


Figure 1: Map showing the study districts, Quara and Jawi

Study design:

The study design was a cross sectional type including entomological and parasitological surveys conducted in parallel at the same time from January 2005 to April 2005.

Entomological survey

The apparent density of tsetse fly and other biting flies in relation to altitude and vegetation types were studied at selected sites of the study area. The apparent density was determined based on the mean catches in traps deployed and expressed as the number of fly catch/trap/day (Leak *et al.*, 1987). Entomological data were collected in the same season typically dry. The flies were caught with Monoconical traps baited with acetone and three week old cow urine (Brightwell *et al.*, 1987). A total of 86 traps, 36 in Jawi district and 50 in Quara district were deployed just before sunrise and kept in position for 72 hours. The species of tsetse fly was identified based on morphological characteristic

(Mulligan, 1970) and for other biting flies according to their morphological characteristics such as size, color, wing venation and proboscis at the genus level (Walle and Shearer, 1997). Sexing was done for tsetse fly by observing the posterior end of the ventral aspect of abdomen by a hand lens as a result of which male flies were easily identified by enlarged hypophgeum.

Parasitological survey

The sampling strategy was random-sampling and the sample size was determined based on the expected prevalence of 20% and absolute desired precision of 5% at confidence level of 95%. As a result about 460 animals were needed to be sampled (Martin *et al.*, 1987). But in this case a total of 758 cattle were examined with larger sample size required because of the dynamicity of the herds in the area for grazing and watering purposes. Blood samples were collected from ear vein of each animal using two haematocrit capillary tubes. The blood samples were examined for the presence of trypanosomes by the dark ground buffy coat technique (Murray *et al.*, 1977; Paris *et al.*, 1982) and anemia was estimated by packed cell volume (Woo, 1970). Confirmation of trypanosome species was done using morphological characteristics (Mulligan, 1970) with Giemsa staining techniques.

Data analysis

Stata version 7.0 Software (Stata, 2000) was employed for the analysis and interpretation of data collected. The apparent fly density in relation to variables measured (altitude level and vegetation types) were analyzed using Kruskal Wallis test. The prevalence of trypanosomosis with variables (altitude levels, sex and age) was compared by χ^2 -test. The mean PCV of parasitaemic and aparasitaemic animals were compared with Student's t-test. Significant level was determined at $p < 0.05$ for all statistical results.

Results

Entomological survey

A total of 1085 flies were caught during the entomological survey period of which 850 were from Jawi and 235 from Quara districts. Tsetse fly accounted for 86.7% and 10.6%, tabanids 1.2% and 23.8% while muscids 11.6% and 66.9% in Jawi and Quara districts respectively. The total catches of proportions of flies were 70.2%, 6.45% and 23.31% for tsetse, tabanids and muscids respectively. The only tsetse fly species found was *Glossina tachinoides* Westw. The tabanid flies included *Tabanus*, *Haematopota*, *Chrysops* and *Hippobosca* and the Muscids were mainly *Stomoxys*. The apparent fly density (fly/trap/day) was 6.8, 0.09, and 0.92 for tsetse, tabanids and muscids in Jawi while in Quara 0.16, 0.37 and 1.02 respectively (Table 1). There was a significant difference between districts in the apparent density of tsetse (Kruskal-Wallis test, $\chi^2 = 4.319$ with 1 d.f. $p = 0.0377$). In Jawi district the higher numbers of tsetse fly were caught in riverine vegetation areas than that of bush land and savanna grassland, which vary from 0 to 168 flies per trap caught for tsetse fly ($p < 0.05$). The sex category indicated male counts of 52.8% and 47.2 % were female. Tsetse was caught from all the river valleys where traps were deployed (Ayma, Gesho-Wenz, Kezkazit and Chankulla). The altitudinal levels where tsetse were captured were in the range of 900-1100m. In Quara district the higher catches were in riverine vegetation areas than that of bush and savanna land, which varied from 0 to 5 flies per trap. Tsetse was caught from Ayma and its tributary Awjebene rivers but not from other river valleys where the traps deployed (Lower Gelego, Upper Gelego and Shinffa). The sex category showed male counts of 53.2% and female 46.8%. The altitudinal distribution was between 760-790m.

Table 1. Tsetse and other biting flies caught during the study period in Jawi and Quara districts of Amhara region northwest Ethiopia from January 2005 to April 2005 (dry period).

No	Fly type	Jawi district			Quara district			Total		
		No ¹ .	Appaden ² .	Prop ³ . %	No ¹ .	Appaden ² .	Prop ³ . %	No ¹ .	Appaden ² .	Prop ³ . %
1	Tsetse	737	6.8	86.7	25	0.16	10.6	762	2.95	70.2
2	Tabanids	14	0.09	1.6	56	0.37	23.8	70	0.27	6.45
3	Stomoxys	99	0.92	11.6	154	1.02	66.9	253	0.98	23.31
Total		850	7.8	100	235	1.66	100	1085	4.21	100

¹Number, ² Apparent density (Fly/trap/day) and ³ Proportion

Parasitological and haematological findings

In this study a total of 758 cattle were examined with a buffy coat technique to determine the prevalence of trypanosomosis in two settlement areas of Jawi and Quara districts of Amhara region. The overall prevalence of trypanosomosis and relative prevalence of different trypanosome species during the study period are shown in Table 2.

Table 2: Prevalence of trypanosome infection in Jawi and Quara districts of Amhara region northwest Ethiopia from January 2005 to April 2005 (dry period).

Districts	No. Examined	No. Parasitic	Infection Rate (%)	Mean PCV (%) Parasitic	Mean PCV (%) <i>non-parasitic</i>	Trypanosome species (%)		
						T.c	T.v	Mixed
Jawi	332	31	9.3	20.4	24.5	18 (5.4%)	9 (2.7%)	4 (1.2%)
Quara	426	18	4.2	21	25.6	7 (1.6%)	11 (2.6%)	-
Total	758	49	6.46	20.7	26.6	25 (3.3%)	20 (2.6%)	4 (0.5%)

PCV= packed cell volume, T.c =*T. congolense*, T.v =*T. vivax*, Mixed =*T. congolense* and *T. vivax*

Trypanosoma congolense was the most prevalent species followed by *T. vivax* and mixed infections (*T. congolense* and *T. vivax*) respectively. The overall prevalence of trypanosomosis was found to be 6.46% (49/758). The mean PCV values of parasitaemic animals were 20.7% and that of non-parasitaemic animals was 26.6% ($P<0.05$). The prevalence of trypanosome infection between districts varied significantly 9.3% (95% CI=0.16-0.23) in Jawi and 4.2% (95% CI=0.10-0.17) in Quara ($p=0.005$, $\chi^2=7.89$ at 1d.f). The predominant trypanosome infection was *T. congolense* in Jawi district with 58% (95% CI=0.63-0.82) while in Quara *T. vivax* with 61% (95% CI=0.38-0.67). The PCV (mean $\pm$ SD %) values of parasitaemic and aparasitaemic animals in Jawi districts were 20.4 ± 3.5 and 24.5 ± 4.3 ($p<0.001$, 95%CI=25.3-25.9) while Quara district 21 ± 3.6 and 25.6 ± 4.3 ($p<0.001$, 95%CI=25.4-25.9) respectively. The range of PCV values in parasitaemic animals was from 14-31% and in aparasitaemic animals from 19-43% in the Jawi districts while in Quara district from 12-36% in parasitaemic animals and in aparasitaemic animals from 21-40%. There was no significant difference in infection rates of trypanosome between age and sex groups but relatively higher infection rates observed in male and in adult animals.

Discussion

Glossina tachinoides was the only species of tsetse found in the new settlement areas with a higher apparent density of 6.8 fly/trap/day in Jawi district than in Quara where it was only 0.16 fly/trap/day. This due to an absolute increase in the might be number of tsetse flies due to favorable environment such as enough moisture, vegetation growth and suitable habitat (Brightwell *et al.*, 1987). The result of tsetse fly survey agreed well with the general knowledge on the ecology of tsetse species found in south-west Ethiopia for the riverine group. Typical habitat pattern were found in the study area for the riverine species *G. tachinoides* that prefers river side vegetation and forest ecology and the difference between the two districts in the present study might be associated to altitude and vegetation types. The geographical distribution of *G. tachinoides* is concentrated in the river vegetation area as climatic conditions seem to favour the development and reproduction of tsetse. Most of the tsetse flies in the present study were caught in the riverine vegetation areas and the apparent density decreased when we move away from this vegetation cover. This trend supports earlier works by Langridge (1976), Tikubet and Gemechu (1984) and Leak and Mulatu (1993) and Afewerk *etal* (2000). The advance of *G. tachinoides* in the Abay basin areas of northwest Ethiopia as seen in the present study could have great importance regarding the epidemiology of bovine trypanosomosis and human settlement. The apparent densities of the tabanid and muscid flies were 0.09 fly/trap/day and 0.92 fly/trap/day respectively in the Jawi districts and 0.37 fly/trap/day and 1.02 fly/trap/day respectively in Quara district. Since these biting flies are found in this area, mechanically transmitted trypanosomes might be highly propagated in the late rainy and after rainy seasons due to seasonal dynamics. The higher prevalence of bovine trypanosomosis was found in Jawi settlement sites (9.3%) compared to Quara settlement sites(4.2%) with a significant difference ($p<0.05$) between settlement sites.

The occurrence of the disease was also consistent with the general knowledge of the vectors of trypanosomosis and hence it was higher in areas where higher apparent density was found. The most prevalent trypanosome species in tsetse-infested areas of Ethiopia are *T. congolense* and *T. vivax*. Rowlands *et al.* (1993) reported a prevalence

rate of 37% for *T. congolense* in southwest Ethiopia. Abebe and Jobre (1996) reported an infection rate of 58.5% for *T. congolense*, 31.2% for *T. vivax* and 3.5% for *T. brucei* in southwest Ethiopia. Different workers (Afewerk *et al*, 2000; Muturi, *et al*, 2000; Tewelde *et al*, 2004; Shimelis *et al* 2005) reported prevalence of 17.2%, 21% and 17.5%, 12% in Metekel district, Southern Rift Valley, Upper Didessa Valley and in Dembecha and Jabitehenan districts of tsetse infested areas respectively and the dominant species was *T. congolense*. As anaemia is the classical symptom of the disease pathogenicity the low PCV in parasitaemic animals could have contributed in reducing the mean PCV for cattle in both settlement areas. Other diseases considered to be affecting the PCV values in animals in the study area are helmenthiasis, tick-borne diseases and nutritional imbalances.

Conclusion

The food security program implemented in new settlement areas of Jawi and Quara districts of Amhara region in northwest Ethiopia have been affected by the presence of high prevalence of trypanosomosis. Widespread existence of tsetse and other biting flies necessitate effective integrated control program against parasite and the vectors.

Acknowledgments

We express gratitude to Amhara Region Bureau of Agriculture and Rural Development, Bahir Dar Regional Veterinary Laboratory, Jawi and Quara districts Office of Agriculture and Rural Development and settled farmers for their cooperation and supports.

References

- Abebe, G., Jobre, Y., 1996. Trypanosomosis: A threat to cattle production in Ethiopia. *Rev. Med. Vet.*, **147**, 897-902.
- Afewerk, Y., Clausen, P. H., Abebe, G., Tilahun, G., Mehlitz, D., 2000. Multiple-drug resistant *Trypanosoma congolense* population in village cattle of Metekel district, northwest Ethiopia. *Acta Trop.* **76**, 231-238.
- Alekaw Sinishaw, Getachew Abebe and Marc Desquesnes (2005). Epidemiology of mechanically transmitted trypanosomosis (*Trypanosoma vivax*) of domestic animals in three districts bordering Lake Tana, Ethiopia. In: Proceedings of the 28th meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC), AU Conference Centre, Addis Ababa, Ethiopia, 26th – 30th September 2005. ofoo
- Brightwell, R., Dransfield, R.D., Korku, C.A., Golder, T.K., Tarimo, S.A. 1987. A new trap for *Glossina pallidipes*. *Tropical Pest Management*, **33**, 151-159.
- Codjia, V., Mulatu, W., Majiwa, P. A. O., d'Ieteren, G. D. M., Peregrine, A. S., 1993. Epidemiology of bovine trypanosomosis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. Occurrence of population of *Trypanosoma congolense* resistant to Diminazene, Isomethamidium and Homidium. *Acta Trop.* **53**, 151-163.
- FAO/WHO/OIE. (1963). The economic losses caused by animal diseases. In: *Animal Health Yearbook* 1962 pp. 284 – 313, Rome.
- Finelle, P. (1980). Programme for the control of African trypanosomiasis and related development. In: *Isotope and Radiation Research on Animal Diseases and their Vectors* pp. 3 – 14. IAEA, Vienna.

- Ford, J., Makin, M. J., Grimble, R. J. 1976. Trypanosomosis Control Program for Ethiopia. Ministry of Overseas Development of Great Britain,. p.1-30.
- Getachew Abebe. (2005). Review Article: Trypanosomosis In Ethiopia. *Ethiop. J. Biol. Sci.*, 4(1): 75 – 121
- Jemal, A., Hugh-Johns, M. E., 1995. Association of tsetse control with health and productivity in the Didessa valley, western Ethiopia. *Prev. Med.* 22, 29-40.
- Langridge, W.P., 1976. Tsetse and Trypanosomosis Survey of Ethiopia. Ministry of Overseas Department UK. Pp.1-40.
- Leak, S. G. A. and Mulatu W. 1993. Advance of *Glossina morsitans submorsitans* and *G. pallidipes* along the Ghibe river system in southwest Ethiopia. *Acta Trop.*, 55, 91-95.
- Leak, S.K.A., Woume, K.A., Colardelle, C., Duffera, W., Feron, A. Mulingo, M., Tikubet, G. Toure, M., Yangari, G. 1987. Determination of tsetse challenge and its relationship with trypanosomosis prevalence. In: Livestock production in tsetse infested areas of Africa, ATLN, 43-52, Nairobi, Kenya.
- Martin, S. W. Meek A. H., Willeberg P. 1987. Veterinary Epidemiology. Principles and Methods. Iowa State University Press/Ames.
- Ministry of Agriculture 1995. Ethiopian Ruminant Livestock Development Strategy. Ministry of Agriculture (MoA), Addis Ababa, Ethiopia. p112-113.
- Mulligan, H. W. (Ed.), 1970. The African Trypanosomosis. Ministry of Overseas Development and George Allen and Unwin, London.
- Muturi, K. S., Msangi, S., Munstermann, S., Clausen, P.-H., Abebe, G., Getachew, T., Bergenie, B., Assefa, M., 1999. Trypanosomosis risk assessment in selected sites of the southern rift valley of Ethiopia, International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC) 25th Meeting, Mombasa, Kenya, Publication No.120.
- Paris, J., Murray, M., McOimba, F., 1982. A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomosis in cattle. *Acta Trop.* 39, 307-316.
- Rowlands, G. J., Mulatu, W., Authie, E., Leak, S. G. A., Peregrine, A. S., 1993. Epidemiology of bovine trypanosomosis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. *Acta Trop.* 53, 135-150.
- Shimelis Dagnachew, Arun K. Sangwan and Getachew Abebe (2005). Epidemiology of tsetse transmitted trypanosomosis in Abay (Blue Nile) basin of northwest Ethiopia. In: Proceedings of the 28th meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC), AU Conference Centre, Addis Ababa, Ethiopia, 26th – 30th September 2005.
- Slingenbergh J. 1992. Tsetse Control and Agricultural Development in Ethiopia. *Wld. Anim. Rev.*, (FAO) 70-71, 30-36.
- Stata Corporation, 2000. Intercooled Stata Version 7.0 For Windows 95/98/NT. University Drive East College Station, Texas, USA.
- Tikubet G., Gemechu T. 1984. Altitudinal distribution of tsetse flies in the Fincha valley (western part of Ethiopia). *Insect. Sci. Application.*, 5, 389-395.
- Waller R., Shearer D. 1997. Veterinary Entomology. Arthropod Ectoparasites of Veterinary
- Woo, P. T. K., 1970. Haematocrit centrifugation technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Acta Trop.* 27, 384-386.

(RESUME (fr) EDITE)

**POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS**

212

**USING A MATHEMATICAL MODEL TO PREDICT THE IMPACT OF A
SYNTHETIC TSETSE REPELLENT ON TRYPANOSOMOSIS TRANSMISSION
IN CATTLE WHEN USED ALONE OR IN INTEGRATED STRATEGIES**

**UTILISATION D'UN MODELE MATHEMATIQUE POUR PREDIRE L'IMPACT
DE L'UTILISATION SEULE OU COMBINEE D'UN REPULSIF
SYNTHETIQUE SUR LA TRANSMISSION DE LA TRYPANOSOMIASSE CHEZ
LES BOVINS**

B. Bett*^{1,2}, P. Irungu³, P. Kitala⁴, J. Gathuma⁴, G. Murilla², J. Hargrove⁵, G. Vale⁵, T.
F. Randolph¹, J. McDermott¹

¹. International Livestock Research Institute

². Trypanosomiasis Research Centre, Kenya Agricultural Research Institute

³. Department of Agricultural Economics, University of Nairobi

⁴. Department of Public Health Pharmacology and Toxicology, University of Nairobi

⁵. SACEMA, Stellenbosch, South Africa

* Corresponding author

Résumé

Un modèle générique qui combine la dynamique de la population de glossine et celle de la transmission de la trypanosomiose a été mis au point et utilisé pour évaluer les stratégies intégrées de contrôle avec la technologie de répulsion. Cette technologie est supposée réduire la probabilité pour les glossines de se nourrir du sang des bovins traités. La dynamique de transmission de la trypanosomiose chez des bovins traités, des bovins non traités et des gibiers est suivie de près à l'aide de deux équations différentielles. Les impacts de ces stratégies intégrées et les effets de synergie attendus sont évalués en changeant les différents paramètres influencés par les méthodes de contrôle. Les résultats du modèle montrent que l'efficacité de la technologie de répulsion diminue au fur et à mesure qu'augmente la densité de troupeaux traités dans une zone donnée, et son utilisation entraîne une augmentation du potentiel de transmission de la maladie car la reproduction augmente puisqu'une grande partie du troupeau est traitée.

Cette technologie devrait également réduire la probabilité pour les glossines de se nourrir sur 80% des hôtes traités avant de pouvoir réduire de 50% l'incidence de la trypanosomiose. La simulation de l'utilisation du répulsif combinée à l'utilisation des pièges/écrans indique une valeur ajoutée négligeable du répulsif, compte tenu du niveau déjà suffisant d'élimination de la population de glossines par les technologies de l'appât. Ces effets négligeables seraient prévus uniquement pendant les 180 premiers jours d'un programme d'intervention pour l'élimination du vecteur, car après cette période, la

population de glossines serait trop faible pour que la technologie de répulsion puisse donner un quelconque avantage manifeste. Ce modèle de simulation montre, par conséquent, les limites de la technologie de répulsion contre la glossine, en particulier dans les zones à forte pression glossinaire.

Summary

A generic model combining tsetse population and trypanosomosis transmission dynamics was developed and used in evaluating integrated control strategies involving a tsetse repellent technology. The technology is assumed to reduce the probability that tsetse obtain blood meals from treated cattle. Trypanosomosis transmission dynamics in: treated cattle, untreated cattle and game are tracked using coupled differential equations. The impacts of integrated strategies and the synergistic effects that may be expected are evaluated by varying the relevant parameters influenced by the component control methods. The outputs from the model show that the effectiveness of the technology declines as the density of herds treated in an area increases, and its use leads to an increase in the transmission potential of the disease as the reproductive number increases as a higher share of herds are treated. The technology would also need to reduce the probability that tsetse feeds on a treated host by 80% for it to reduce the incidence of trypanosomosis by 50%. Simulation of repellent use combined with traps/targets indicates marginal added value of the repellent to be negligible given the already very effective suppression of fly populations by the bait technologies. These marginal effects, moreover, would be expected only during the first 180 days of a vector suppression intervention program because after this period, tsetse populations would be too low for the repellent technology to provide any apparent benefits. This modelling simulation therefore suggests limited benefits of the tsetse repellent technology, particularly in areas of high tsetse challenge.

Introduction

Trypanosomes comprise several parasite species transmitted among many vertebrate hosts by 20 to 30 species of tsetse (Rogers, 1988). Climatic factors influence the spatial distribution of the vectors and hosts – and consequently that of trypanosomes – leading to the evolution of diverse vector-parasite-hosts systems. Each system is expected to respond distinctively to control interventions and other perturbations. Under such scenarios, mathematical models would be valuable in tracking trypanosomosis transmission dynamics with a view of identifying critical points for intervention. The existing models of trypanosomosis transmission dynamics (Milligan and Baker, 1988; Milligan, 1990; Rogers, 1998; McDermott and Coleman, 2001), however, do not integrate the spatial dynamics of tsetse population. Spatial tsetse population dynamics models (Hargrove, 1988; Williams *et al.*, 1992; Jarry *et al.*, 1996; Hargrove, 2000; Vale and Torr, 2005), on the other hand, have yet to incorporate the disease transmission dynamics. Each of these models, however, provides an in-depth analysis of their respective components of the disease system. In this study, we generated an integrated model by combining spatial tsetse population and trypanosomosis transmission models and used it to study the expected impact of a tsetse repellent technology on trypanosomosis prevalence in cattle. The technology could be used alone or in combination with traps/targets in a strategy referred to as the ‘push pull’ tactic. In this strategy, animals treated with the technology would be grazed in an area under tsetse control. In the model, the technology is assumed to reduce the probability that tsetse bites a treated animal, and subsequently, the rate of feeding. The structure of the repellent

dispenser and a picture of a treated animal showing how the technology is applied is shown in Figure 1.

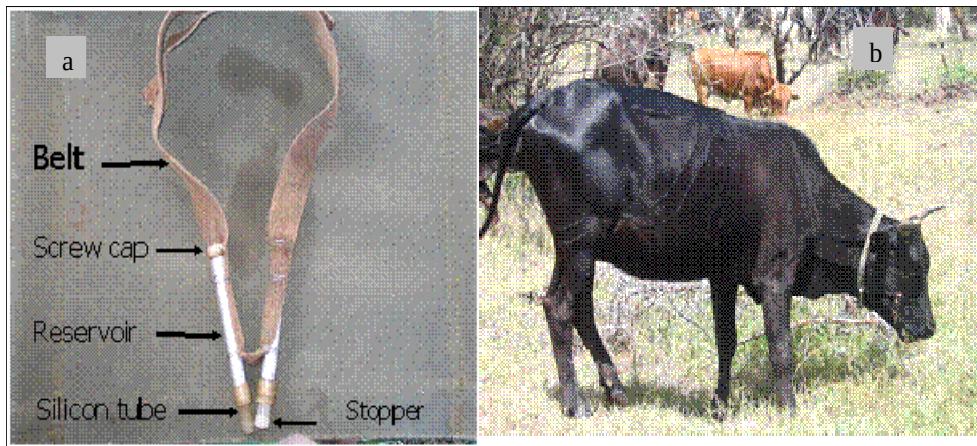


Fig.1: The structure of a tsetse-repellent dispenser (a) and a cow treated with the repellent technology (b). It is recommended that all the animals in a herd have to be treated for optimum effectiveness of the technology. The repellent odour oozes out through the silicon tube. When undamaged, each dispenser can release the repellent at 4.5 mg h^{-1} for at least a month. The dispenser is refilled once every month by opening the screw cap.

Methodology

The first step involved the implementation of a spatial tsetse population dynamics model as described by Hargrove (2003). The area under focus was subdivided into 12 X 11 lattices of square cells each covering an area of 4 km^2 that could be utilized approximately by a pastoral herd per day. The change in tsetse population in each cell per day was estimated using a logistic growth model that took into consideration the daily baseline birth (b) and mortality (μ) rates of tsetse, carrying capacity (K) of the lattice and the daily rates of immigration and emigration (α) of flies to contiguous cells. Bait technologies (traps and targets) were expected to reduce the birth rate and carrying capacity within the target areas.

The second step involved the implementation of a trypanosomosis transmission model as described by Rogers (1988). The model was however expanded to track trypanosomosis transmission in repellent-treated cattle, untreated cattle and game. Each lattice was assumed to accommodate a total of 8 cattle herds of 50 animals each; the proportion of treated herds (Φ) was allowed to vary between 25 and 75%. Depending on infection status, cattle were classified into the categories of susceptible, pre-patent, patent and immune, while game were classified into susceptible, pre-patent and patent. It was assumed that all the hosts were unable to mount a protective immunity on recovery. The immune period incorporated in the model tracking infection dynamics in cattle represented the prophylactic period conveyed by a trypanocides used for treatment. The daily force of infection, λ , in each of the three host groups was derived as:

$$\lambda = a \cdot b \cdot m \cdot y$$

where: a – biting rate of tsetse per day,

b – probability that a host will get infected following an infective tsetse bite,

m – vector:host ratio, and

y – prevalence of trypanosomes in tsetse.

The tsetse biting rate, a , (equivalent to the daily probability that tsetse obtained blood meal from a host) depended on the fly's feeding preference and the relative abundance of the respective host group. The impact of the repellent was assumed to reduce the feeding preference of tsetse on the treated hosts. The model also allowed for a compensatory increase in the biting rate of tsetse on untreated hosts.

The third step involved linking the two models towards generating an integrated model. The parameters that provided the linkage included (a) lattice-specific tsetse populations, N_i , used to generate the tsetse:host ratio, m , and (b) trypanosome prevalence in tsetse, y . The prevalence of trypanosomes in tsetse was calculated by first disaggregating the fly population (in the tsetse model) into the various ages using the baseline mortality rates and then estimating age-specific infection rates. The force of infection in each age category was derived as:

$$p_T = f \cdot (a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3)$$

Where: f – probability that tsetse gets infected from an infected blood meal

a_i – biting rate of tsetse on Host i

x_i – prevalence of trypanosomosis in Host i

i – Host (1=treated cattle; 2=untreated cattle; 3=wildlife)

The age-specific tsetse trypanosome prevalences were later aggregated to yield the overall prevalence, y . The integrated model is shown in Fig. 2.

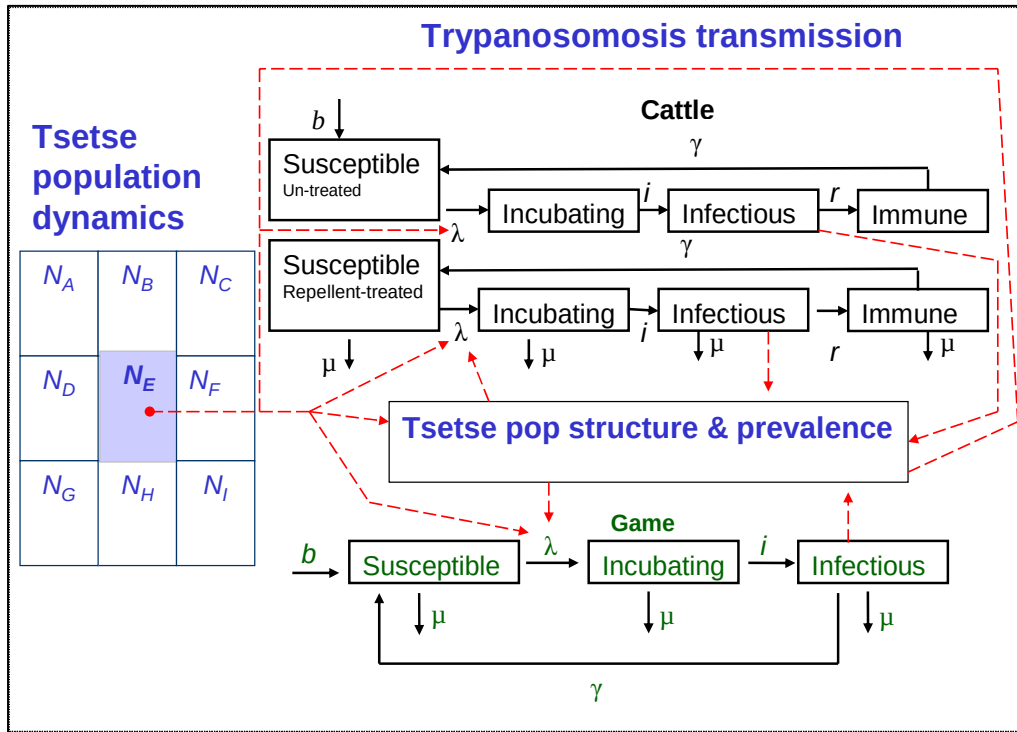


Fig. 2: An integrated model used in simulating the impact of the tsetse repellent technology on trypanosomosis transmission. Tsetse population dynamics model is on the left whereas trypanosomosis model is on the right. N_A to N_I represents spatial units on the ground and this model assumes repellent-treated cattle are confined in area N_E . An internal time component of one day is used with the symbols: b – birth rate, λ – force of infection, $1/i$ – incubation period, $1/r$ – patent period, $1/\gamma$ – duration of prophylaxis due to treatment and μ is the mortality rate.

Coupled differential equations are used to track the tsetse population and disease transmission dynamics.

The model was built in Berkeley Madonna modeling software. The parameters used in building the model are given in Table 1. Values for most of the model parameters were obtained from literature. A few, including blood meal index and infection rates in flies were derived from data collected during a field trial in southern Kenya in 2004 - 2005 to evaluate the effectiveness of the technology (see also in these Proceedings, Bett *et al.*, Evaluation of a synthetic tsetse-repellent technology for the control of bovine trypanosomosis in Kenya). Some of them were obtained from back calculation, a process where a set of parameter values were used but those that gave the observed trypanosomosis prevalence in the trial area were chosen.

Table 1. Parameters used in building the integrated tsetse population and trypanosomosis transmission dynamics model

Parameter	Description	Typical values	Source
General			
A_T	Size of the target area (km^2)	528	Area used in the tsetse repellent trial
A_R	Size of a spatial unit where repellent-treated cattle are confined (km^2)	4	Pastoral cattle assumed to use $\leq 4 \text{ km day}^{-1}$. Similar observations made by Hargrove et al. (2003)
C	Stocking rate (ha/Total Livestock Unit)	2.4	Back calculation
W	Cattle:game ratio	3	Back calculation
Ω	Tsetse preference for cattle	0.5	Estimated from the tsetse repellent evaluation trial (combining bovine and other bovidae)
τ	Efficacy of the repellent	0 - 1	Varied to study proportional increase in the efficacy of the repellent
Φ	Ratio of repellent treated herds	12.5% - 75%	Varied to study the effect of treatment coverage
M	Tsetse:cattle ratio (determines the carrying capacity of an area for tsetse)	10	Estimated by back calculation
D	Duration of feeding cycle in flies (days)	3	Hargrove, 2003
G	Growth rate of tsetse population (day^{-1})	0.0075 - 0.015	Hargrove, 2003
μ_v	Baseline mortality rate of tsetse (day^{-1})	0.03	McDermott and Coleman, 2001; Baker, 1992; Williams et al., 1990; Dransfield et al., 1985; Rogers et al., 1984

A	Root mean square daily displacement of tsetse (<i>G. pallidipes</i>) (m)	200 - 800		Hargrove, 2000; Vale et al., 1984
Disease-specific		<i>T.congo lense</i>	<i>T. vivax</i>	
Tsetse				
T	Incubation period (days)	20	10	Rogers, 1988
F	Probability of an infected blood meal giving rise to infection	0.025	0.177	Rogers, 1988
Host 1, 2 (<i>i</i>=1 Repellent-treated cattle; <i>i</i>=2 Untreated cattle)				
$1/l_i$	Incubation period (days)	15	15	Milligan and Baker, 1988
$1/r_i$	Duration of infection (days)	20	20	Back calculation
$1/\gamma_i$	Duration immunity (days)	22	22	Rogers, 1985
μ_i	Baseline mortality rate (day^{-1})	0.0005	0.0005	Milligan and Baker, 1988
b_i	Probability of infected fly bite producing infection	0.46	0.29	Rogers, 1988
ϕ_i	Case fatality rate (day^{-1})	0.002	0.002	Milligan and Baker, 1988
Host 3 (Game)				
$1/l_3$	Incubation period (days)	15	15	Milligan and Baker, 1988
$1/r_3$	Duration of infection (days)	50	50	Milligan and Baker, 1988
M_3	Baseline mortality rate (day^{-1})	0.0006	0.0006	Milligan and Baker, 1988
B_3	Probability of infected fly bite producing infection	0.46	0.29	Rogers, 1988
Φ_3	Case fatality rate (day^{-1})	0.001	0.001	Milligan and Baker, 1988

Key Findings

The technology has to be very effective (> 80%) in protecting cattle from tsetse for it to significantly reduce the risk of trypanosomosis in treated cattle. The relationship between the ability of the technology to protect a herd from being bitten by tsetse and the associated reduction in disease prevalence was shown to be highly concave indicating that the technology would need to be highly effective (>80%) in terms of reducing the probability of tsetse feeding on cattle for it to significantly reduce the prevalence of trypanosomosis (Fig.3). The effectiveness of the technology was also expected to decline with an increase in the proportion of animals treated in an area. This could be attributed to the fact that tsetse's options for blood meal would be expected to decline with an increase in the proportion of cattle herds treated. This mechanism was expected to prompt a small proportion of tsetse, probably the starving ones, to feed on treated hosts.

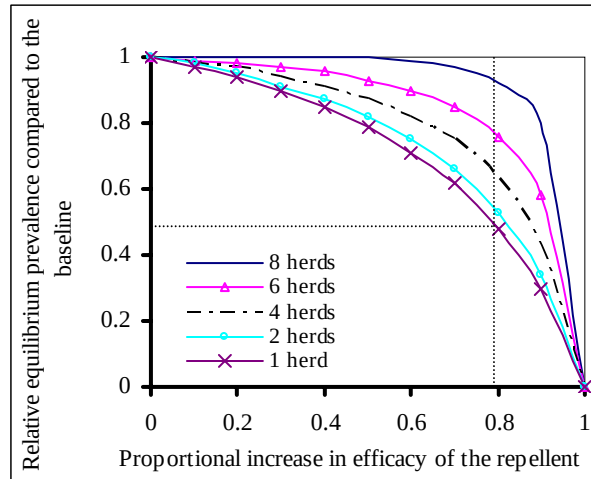


Figure 3: Predicted effect of the tsetse repellent technology (with efficacy measured as the reduction in probability of tsetse feeding on treated cattle) on trypanosomosis prevalence in treated cattle at the various levels of efficacy and proportion of herds treated.

The technology increases the risk of trypanosomosis in untreated hosts grazed in the same area as those treated as well as increases the risk of trypanosomes found in the local tsetse population.

The outputs given in Figure 4 indicate that the prevalence of trypanosomosis in untreated cattle and tsetse confined within the same area as the treated cattle would be expected to increase. Similar results were obtained for the reproductive number of the disease (results not shown). The expected increase in the prevalence of trypanosomosis in the untreated hosts was however predicted to be insignificant. This is because the predicted prevalence rose marginally (by 20%) only after a high proportion of herds (75%) were assumed to be treated with a fairly efficacious repellent technology ($\geq 70\%$). Treating a few herds in an area was therefore not expected to cause significant increase in the risk of trypanosomosis in untreated herds. The predicted increase in trypanosome prevalence in tsetse under the different levels of efficacy was exponential. This could be explained by the fact that many flies could theoretically get infected from one infected host through batch feeding unlike the case for vertebrate hosts where tsetse:host ratio was one of the main determinants for trypanosome infection dynamics.

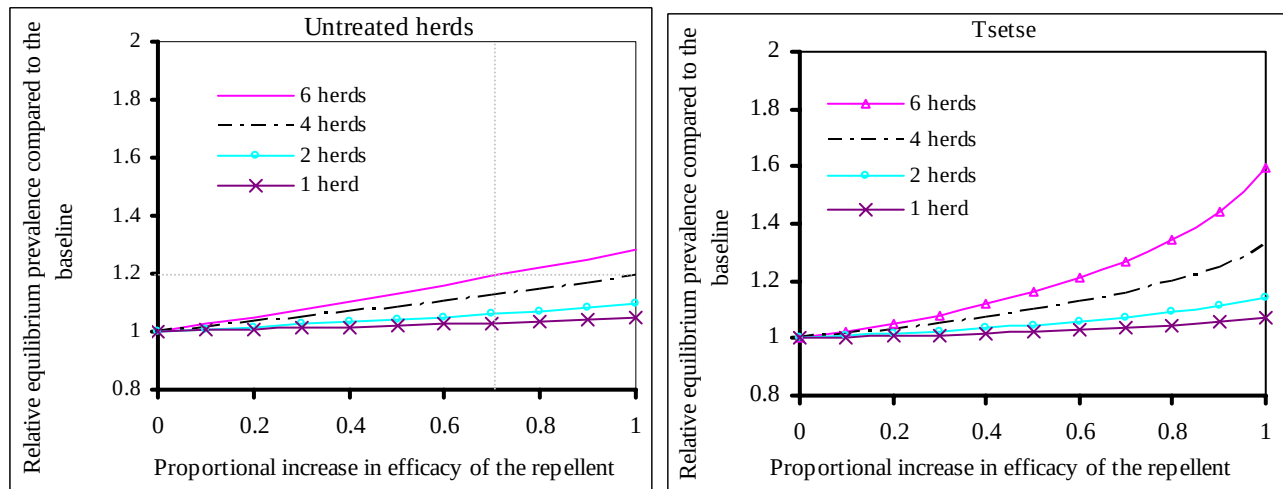


Figure 4: Predicted effect of the repellent technology on the prevalence of trypanosomosis in tsetse and untreated herds grazed in the same lattice with the treated cattle

Integrating the repellent technology with traps/targets does not provide significant benefits above that which could be derived by using traps/targets alone

The outputs in Figure 5 show the marginal benefits, denoted by trypanosomosis risk difference that could be expected by combining the repellent technology with traps in “push-pull tactic”. Trypanosomosis risk difference was obtained by subtracting the predicted prevalence in cattle treated with the repellent technology and grazed in an area brought under tsetse control using traps at a density 4 km^2 from that of cattle grazed in the same area (under tsetse control with traps at a density 4 km^2) but not treated with the repellent technology. The marginal effects appeared to increase early on as the tsetse density declined but an optimal point was soon achieved. From this point onwards, the risk difference declined since the traps had substantially suppressed the tsetse population. It was also predicted that the marginal effects would be expected only in the first 180 days when tsetse will not have been effectively suppressed by traps. In addition, the marginal effects would be expected only if the technology had at least an efficacy of 50% or higher. These effects were more demonstrable when the effectiveness of traps was lower (kill rate of 1 % per day) than when it was optimal (2%). Benefit-cost analysis would be required to ascertain the usefulness of combining traps and tsetse repellent technology in the push-pull tactic but this analysis suggests that the ‘push-pull’ tactic may not be cost effective as the bait technologies are very effective in suppressing tsetse on their own. The expected marginal effects were also expected to be transient.

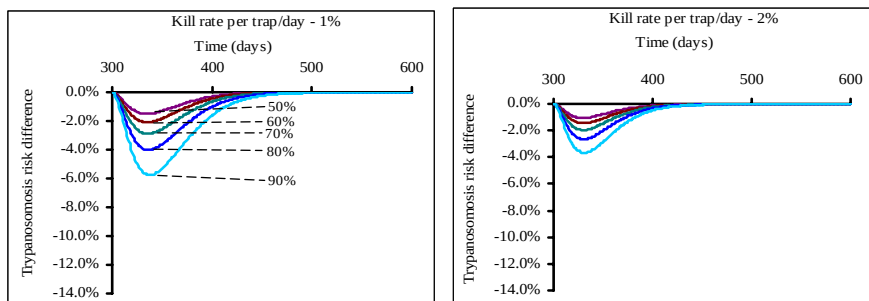


Figure 5. Predicted marginal benefits attributed to the repellent technology used with traps in a ‘push-pull’ strategy deployed at 4 km^{-1} with the kill rate per trap per day varied between 1 and 2 %. (Note that the model requires an initial period to stabilize, and hence the intervention begins on Day 300.)

Discussion

The integrated model developed provided insights on the expected effects of the tsetse repellent technology on trypanosomosis transmission dynamics when used alone or in integrated strategies. The model was not expected to give precise estimates at this point because it had not been validated. It was, however, demonstrated that it is possible to merge both spatial tsetse population and trypanosomosis transmission dynamics models into an integrated one that integrates salient biological characteristics of each of the component models. The integrated model also attempted to track disease transmission dynamics in both the treated and untreated group of herds. This is a feature that could be developed further as it has the potential for use in quantifying externalities that often impair the dissemination of tsetse and trypanosomosis control methods. For example, traps/targets or pour-on treated cattle are usually associated with positive spill-over effects that encourage ‘joy rider’ syndrome. This model may be used to quantify the magnitude of these externalities which may be used for estimating the area-level benefit cost ratios. More work is still required to model the probability of tsetse feeding on the various types of hosts that are available in a given area with a view to finding ways of incorporating the effects of tsetse repellents.

Our model consistently showed that the repellent technology was not expected to significantly influence trypanosomosis transmission dynamics in both treated and untreated herds. The model allowed for a switch in tsetse’s diet that caused an increase in trypanosomosis prevalence in untreated animals following treatment of a proportion of cattle herds. A similar mechanism was demonstrated by Vale and Cumming (1976) in an experiment where the preferred hosts (warthogs and elephants) were successively removed from an area to investigate whether their absence would lead to tsetse eradication through starvation. The removal of warthogs led to a switch in tsetse diet from 80 % warthog to 40 – 80 % bovids (mainly kudu), 20 – 50 % elephant and 0 – 20 % warthog. The removal of elephants made bovids to be the main source of blood meal. The use of the technology was not, however, expected to fully mimic the dynamics associated with host elimination as some flies will still be able to feed on treated hosts. This also demonstrates why starvation is not an important mechanism in areas where alternative hosts are available.

The use of a ‘push pull’ strategy was not expected to significantly reduce trypanosomosis in cattle above the levels expected from using traps alone. These predictions are supported by data collected in a trial conducted in Kwale District, Kenya that showed that a ‘push pull’ tactic reduced apparent tsetse density by 77% and trypanosomosis incidence by 70% whereas traps alone reduced apparent tsetse density by 58% and trypanosomosis incidence by 50% (ICIPE, unpublished results). These outcomes were not statistically different. The trial, though, lacked sufficient power given the small sample sizes used.

It had been suggested previously that ‘push pull’ strategy would enhance the rate of suppression of tsetse population, therefore reducing the length of time tsetse control operations would take to achieve desired targets (Saini and Hassanali, 2002). This, however, requires that critical distances between traps and repellent treated hosts are maintained most of the time for synergistic effects to occur, just as demonstrated in similar strategies used to control stem borers (NARO, 2002, <http://uganda.push-pull.net/purpose.html>). Given that most livestock production systems in tsetse infested areas are not sedentary, our simulation exercises (results not shown) indicated that it would be better to cluster repellent treated herds in a tsetse control area than to diffusely

distribute them so as to ensure that such distances are maintained. Even under such scenarios, the effects were still marginal.

If the tsetse repellent technology works mainly through reducing the probability that tsetse feed on a treated host (as assumed in this analysis), it would be difficult to enhance its performance beyond those predicted here because its efficacy would always be modified when its odors mix with those of the treated hosts. Moreover, sensitivity analyses conducted in this (results not shown) and previous studies (Rogers, 1988; Milligan and Baker, 1988) demonstrated that trypanosomosis prevalence is less responsive to the variation in probability of tsetse feeding on a host compared to changes in the mortality rate of tsetse. This explains why the effects of bait technologies were predicted to be much superior to those of the repellent technology.

Conclusion

Mathematical models are useful tools for carrying out scenario analyses and they should be used for *ex ante* evaluations of tsetse and trypanosomosis control strategies before field trials are conducted, and thereby understand better what to expect and what to look for during the trial, and if the impact is in fact predicted to be insufficient, to put into question the justification for the trials and saving scarce research resources. Attempts should always be made to validate such models when field data become available as comparing model predictions and empirical data might lead to the identification of areas that require research.

Acknowledgements

We would like to thank Patrick Irungu, Delia Grace, Hippolyte Affognon and Oumar Diall for the supportive comments they gave while building the model. We also thank the technical staff of the Trypanosomiasis Research Centre, KARI for helping in data collection. The work was funded by International Fund for Agricultural Research as a Technical Assistance Grant No. 554.

References

- Baker, R.D., (1992). Modelling trypanosomiasis prevalence and periodic epidemics and epizootics. *IMA Journal of Mathematics Applied in Medicine and Biology*, **9**: 269 – 287.
- Dransfield, R.D., Chaudhury, M.F.B., Tarimo, S.A., Golder, T.K., Brightwell, R., (1985). Population dynamics of *Glossina pallidipes* under draught conditions at Nkuruman, Kenya. 18th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control, Harare, Zimbabwe, 1985, pp 284 – 292. OAU/STRC, Nairobi.
- Hargrove, J. W., (1988). Tsetse: the limits to population growth. *Medical and Veterinary Entomology*, **2**: 203 – 217.
- Hargrove, J. W., Torr, S. J., Kindness, H. M., (2003). Insecticide-treated cattle against tsetse (Diptera: Glossinidae): what governs success? *Bulletin of Entomological Research*, **93**: 203 – 217.
- Hargrove, J.W., (2003). Tsetse eradication: sufficiency, necessity and desirability. Research report, DFID Animal Health Program, Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, UK.
- Jarry, M., Khalandi, M., Gouteux, J.-P., (1996). A matrix model for studying tsetse fly populations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **78**: 51 – 60.
- McDermott, J.J., Coleman, P.G., (2001). Comparing apples and oranges – model-based assessment of different tsetse-transmitted trypanosomosis control strategies. *International Journal for Parasitology*, **31**: 603 – 609.

- Milligan, P., (1990). Modelling trypanosomiasis transmission. *Insect Science & Applic.* **11**: 301 – 307.
- Milligan, PJM., Baker, RD.(1988) A model of tsetse-transmitted animal typanosomiasis. *Parasitology* **96**:211 –239.
- Rogers, D. J., (1984). Estimation of sampling biases for male tsetse. *Insect Sci. & Applic.*, **5**: 369 – 373.
- Rogers, D. J., (1985). Trypanosomiasis “risk” or “challenge”: a review. *Acta Tropica*, **42**(1): 5 – 23.
- Rogers, D.J., (1988). A general model for the African trypanosomiasis. *Parasitology*, **97**, 193 – 212.
- Saini, R., Hassanali, A., (2002). Attractants and repellents for tsetse – where do we go from here? In: Proceedings of the joint ICTTD-2/ICPTV Workshop on Integrated Vector Control including synergistic use of drugs and bait technologies for the control of trypanosomiasis and tick borne diseases, held 10-12th April 2002, at Institute of Tropical Medicine, Antwerp, Belgium. Pg 31-32.
- Vale, G. A., Torr, J., (2005). User-friendly models of costs and efficacy of tsetse control: application to sterilizing and insecticidal techniques. *Medical and Veterinary Entomology*, **19**: 293 – 305.
- Vale, G.A., Cumming, D.H.M., (1976). The effect of selective elimination of hosts on a population of tsetse flies (*Glossina morsitans morsitans* Westwood (Diptera, Glossinidae). *Bulletin of Entomological Research*, **66**: 713 – 729.
- Vale, G.A., Hursey, B.S., Hargrove, J.W., Torr, S.J., Allsopp, R., (1984). The use of small plots to study populations of tsetse (Diptera: Glossinidae). *Insect Science and its Application*, **5**: 403 – 410.
- Williams, B., Dransfield, R., Brightwell, R., (1992). The control of tsetse flies in relation to fly movement and trapping efficiency. *Journal of Applied Ecology*, **29**: 163 – 179.
- Williams, B.G., Dransfield, R.D., Brightwell, R., (1990). Tsetse fly (Diptera: Glossinidae) population dynamics and the estimation of mortality rates from life table data. *Bulletin of Entomological Research*, **80**: 479 – 485.

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

213

**BLOOD COLLECTION FOR MASS PRODUCTION OF TSETSE FLIES FOR
STERILE INSECT TECHNIQUE (SIT)
COLLECTE DE SANG POUR LA PRODUCTION EN MASSE DE MOUCHES
TSETSE POUR LA TECHNIQUE DE L'INSECTE STERILE**

Mechtilda B. Byamungu and Bernedict Kiimbisa

Tsetse & Trypanosomiasis Research Institute, P.O. Box 1026, Tanga, Tanzania

Résumé

La production en masse de mouches tsétsé pour la Technique de l'Insecte stérile requiert un repas de sang. Depuis un certain temps, le sang bovin a été utilisé comme source de repas pour les glossines de laboratoire (*Glossina austeni*). La collecte de sang est faite à l'abattoir selon les procédures normales. Toutefois, la méthode de collecte, de manipulation et de stockage nécessite des conditions aseptiques et ce, afin d'éviter la contamination du repas de sang, qui peut tuer les mouches. Par ailleurs, ce dernier doit être de bonne qualité pour maintenir les mouches en bonne santé et obtenir un fort taux de survie et de production. La présente communication fait état des études menées sur les bactéries qui contaminent le repas de sang et dont certaines ont été identifiées et fournies aux mouches à travers le repas de sang. Servir le repas de sang pour tester les mouches permet d'évaluer la qualité et un test de 25j a été effectué pour déterminer la valeur QF.

Mots-clés : *Glossina austeni*, bactérie

Summary

Tsetse fly mass production for sterile insect technique requires blood meal source. Over a period of time the cattle blood has been used as source of meal for laboratory reared flies, *Glossina austeni* Newstead (Diptera: Glossinidae) the collection is done from the abattoir under standard developed procedures. However the collection procedure, handling and storage requires aseptic conditions. The whole purpose of this is to avoid contamination of the blood meal which can be fatal to the flies. Moreover, the blood meal should be of good quality for maintenance of healthy flies with good survival and production. This work involved studies on the bacteria that contaminates blood meal. Some were identified to species level and then given to the flies through the blood meals. Providing blood meal to test flies enabled the assesement of the quality; and a 25-day bioassay was performed to determine the QF value. Results are reported

Key Words: *Glossina austeni* Newstead (Diptera: Glossinidae), bacteria

Introduction

Blood diet is of vital importance in tsetse fly mass production for SIT programmes. For a successful mass production what is required is to keep the insects alive and maintain a healthy stock, which will produce a surplus of offspring. Moreover

the offspring's should be of comparable size and physiological condition to insects in their natural habitat. Since both adult female tsetse and the larva within the uterus depend on the same source of blood, it follows that availability of blood is among the important factors affecting the reproductive physiology of the tsetse in the colony and the quality of sterile males released in SIT campaigns. It is therefore important that the quality of the blood diet should be good enough for the success of SIT. Tsetse (*Glossina*) mass rearing evolved from feeding on live hosts (*in vivo*) to a membrane –feeding system (*in vitro*) (Udo Fedmann 1983). However, as long as blood remains the sole source of tsetse nutrition, the risk remains of blood being contaminated during collection, storage or feeding with bacteria pathogenic to the flies. Bacteria among other factors like chemical contamination and the nutrition status of the animals affects the quality of the blood. Measurable parameters of fly performance that are used to assess the blood quality, includes survival, fecundity and offspring size (Mews, *et al* 1976).

Material and methods

Flies were fed daily under *in vitro* system on fresh bovine blood (FBB). The blood was collected from Tanga abattoirs under standard developed procedures that includes defibrination and was pooled together before portioning. Back at the Institute the blood was portioned into 2 litre containers and irradiated at 100Krad.

Bacterial screening

Blood samples were mixed with nutrient agar in sterilised petri-dishes placed in a lamina floor bench. Mixture were stirred and incubated at 37°C for bacterial growth at 24 and 48hrs. To get the pure bacterial cultures discrete colonies from initial cultures were sub cultured onto new plates before sending them to the Central Veterinary Laboratory (CVL) formerly Animal Disease Research Institute (ADRI) for further isolation and identification.

After Identification and isolation the pure isolates (1ml bacteria to 100mls of blood) were provided to tsetse flies (*Glossina austeni*) through blood meal and flies allowed to feed for 25 days. The fly survival and production was observed.

Results

Results indicated that mainly bacilli were isolated from the prepared cultures.

Table I Bacteria isolated from blood cultures:

Source of blood	<i>Bacteria spp</i>
Tanga abattoir	<i>B. stearothermophilus</i> <i>B. firms</i> <i>B. coagulans</i>
Dar-es-salaam	<i>B. cereus var mycoides</i>
Arusha	<i>B. lentus</i>

The table shows the bacteria species isolated from blood samples; Tanga had three species, Dar-es-salaam and Arusha each had one species.

Bioassay results

In each treatment a total number of 30 flies were fed on blood diet with bacteria isolates for 25 days.

Table II; The percent survival and pupae production for the tsetse flies fed on blood infected

with pure bacteria isolates.

Bacteria species	% Fly survival	Pupae production
<i>B.coagulants</i>	86.66	10
<i>B.firms</i>	80	12
<i>B. cereus var mycoides</i>	6	1
<i>B.lentus</i>	90	10
CONTROL GROUP	93	13

In Table II results indicated that in the three treatments fly survival was satisfactory with exception of one treatment that fed on *B. cereus var mycoides*. Either pupae production was not good in all treatments including the control.

Discussion /Recommendations

The bacteria isolates *B. coagulans*, *B. firms* and *B. lentus* offered to the flies affected the pupae production and the QF value was very low, the fly survival remained good in all three groups. One species *B.cereus var mycoides* caused high mortality resulting to 6% surviving flies at the end of 25days. There was no difference in survival between groups including the control and for this matter it seems the bacterial species tested had no effect on fly survival. Low production observed in test flies could be related to the bacteria although the control group also showed low production. Moreover, low production could also be related to low insemination rates due to unstable rearing conditions, which also affects the fly performance. From the bioassay results; the bacteria species *B.cereus var mycoides* seemed to be pathogenic to tsetse flies. However, the effects of bacteria on the quality of the blood depend on the virulence of the bacteria, frequency and time after ingestion (Kaaya, G.P & Darji, N. 1989)

The most successful way to cope with bacterial infection in the membrane feeding technique in rearing of tsetse flies has proved to be prophylactic measures, i.e sterile membranes, sterile underlying aluminium trays and sterile blood (Wetzel H & Thiemann G. 1979)

Acknowledgement

We acknowledge the efforts made by the IAEA for funding this work assistance provided by the staff at the Central Veterinary Laboratory and lastly we appreciate the advices given by our Director Dr. A. Msangi during the experiment.

References

- A.R.Mews, Baumgartner, D. Luger & E.D. Offori (1976) Colonisation of *G.m.morsitans* Westwood (Diptera Glossinidae) Bull. Ent. Res. 65 631-642
- H. Wetzel & G. Thiemann (1979) Effect of bacterial infections and antibiotic on tsetse flies (Diptera Glossinidae) Zentraldl backeriol [Orig A] 245 (4) 534-43
- G.P Kaaya & N. Darji (1989) Mortality of adult tsetse, *Glossina morsitans morsitans* caused by entomopathogenic bacteria. *J. of invertebrate Pathology* 54 (1); 32-38
- U. Fedmann (1983) Guidelines for rearing of tsetse flies using the membranes feeding technique, Seibersdorf laboratory Austria.

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

214

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF SYNTHETIC SAVANNAH TSETSE
REPELLENTS AND BAIT TECHNOLOGIES FOR INTEGRATED TSETSE AND
TRYPANOSOMOSIS SUPPRESSION**

**ETUDE COMPARATIVE DES REPULSIFS SYNTHETIQUES DES TSETSE ET
DES TECHNOLOGIES D'APPAT POUR LA SUPPRESSION INTEGREE DES
TSETSE ET DE LA TRYPANOSOMIASE**

Ohaga S.O.^{1,2,*}, Kokwaro E.D.², Ndiege I.O.³, Hassanali A.¹ and Saini R.K.¹

¹. International Centre for Insect Physiology and Ecology (ICIPE). P.O. Box 30772-00100 Nairobi, Kenya². Department of Zoological Sciences, Kenyatta University (Kenya). P.O. Box 43844- 0100 Nairobi, Kenya ³. Department of Chemistry, Kenyatta University (Kenya). P.O. Box 43844-00100 Nairobi, Kenya
*spaoha@yahoo.com

Résumé

Une étude longitudinale a été menée dans le district de Kwale, au Kenya pour évaluer l'efficacité des répulsifs synthétiques sur des tsétsé et des pièges NG2G appâtés (urine de vache + acétone) dans l'amélioration des taux de suppression des tsétsé et la réduction de l'incidence de la trypanosomiase.

L'étude a procédé à des comparaisons des incidences de la trypanosomiase et des populations de tsétsé en utilisant quatre régimes de traitement, à savoir (i) des bovins enduits de répulsifs et laissés en pâturage dans une zone sans piège; (ii) des bovins non enduits de répulsifs et laissés en pâturage dans une zone où des pièges ont été posés; (iii) des bovins enduits de répulsifs et laissés en pâturage dans une zone où des pièges ont été posés; et (iv) des bovins non enduits de répulsifs et laissés en pâturage dans une zone sans piège (sujets-témoins). Certains troupeaux ont été protégés par des répulsifs grâce à un prototype de distributeur accroché au cou. La surveillance des taux d'infection trypanosomienne chez les bovins a été effectuée à l'aide de la technique du 'Buffy coat' à un mois d'intervalles, tandis que celle des populations de tsétsé a été effectuée tous les mois grâce à des pièges appâtés.

Notre étude a révélé que les répulsifs et les pièges ont considérablement réduit l'incidence de la maladie, d'où des taux de réduction respectifs de 59 % et 53 %. La combinaison des deux méthodes a réduit de 62 % l'incidence de la maladie; mais cette baisse aurait pu être plus élevée si les pièges n'avaient pas été saccagés et si les pertes de distributeur avaient été réduites. Le poids vif, la conformation et les valeurs moyennes de l'hématocrite ont été beaucoup plus élevées chez les bovins protégés que chez les

animaux- témoins. Dans les zones où l'on a utilisé à la fois les répulsifs et les pièges, le taux de réduction de la densité de *Glossina pallidipes* était de 83% comparé à 77 % dans les zones où seuls les pièges ont été utilisés. Cependant, les différences n'étaient pas significatives et cela pourrait être dû au fait que près de 50 % des pièges ne fonctionnaient pas en raison soit du vol, soit du vandalisme, soit encore de la décoloration trop rapide du tissu des écrans. Comme prévu, l'on a observé une réduction minimale des populations de mouches lorsque les répulsifs sont utilisés seuls. Les ménages propriétaires des bovins protégés ont enregistré une forte réduction (47 % à 64 %) de l'utilisation des trypanocides.

L'étude a révélé que :

- Les répulsifs ont considérablement réduit les cas de maladie ;
- Les répulsifs pourraient être associés à d'autres techniques de lutte contre les glossines telles que les pièges, pour accroître les taux de suppression des tsé-tsé et réduire l'incidence de la maladie. Mais des tests à grande échelle sont nécessaires pour valider ces constats.

Summary

A longitudinal study was conducted in Kwale District, Kenya to evaluate the efficacy of synthetic tsetse repellent (2-methoxy-4-methylphenol) and baited (cow urine + acetone) NG2G traps in enhancing tsetse suppression rates and trypanosomiasis disease levels. Comparisons of trypanosomiasis incidences and tsetse populations were made among four treatment regimes: (i) cattle with the repellents and grazing in an area without traps; (ii) cattle without the repellents and grazing in an area with traps; (iii) cattle with the repellents and grazing in an area with traps; and (iv) cattle without the repellents and grazing in an area without traps (controls). Selected herds were protected with repellents in a prototype dispenser tied around the neck. Trypanosomal infection rates in cattle were monitored by the buffy coat technique at monthly intervals. Tsetse populations were monitored monthly using baited traps. Our study showed that repellents and traps could significantly reduce disease incidence. A combination of the two reduced disease incidence by 62%. In sites with both repellents and traps, mean percentage reduction in *Glossina pallidipes* density was 83% compared to 77% with traps alone.

Introduction

Research work at ICIPE resulted in the identification of two potent repellents for savannah tsetse following two approaches: (i) development of potent synthetic analogues of a mild natural repellent (2-methoxyphenol) of savannah tsetse species found in the body odours of tsetse bovid hosts; (ii) identification of natural repellent blends from unpreferred animals like waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus defassa*) which are common in tsetse habitats but rarely fed on (Gikonyo *et al.*, 2003). The synthetic repellent (2-methoxy-4-methylphenol), which acts as an olfactory antagonist substantially reduces tsetse challenge and feeding efficiency by >80% on cattle (Saini & Hassanali, 2007). A prototype dispenser for on-host use was developed so that constant release rate of the repellent could be maintained for more than a month, while allowing cattle to graze freely with the dispenser attached to a waistband (Saini & Hassanali, 2003). Preliminary field trials indicate that the repellents can provide substantial protection to cattle (Saini & Hassanali, 2003). The repellents could therefore be integrated with other tsetse control tactics in a 'push-pull' strategy that uses the repellents to 'push' the flies away from their hosts, in conjunction with baited traps/targets, which 'pull' and kill them. A variant of this may involve the use of a proportion of cattle with 'pour-ons' as live baits. This study

evaluated the efficacy of synthetic savannah tsetse repellent (2-methoxy-4-methylphenol) and baited (cow urine + acetone) NG2G traps in enhancing tsetse suppression rates and trypanosomosis disease levels.

Materials and methods

Study area

Trials were conducted in Shimba Hills, Kwale District, Kenyan south coast (latitude 4°20' S and longitude 39°31' E in the coastal lowlands agro-ecological zones 2–4). Vegetation here ranges from palm, pine and mango trees to scattered shrubs. The area receives poorly distributed and unreliable rainfall averaging 500–900 mm per year. The mean annual minimum and maximum temperatures are 24 and 36 °C, respectively. The area has a variety of wild game like elephant, buffalo, warthog and bush pig. Although the area is suitable for mixed farming, limiting factors such as high evapo-transpiration rates, unreliable rainfall, human–wildlife conflict and tsetse infestation make this difficult.

Trial sites

The eight trial sites selected border the Shimba Hills National Reserve (SHNR) and include Mangawani, Mlafyeni, Mauya, Msulwa, Lukore, Kizibe, Katangini and Tsangatamu. These sites were selected based on the following criteria: (i) they were at least 10 km away from the neighbouring site, (ii) about 5 km² in area, (iii) < 3 km from SHNR, and (iv) easily accessible during the rainy season and with high tsetse and trypanosomosis challenge. Farmers' willingness to participate in the trials and commitment to provide sufficient cattle for at least 12 months was also taken into consideration.

Repellents and dispensers

The synthetic repellent identified by Saini & Hassanali (2007) and supplied by 'Ecologia e Tecnologia' (EMEL T s.r.l), Italy and 'BCED Laboratories' (ICIPE) was used in the trial. The prototype dispenser used consisted of a repellent reservoir and a diffusion area, which made up the dispensing unit whose top could be unscrewed for refilling. The upper part was a reservoir tube made of aluminum (diameter 10 mm) and length 10 cm, through which no significant diffusion of the repellent could take place. The diffusion area was made from tygon silicone tubing of internal diameter 6.4 mm, outer diameter 9.6 mm, thickness 3.2 mm and length of 2.5 cm. The dispensing unit was closed at the top and bottom with a polypropylene screw cap and plug, respectively. Each dispenser could hold up to 8 ml of the repellent. The dispenser was attached to a waistband and tied around an animal's neck.

Treatments regimes

The eight sites were randomized into four treatment regimes as shown in Table 1. Prior to the start of the trial, all animals were blanket treated with *diminazene diacetate* (Veriben®) at doses of 3.5 mg/kg, by intramuscular injection, body weight being estimated by weighing bands. This is a curative treatment with no lasting protection against reinfection. The trial was conducted for 10 months (December 2004 to September 2005).

Table 1. Summary of the randomised 4 treatment regimes:

<i>Treatment</i>	<i>Sites</i>	No. of farmers	No. of cattle	No. of traps
Cattle protected with synthetic repellents and the area in which they graze having baited traps (both repellents & traps)	Msulwa	19	69	39
	Mauya	15	80	41
Unprotected cattle grazing in an area with baited NG2G traps (baited traps)	Katangini	21	97	41
	Tsangatamu	11	80	42
Cattle protected with synthetic repellents and grazing in an area without traps (synthetic repellents)	Mlafyeni	22	86	–
	Mangawani	14	126	–
Unprotected cattle grazing in an area without traps (controls)	Lukore	26	114	–
	Kizibe	14	81	–
Total		142	733	163

Diagnosis of trypanosomosis in cattle Trypanosome infections were monitored monthly by dark-ground buffy coat phase contrast technique (Murray *et al.*, 1977).

Deployment of control NG2G traps and monitoring of tsetse populations

In November 2004, a total of 163 baited (acetone + cow urine) NG2G traps (Brightwell *et al.*, 1991) were deployed in Msulwa, Mauya, Tsangatamu and Katangini sites at intervals of 250 m (4 per km²), in lines 1–1.5 km apart. Tsetse populations were monitored monthly over the entire period by NG2G traps. Trapping was carried out for five consecutive days per month in marked positions. Cages from the traps were emptied daily; flies were sorted according to species and sex.

Results

Disease incidence

Fig. 1 shows the monthly mean disease incidence, while Fig. 2, the percent reduction over the trial period. Trypanosomosis in animals protected with the repellents or baited traps or both was significantly less than the controls (Fig. 1). Similarly, in sites with baited traps alone, significant reduction in trypanosomosis incidence was obtained. The percentage reduction in disease incidence was significantly higher in cattle protected with the repellents and grazing in an area with baited traps compared to unprotected cattle grazing in an area with baited traps (Fig. 2). The risk of trypanosomosis transmission in the controls was 2.5–3.8 times significantly higher than cattle protected with the repellents or baited traps or both.

Tsetse populations

Fig. 3 shows the monthly mean relative density of the flies over the trial period and Fig. 4 shows the corresponding percent reduction in the four treatment regimes. In sites with both repellents and traps, the suppression rates of tsetse densities were not significantly different from sites with baited traps alone (Fig. 3). But these two were significantly different from controls and from sites with the repellents alone. In sites with both repellents and traps, mean percentage reduction in fly density was 83% compared to 77% with traps alone (Fig. 4). As expected, minimal fly reduction was observed in sites with the repellents alone.

Conclusions

Our trials clearly show that the synthetic repellents can provide substantial protection to cattle against trypanosomosis.

In cattle protected with the repellents and grazing in an area with baited traps, the reduction in disease incidence was not significantly different from that of protected cattle grazing in an area without baited traps. However, better results can be achieved if loss, vandalism and rapid fading of trap cloth materials are reduced. During the trial, nearly 50% of the traps were not in the correct working condition.

In sites with both repellents and traps, the suppression rates of tsetse densities were not significantly different from sites with baited traps alone. This could be due to the fact that, during the trial, about 20% of the cattle were not adequately protected with the repellents due to breakage, leakage and loss of prototype dispensers.

Integrating the repellents with baited traps/targets may be a more effective strategy (where cattle are the predominant source of blood meals for tsetse) for reducing trypanosomosis incidences as compared to synthetic repellents or baited traps alone. However, large-scale trials are needed to validate this.

References

- Brightwell, R., Dransfield, R.D. & Kyorku, C. (1991). Development of a low-cost trap and odour baits for *Glossina pallidipes* and *G. longipennis* in Kenya. *Med. Vet. Entomol.* 5, 153-164.
- Gikonyo, N. K., Hassanali, A., Njagi, G.N.P. & Saini, R.K. (2003). Responses of *Glossina morsitans morsitans* to blends of electroantennographically active compounds in the odours of its preferred (buffalo and ox) and non-preferred (waterbuck) hosts. *J. Chem. Ecol.* 29, 2331-2345.
- Murray, M., Murray, P.K. & McIntyre, W.I.M. (1977). An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg.* 71, 325-326.
- Saini R.K. & Hassanali A. (2003). Diffusion of new tsetse control technologies for improved livestock health and productivity in smallholder indigenous communities of sub-Saharan Africa. International Centre for Insect Physiology and Ecology (ICIPE), Annual Report, 2002/2003, pp 97-101.
- Saini, R.K. & Hassanali A. (2007). A 4-Alkyl-substituted analogue of guaiacol shows greater repellency to savannah tsetse (*Glossina* spp.). *J. Chem. Ecol.* 33, 985-995.

Fig. 1. Mean ($\pm$ SE) monthly trypanosomal incidence (%) in cattle at Shimba Hills for the period, November 2004 to September 2005

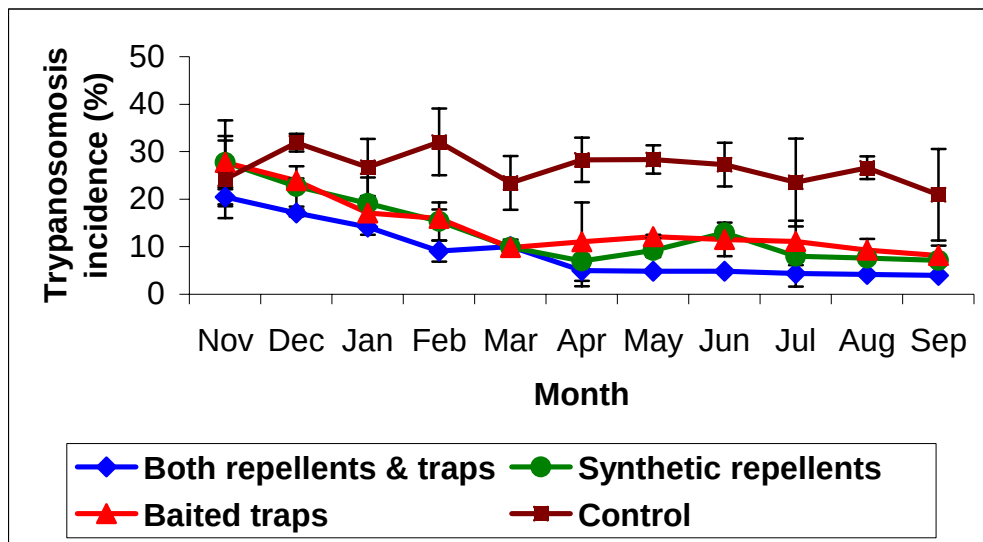


Fig. 2. Monthly percentage trypanosomal incidence reduction in cattle at Shimba Hills for the period, November 2004 to September 2005

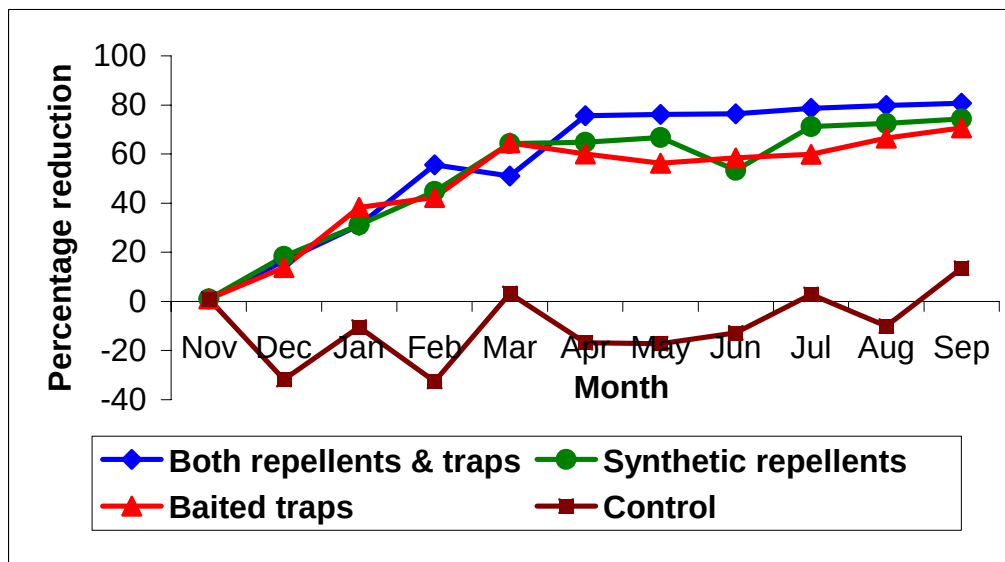


Fig. 1. Mean ($\pm$ SE) monthly trypanosomal incidence (%) in cattle at Shimba Hills for the period, November 2004 to September 2005

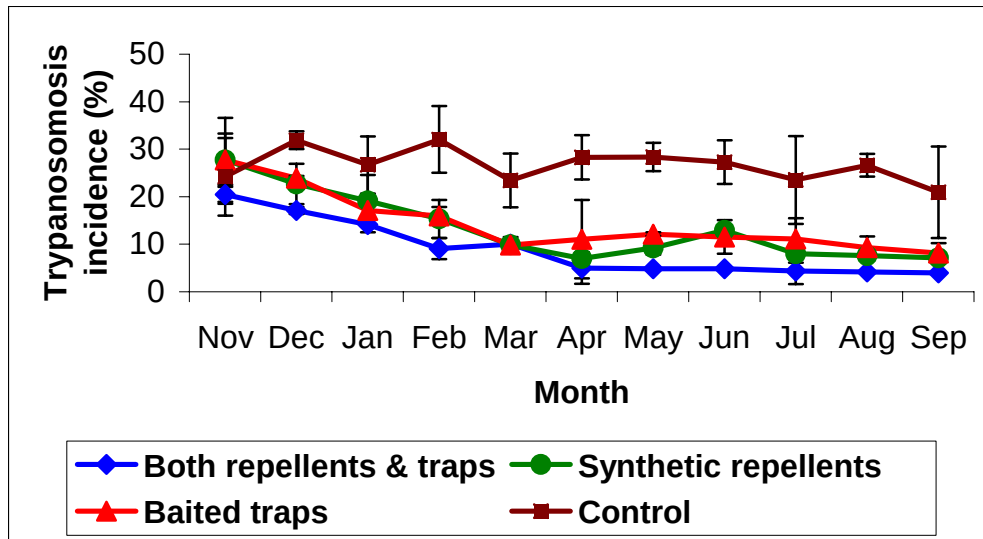
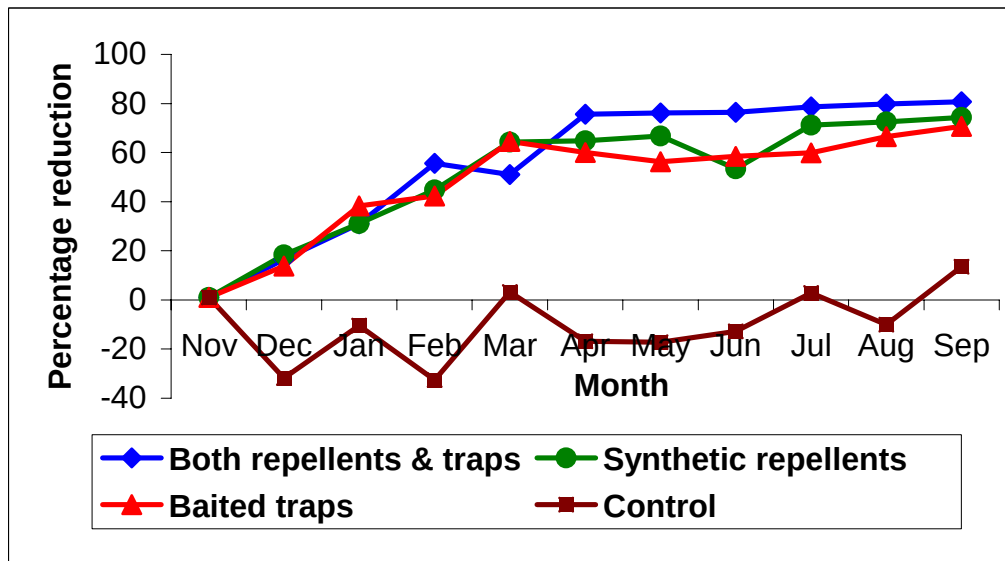


Fig. 2. Monthly percentage trypanosomal incidence reduction in cattle at Shimba Hills for the period, November 2004 to September 2005



(RESUME (fr) EDITE)

**POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS**

215

**AN ASSESSMENT OF THE IMPACT OF A SYNTHETIC TSETSE REPELLENT
TECHNOLOGY ON THE INCIDENCE OF TRYPANOSOMOSIS IN CATTLE
MANAGED UNDER PASTORAL PRODUCTION SYSTEMS IN KENYA**

**EVALUATION D'UNE TECHNIQUE DE REPULSIF SYNTHETIQUE DE
TSESE MISE AU POINT POUR LE CONTROLE DE LA TRYPANOSOMIASSE
BOVINE AU KENYA**

B. Bett^{1,21}, T. F. Randolph¹, P. Irungu^{1,3}, S. Nyamwaro², G. Murilla², P. Kitala⁴, J. Gathuma⁴, J. Hargrove⁵, G. Vale⁵, J. McDermott¹

1. International Livestock Research Institute, P. O. Box 30709-00100, Nairobi
2. Trypanosomiasis Research Centre, Kenya agricultural Research Institute, P. O. Box 362, Kikuyu, Nairobi
3. Department of Agricultural Economics, University of Nairobi, P. O. Box 29053, Kangemi, Nairobi
4. Department of Public Health Pharmacology and Toxicology, University of Nairobi, P. O. Box 29053, Kangemi, Nairobi
5. South African Centre for Epidemiological Modelling and Analysis, Private Bag X1, Matieland, Stellenbosch, 7602

Corresponding author, email: b.bett@cgiar.org; tel: +254-020-4223000; fax: +254-020-4223001

Résumé

Nous avons mené un test sur le terrain dans deux foyers endémiques de la trypanosomiase animale au Kenya, afin d'évaluer l'efficacité d'une technique de répulsif synthétique de tsé-tsé, mise au point pour le contrôle de la trypanosomiase bovine. Le test a été réalisé sur une période de 12 mois, précédée d'une période de caractérisation de 4 mois. L'échantillon était constitué de 12 bovins soumis au traitement et de 12 bovins utilisés comme sujets-témoins. La taille de l'échantillon a été estimée sur la base de $\alpha = 5\%$, $\beta = 20\%$, un coefficient de corrélation intra-troupeau de 0,4; et si l'effet du répulsif est effectif, on réduirait de 50% l'incidence de la trypanosomiase dans un troupeau traité par rapport au taux initial. Le choix des animaux-témoins s'est fait en fonction des traitements à effectuer et de la région. Les infections trypanosomiennes et la pression glossinaire ont fait l'objet d'un suivi mensuel. Deux variables ont été utilisées pour déterminer l'efficacité du répulsif: l'incidence de la trypanosomiase dans un troupeau et le taux de trypanocide administré par les fermiers participant à l'évaluation. L'incidence de la trypanosomiase a été considérée comme une variable dans un modèle de population-moyenne de régression qui avait reçu un traitement; tandis que la zone

d'étude, la densité de la glossine dans le village où le troupeau a été localisé, la saison, l'utilisation du répulsif et la taille du troupeau ont été considérés comme étant des effets indépendants. Le taux de traitement a été analysé en utilisant un modèle de Weibull avec un taux de confiance fixé à 95%.

Cet article présente les résultats du test effectué et discute de l'effet du traitement sur les autres variables du modèle.

Summary

We carried out a study in Nkuruman and Nkineji areas of Kenya to assess the effectiveness of a synthetic tsetse repellent technology developed for the control of trypanosomosis in cattle. The technology is made up of a synthetic repellent called 2-methoxy-4-methyl phenol dispensed from two reservoirs suspended in a collar worn around an animal's neck. The study ran for a period of 16 months, including baseline and longitudinal periods of 4 and 12 months, respectively. In each study site, six treatment and control herds were used. The sample size of 12 herds in each group was determined assuming that the study would have a confidence of 95% and a power of 80% to detect an effect of at least 50% reduction in trypanosomosis incidence in the treated group. Trypanosome infections were detected using buffy coat technique. The repellent dispensers often got damaged particularly at the point of diffusion. The working status of each dispenser was therefore classified at the time of sampling as good (if both reservoirs had the repellent), one empty, both empty or lost/stolen (if the whole dispenser was lost). To account for the defects of the repellent dispenser, dummy variables representing the treatment variable were derived and used as a fixed effect in a multivariable Weibull model. A shared gamma distributed frailty term, α , with a mean of 1 and variance, θ , was added to the model to account for clustering of observations at the herd level. The overall trypanosomosis incidence over the longitudinal phase of the study was 7.2%. The incidence in the treatment and control herds were 6.1 and 8.3%, respectively, representing an unadjusted effect of the technology of 26.5% ($P = 0.12$). The rates of damage of dispensers at Nkuruman and Nkineji were 7.7% and 5.7% per day, respectively. The multivariable analysis showed that there was no association between the working status of the dispenser and the incidence of trypanosomosis. The shape parameter of the Weibull distribution ($\rho = 1.48$) showed that the baseline hazard increased with time, whereas the variance of the gamma frailty term (random effect at the herd level) was estimated to be 0.05 (0.02, 0.15). This study concluded that the repellent technology was not effective in reducing trypanosomosis incidence under typical field conditions.

Introduction

Previous research at the International Centre for Insect Physiology and Ecology (ICIPE) led to the development of a tsetse-repellent technology consisting of a synthetic analogue repellent compound – 2 methoxy-4-methyl phenol - that releases vapours from two dispensers suspended on a collar worn around an animal's neck. The technology could be used alone or in combination with traps/targets in a strategy referred to as 'push pull' tactic (Saini and Hassanali, 2002). Following the identification of the repellent, ICIPE conducted laboratory and field studies to: (i) develop the dispenser, (ii) evaluate the safety of the compound, and (iii) document the efficacy of the technology. The results from these studies show that the repellent does not have adverse effects on exposed animals and it can reduce tsetse challenge and feeding efficiency by 80-90%

(ILRI/ICIPe, 2003). These studies are consistent with Phase I and Phase II trials in research evaluation of a new therapeutic or prophylactic compound (Dohoo *et al.*, 2003).

Based on these findings, the technology was field tested to determine its effectiveness in reducing trypanosomosis incidence and the rate of trypanocide use in cattle (i.e. Phase III trial). The study involved Maasai pastoralists in Kenya as the technology had been considered primarily relevant for pastoralists and agro-pastoralist livestock keepers. The prototype technology package offered for evaluation consisted of the synthetic analogue repellent formula and the dispenser (refilled monthly) and collar worn on the animal's neck (Fig.1).

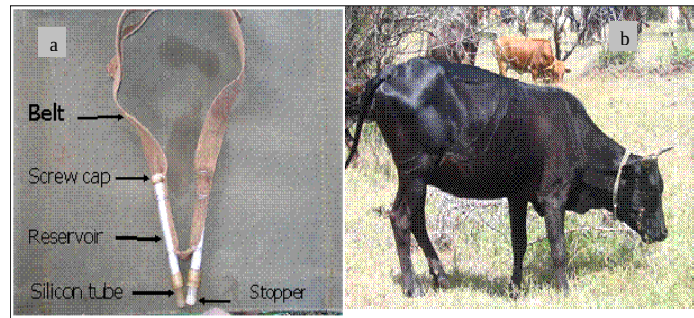


Fig.1: The structure of a tsetse-repellent dispenser (a) and a cow treated with the repellent technology (b). It is recommended that all the animals in a herd have to be treated for optimum effectiveness of the technology. The repellent odour oozes out through the silicon tube. When undamaged, each dispenser can release the repellent at 4.5 mg h^{-1} for at least a month. The dispenser needs to be refilled once every month by opening the screw cap.

Materials and Methods

Study areas

The study was conducted in two trypanosomosis endemic foci in Kenya, namely Nkuruman in Kajiado District and Nkineji in Narok District (Fig. 2).

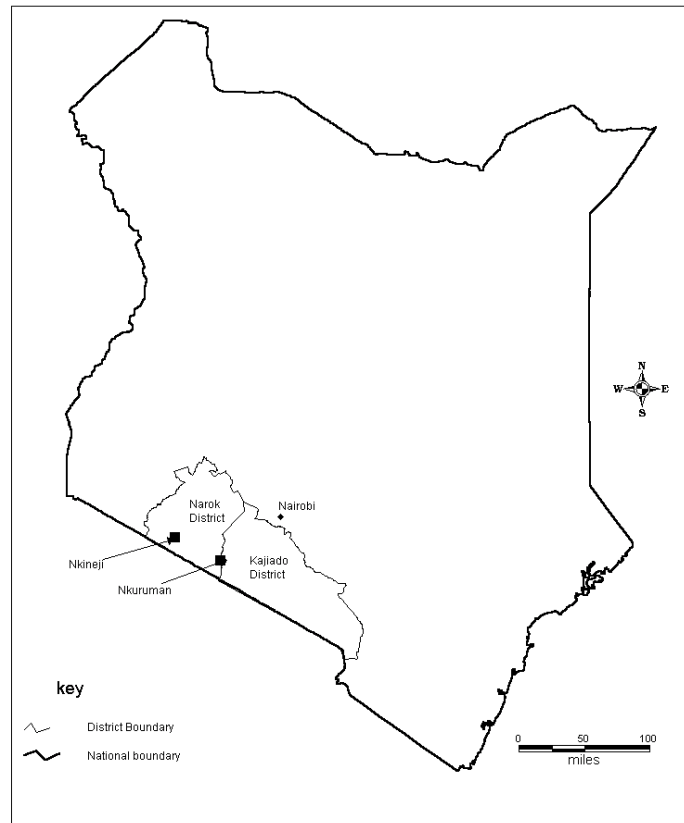


Fig.2: A map of Kenya showing the location of the two study sites: Nkineji, Narok District and Nkuruman, Kajiado District. Six villages were used in each site. The number of villages tallied with the number of treatment/control herds as each village had a treatment and a control herd.

Nkuruman falls in a semi-arid area, classified into eco-climatic zone V with a mean annual rainfall of about 450 – 750mm per annum (Bekure *et al.*, 1991). The tsetse species found in the area included *Glossina pallidipes* and *G. longipennis*. Nkineji falls in upper midland ranching zone 5-6, a transitional zone between sorghum and ranching zone (UM 5) and a ranching zone (UM 6) (Jaetzold and Schmidt, 1983). The area is infested with both *G. swynnertoni* and *G. pallidipes*, with the former species being predominant.

Study design

The study compared trypanosomosis incidence in two groups of herds, namely repellent-treated and control herds. The hypothesis tested was that the technology package would reduce the incidence of trypanosomosis by at least 50% over a 12-month period. This hypothesis was arrived at through wide consultations involving project staff, ICIPE and international consultants. A sample size of 12 herds (1000 animals) in each group was estimated taking into consideration the parameters shown in Table 1. The outcome used in this estimation was cumulative trypanosomosis incidence over a period of one year. This gave feasible sample size estimates compared to using monthly incidence.

The study was conducted in six villages in each of the two study sites, with each village having a treatment and matched control herd. Repellent-treated herds were chosen randomly but the control herds were subsequently selected purposively to match

treatment herds in size and location (village) provided that they were managed independently.

Data collection

The trial ran between April 2004 and August 2005, with the first four months being the baseline phase. Animals were screened for trypanosomosis on monthly basis using buffy coat technique. Animals found infected were treated with diminazene aceturate administered intramuscularly at 7 mg/kg bwt. The costs of treatments were borne by the project. Tsetse challenge and the status of the dispenser were monitored at the same frequency as well. Data on the rate of use of trypanocides were collected by enumerators who resided with the herders. The states of the dispenser were recorded at the time of sampling and classified as good (if both reservoirs had the repellent), one reservoir empty, both reservoirs empty or lost/stolen.

Data analysis

Crude and adjusted effects of the technology:

Crude and adjusted effects of the technology were estimated using a Weibull model. This is a parametric model that analyses time-to-event data. The outcome used was time-to-occurrence of trypanosomosis while the independent variables considered are listed in Table 1. A shared gamma distributed frailty term, α , assumed to have a mean of 1 and variance of θ was added to the model (as an unmeasured random effect) to adjust for clustering of observations at the herd level (Dohoo *et. al.*, 2003). The value for this parameter is only given in the multivariable and not in univariable (unconditional) models because in the later case, multiple frailty terms corresponding to the number of variables analyzed were obtained. The estimation of the adjusted effect involved the use of dummy variables representing the working status of the dispenser as one of the independent effects in a multivariable Weibull model instead of the treatment levels shown in Table 1.

Rate of damage of the repellent dispensers

The distribution of dispenser defects at the time of sampling was determined and the proportion of animals having good dispensers plotted against time. A compartmental mathematical model was developed and used to estimate the rate of damage of the dispensers. The assumptions made while constructing the model included:

- a) the daily probability of loss or damage of a dispenser was constant throughout the inspection interval, limited to a maximum of 40 days;
- b) damage/loss of one reservoir did not affect the probability of loss of the other reservoir;
- c) the loss of one or both reservoirs did not affect the probability of loss of the whole collar, i.e. any theft of the collars was aimed at the collar rather than the dispensers themselves;
- d) damage or thefts of collars occurred at the end of the day. The daily rate of loss/theft of a collar was derived from the probability of loss of the collar over the inspection interval.

The rate of damage was obtained by fitting the model to the data describing the states of the dispenser when monitored each month. A value that gave the best fit (i.e. least deviance between observed and expected proportions of dispensers in each state) was taken to be the rate of damage. A χ^2 test with 2 degrees of freedom was then applied to test the overall goodness of fit.

Results

Trypanosomosis incidence

Table 1 shows univariate analysis of the independent variables considered in the study with the outcome being trypanosomosis incidence. A total of 961 new trypanosomosis cases were detected over the longitudinal phase of the study. With a total of 13389 animal-months over the same period, the overall trypanosomosis incidence was 7.2 % per animal-month. The overall incidence in the treatment and control groups were 6.1 % and 8.3 % per animal-month. These incidences were not significantly different ($P = 0.12$).

States of the repellent dispensers

States of the repellent dispensers at the time of sampling:

Figure 3 shows the distributions of the proportions of animals that had good dispensers at the time of sampling. Generally, these proportions were very low and had similar trends in most of the treated herds. There was a general improvement in the states of the dispensers between November 2004 and February 2005. These results however do not represent the levels of protection that the herds enjoyed because the dispensers were always repaired/replenished at the beginning of the sampling interval. The dynamics of the states of the dispenser described in section 3.2.2 may be used in estimating the expected levels of protection at the herd level.

Table 1. Crude hazard rate ratios showing unconditional relationship between trypanosomosis incidence (as outcome) and independent variables considered in the study

Variable	Level	No. of records		Crude Hazard Ratio		<i>P</i> -value
		Cases	Animal-months	Estimate	95 % CI	
Animal level						
Sex	Male	279	9 696	1.22	1.06, 1.41	0.01
	Female	670	3 479	1.00	-	
Color of animal	White	119	1 357	1.27	1.03, 1.55	0.02
	Black	208	2 804	1.06	0.90, 1.25	0.51
	Other	89	1 188	1.08	0.86, 1.35	0.53
	Brown	545	8 041	1.00	-	
Age ^a	Calf	290	3 669	1.13	0.98, 1.30	0.09
	Adult	669	8 831	1.00	-	
Herd level						
Treatment group	Repellent	417	6 839	0.74	0.51, 1.08	0.12
	Control	544	6 550	1.00	-	
Herd size	> 80	456	6 536	0.97	0.70, 1.34	0.85
	≤ 80	505	6 853	1.00		
Area level						
Season ^b	Wet	453	6 102	0.79	0.69, 0.90	0.00
	Dry	508	7 287	1.00		
Tsetse challenge ^c	Low	89	2 309	0.56	0.41, 0.76	-
	Moderate	202	2 426	1.84	1.37, 2.48	0.00
	High	670	8 654	1.00	-	
Area	Nkuruman	255	4 675	0.62	0.44, 0.90	0.01
	Nkineji	706	8 714	1.00		

^a The classification of the age of an animal depended on whether an animal was grazed within

homesteads or taken out to the fields (i.e. based on farmer management scheme)

^b Season was defined based on the amount of rain recorded in an area per month

Tsetse challenge was derived from tsetse apparent density estimated at the village level through trapping

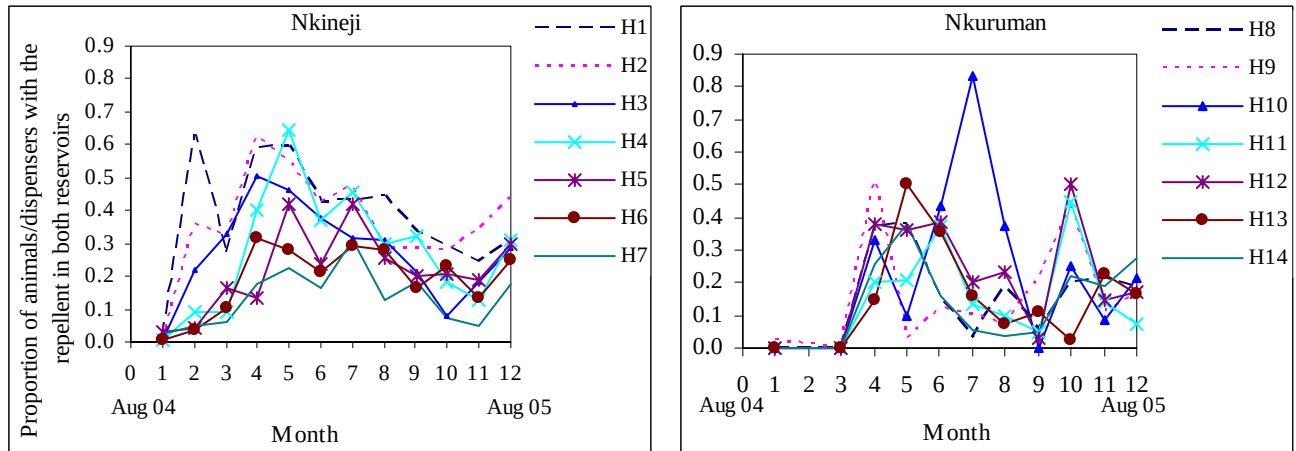


Figure 3. The proportion of animals that had good dispensers (with the repellent in both reservoirs) in each of the treated herds (Herds 1 to 14) at the time of sampling over the longitudinal phase of the tsetse repellent evaluation trial (April 2004 – August 2005). Although the sample size was supposed to be made up of 12 herds, two herds ended up splitting in the course of the study; these were hence considered as independent.

Predicted dynamics in the states of the repellent dispenser over a sampling interval

Figure 4 shows the predicted dynamics of the states of the repellent dispensers and the expected levels of protection, assuming that a dispenser that had the repellent in only one reservoir offered a protection ranging between 50-90% of a good one. The inputs used in this modeling were the numbers of animals at the various levels of protection recorded over the 12-month intervention period and the average inspection interval of 30 days. A total of 7478 dispenser inspections were carried out in Nkineji while 2235 were carried out in Nkuruman. The rates of damage varied with the month but generally, the estimated daily rates of damage in Nkineji and Nkuruman were 5.7% ($P = 0.12$) and 7.7% ($P = 0.94$), respectively. The high P values indicate that the model fitted the data well.

Rate of use of trypanocides

Figure 5 shows that the amount of trypanocides used by the recruited stockowners on their cattle was comparable between the treatment groups. It also reveals that the recruited cattle owners used trypanocides tactically as a relatively higher frequency of treatments with trypanocides was observed in the middle of the sampling interval when the services provided by the project were not immediately available than at the beginning or end of the interval. Fewer animals were expected to require treatment at the start of a sampling interval as most cases were treated at the time of sampling. Towards the end of

the sampling interval, it is expected that cattle owners were more willing to wait for screening and treatments from the project.

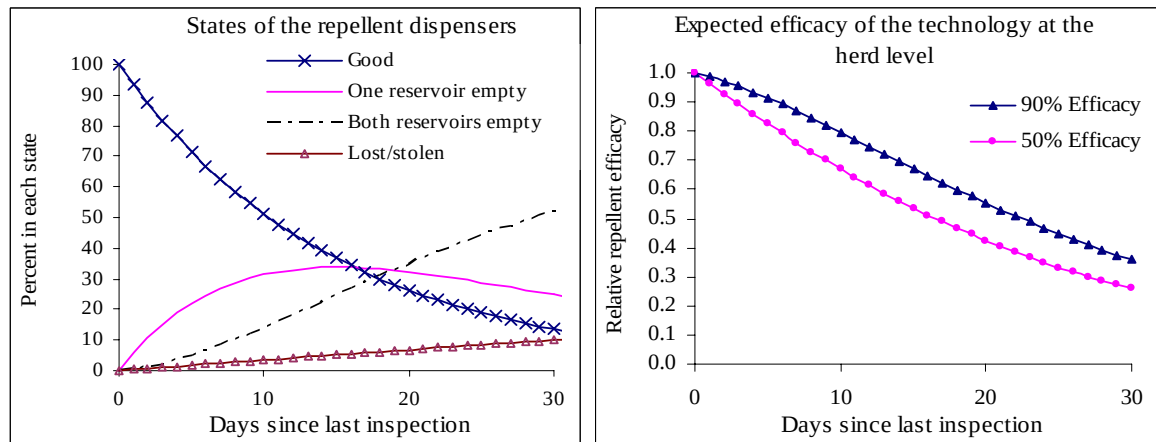


Figure 4. Outputs of a mathematical model of the global dynamics of the states of the repellent dispenser and the expected relative efficacy of the technology at the herd level (the expected efficacy of the technology was derived assuming that the dispensers with one reservoir empty afforded protection levels ranging between 50-90% of a good one). The inputs used included a total of 9713 dispensers with 973 lost/stolen, 5060 lost reservoirs, 2318 lost one reservoir and 1362 good ones. The global rate of damage was 6% per day ($P = 0.06$).

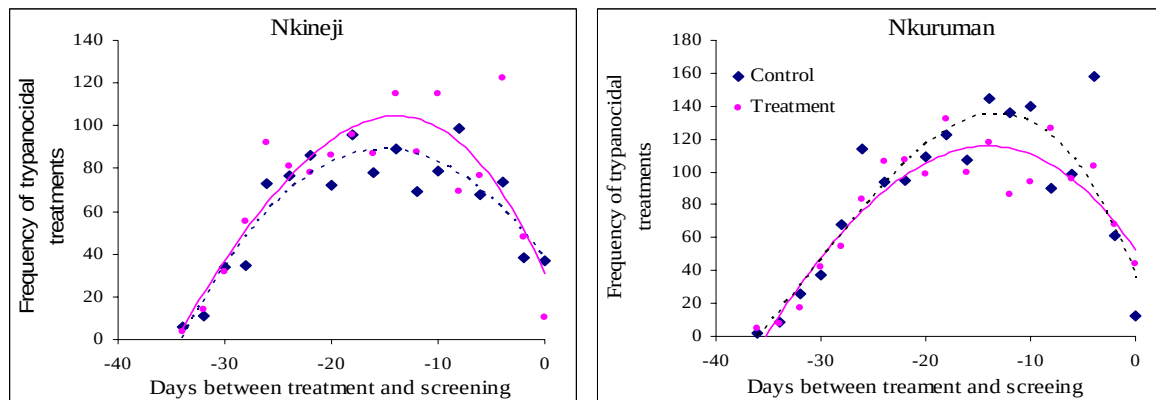


Figure 5. The frequency of use of trypanocides in the treatment and control herds by cattle owners recruited into the tsetse repellent evaluation trial.

Multivariable analysis

Table 2 presents the adjusted effect of the technology estimated using a Weibull model that had sex, herd size, season, area and an interaction term between season and area as the main effects. The shape parameter of the Weibull distribution $\rho = 1.48$ shows that the baseline hazard increased with time. The variance of the gamma frailty (random effect at the herd level) estimated to be 0.05 (0.02, 0.15) was significantly different from zero, implying that observations clustered at the herd level.

The incidence of the disease in animals that had good dispensers was only 6% lower than that of the control group. This reduction was not significant. The animals that had dispensers with one reservoir empty had a significantly lower incidence (by 33%) compared to the controls. Trypanosomosis incidence was therefore not associated with

the working status of the dispenser since the animals that had good dispensers would be expected to have lower incidence. The other variables retained in the model were sex (males had higher incidences than females) and herd size. Herd size was forced into the model despite being insignificant to control for the differences in the size of herds used in the study.

Because the interaction term between area and season was significant, the effects of area or season could not be interpreted as independent effects. Table 3 shows the format used in interpreting the combined effect. The parameters for area, season and interaction term were multiplied (as the model is presented in the multiplicative scale) and the product used for interpretation. The product shows that the incidence of trypanosomosis increased in the dry than the wet season in Nkineji but increased slightly in the wet than the dry season in Nkuruman.

Table 2. Outputs from a Weibull model showing the adjusted effect of the tsetse repellent technology with the time-to-occurrence of trypanosomosis being the dependent variable

variable	Level	HRR		P
		Estimate	95 % CI	
Protection levels	Good	0.94	0.67, 1.30	0.69
	One reservoir empty	0.67	0.49, 0.91	0.01
	Both reservoirs empty	0.87	0.68, 1.13	0.31
	Control	1.00		
Sex	Male	1.23	1.06, 1.44	0.01
	Female	1.00		
Herd size		1.00	0.99, 1.01	0.96
Season	Wet	0.67	0.57, 0.80	0.00
	Dry	1.00		
Area	Nkuruman	1.55	0.70, 3.54	0.30
	Nkineji	1.00		
Area*Season	Wet*Nkuruman	1.59	1.17, 2.17	0.00
Other parameters				
$\ln \rho$		0.40	0.34, 0.45	0.00
$\ln \theta$		-2.99	-4.11, -1.87	0.00
ρ		1.48	1.40, 1.57	
$1/\rho$		0.67	0.64, 0.71	
θ		0.05	0.02, 0.15	

Log Likelihood = -1329.6, HRR stands for hazard rate ratio, ρ is the shape parameter of the Weibull distribution showing the trend of the baseline hazard, θ is the variance of the gamma distribution that accounts for shared frailty at the herd level

Table 3. Interpretation of the interaction term between area and season obtained from the Weibull model shown in Table 2

Fixed effects			Parameter estimates			Interpretation ^b
Area	Season	Interaction ^a	Area	Season	Interaction	
Nkuruman	Wet	1	1.55	0.67	1.59	1.65
Nkuruman	Dry	0	1.55	1.00	1.00	1.55
Nkineji	Wet	0	1.00	0.67	1.00	0.67
Nkineji	Dry	0	1.00	1.00	1.00	1.00

^a Dummy variable signifying interaction between area and season

^b Obtained by multiplying the parameter estimates (alternatively, if parameter estimates are not exponentiated, this is be obtained by adding them)

Discussion

The development of the tsetse repellent technology was based on the fact that tsetse show approaching or avoiding behavior to different odor stimuli as they are able to discriminate against different odors (Voskamp *et al.*, 1999). Previous studies identified a number of compounds including lactic acid, acetophenone, 2-methoxyphenol that were able to reduce trap catches of *Glossina pallidipes* and *G. morsitans* (Vale 1979; Vale 1980; Vale *et al.*, 1988; Gikonyo *et al.*, 2002). However, few studies had been done to test the effect of the repellents when used on hosts. Torr *et al.* (1996) showed that tsetse repellents such as pentanoic acid, 2-methoxyphenol, hexanoic acid and aceto-phenone were not effective in reducing tsetse challenge on hosts. The findings reported by Torr *et al.* (1996) are consistent with the results obtained from the present study.

The Weibull model did not find a significant association between the working status of the dispenser and the incidence of trypanosomosis. In fact the analysis showed that the incidence of the disease was lower in the group of animals that had defective (on average) dispensers. This observation is consistent with that described by Torr *et al.* (2006) that close-range orientation of tsetse towards a host is made without regard to its smell but by an individual host's defensive behaviour; our results imply that tsetse did not discriminate between animals that had good dispensers, hence were expected to work effectively, from those that had faulty ones. Previous reports on the mode of action of the technology indicate that its effectiveness at the animal-level depends on the level of coverage achieved at the herd level. We found that animals that had good dispensers always belonged to herds that had relatively high proportions of good dispensers. This implies that the expected levels of protection enjoyed by such animals (tagged 'good' in the Weibull model) included both the individual animal's protection (from their good dispensers) and that from its contemporaries.

The rate of damage of the dispensers was higher in Nkuruman than in Narok, probably because Nkuruman is in a semi-arid area where maximum temperatures can be quite high (up to 40°C compared to 30°C in Nkineji). When estimating the expected efficacy of the technology at the herd level, we assumed that its efficacy for the individual animal declined by 10-50% if it lost the repellent in one reservoir, compared with full efficacy of both reservoirs having repellent. Expert opinion however suggests that the efficacy of a repellent would not decline by more than 10% when its dose is reduced by 50% (G. Vale. personal communication). The predictions in this analysis reveal that there is marginal reduction in the herd level efficacy with the change in the expected relative efficacy of the repellent in one reservoir. More work is merited to ascertain the variation in the efficacy of the technology with the change in the dose of the repellent.

Conclusion

This study was formulated to evaluate the full repellent technology package as ICIPE reported Phase I and II trials conducted earlier gave favourable results. The results show that the prototype repellent technology was not effective in reducing trypanosomiasis incidence under typical field conditions, and that this finding is not affected by the frequent damage recorded to the dispensers and their poor mechanical performance. The current version of the prototype technology therefore does not yet offer an adequate level of protection to merit further development as a commercial product.

Acknowledgements

We thank the technical staff of Trypanosomiasis Research Centre, KARI, ICIPE and the enumerators for the role they played in data collection. We also thank the herders and who provided cattle herds for the trial. The work was funded by the International Fund for Agricultural Development under Technical Assistance Grant No. 554.

References

- Bekure, S., de Leeuw, P.N., Grandin, B.E., Neate, P.J.H., (1991). An analysis of the livestock production system of Maasai pastoralists in eastern Kajiado district, Kenya. Technical Report, Nairobi, Kenya.
- Dohoo, I., Martin, W., Stryhn, H., (2003). Controlled trials. Veterinary Epidemiologic Research, AVC Inc, PEI, Canada. pp 185 – 205.
- ILRI/ICIPE, (2003). Enhancing the diffusion of new tsetse control technologies for improved livestock health and productivity in smallholder indigenous communities of sub-Saharan Africa. Implementation Progress Report No. 2, October 1, 2002 – September 30, 2003.
- Jaetzold, R., Schmidt, H., (1983). Farm management handbook of Kenya. Vol. II. Natural conditions and farm management information, Part B, Central Kenya (Rift Valley and Central Provinces). Ministry of Agriculture and German Agricultural Team, Nairobi.
- Saini, R., Hassanali, A., (2002). Attractants and repellents for tsetse - where do we go from here? Integrated Vector Control including synergistic use of drugs and bait technologies for the control of trypanosomiasis and tick borne diseases. Proceedings of the joint ICTTD-2/ICPTV Workshop held between 10-12th April 2002 at the Institute of Tropical Medicine, Antwerp, Belgium. FAO, pp 31-32.
- Gikonyo, N. K., Hassanali, A., Njagi, P. G. N., Gitu, P. M., Midiwo, J. O., (2002). Odour composition of preferred (buffalo and ox) and non-preferred (waterbuck) hosts of some savannah tsetse flies. *Journal of Chemical Ecology*, **28**: 969 – 981.
- Torr, S.J., Mangwiro, T.N.C., Hall, D.R., (1996). Responses of tsetse flies (Diptera: Glossinidae) to synthetic repellents in the field. *Bulletin of Entomological Research*, **86**, 609-616.
- Torr, S.J., Mangwiro, T.N.C., Hall, D.R., (2006). The effects of host physiology on the attraction of tsetse (Diptera: Glossinidae) and *Stomoxys* (Diptera: Muscidae) to cattle. *Bulletin of Entomological Research*, **96**: 71 – 84.
- Vale, G.A., (1979). Field responses of tsetse flies (Diptera: Glossinidae) to odours of men, lactic acid and carbondioxide. *Bulletin of Entomological Research*, **69**: 459 – 467.
- Vale, G.A., (1980). Field studies of the responses of tsetse flies (Glossinidae) and other Diptera to carbon dioxide, acetone and other chemical. *Bulletin of Entomological Research*, **70**, 831 – 842.

- Vale, G.A., Hall, D.R., Gough, A.J.E., (1988). The olfactory responses of tsetse flies, *Glossina* spp, (Diptera: Glossinidae), to phenols and urine in the field. Bulletin of Entomological Research, **78**: 293 – 300.
- Voskamp, K.E., Everaarts, E., Den Otter, C.J., (1999). Olfactory responses to attractants and repellents in tsetse. Medical and Veterinary Entomology, **13**: 386 – 392.

HUMAN AFRICAN TRYPANOSOMIASIS (HAT)
TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE (THA)

(RESUME (fr) EDITE)

**POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS**

301

**FIVE YEARS OF SLEEPING SICKNESS CONTROL PROGRAM IN YEI
COUNTY (SOUTH SUDAN) – NEW CHALLENGES**

**CINQ ANS DE MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LA
MALADIE DE SOMMEIL DANS LE COMTE DE YEI AU SUD-SOUDAN :
NOUVEAUX DEFIS**

James Mwanza; Stephen Macharia; Jochen Burkle; Jose Ramon Franco

MALTESER INTERNATIONAL YEI, SOUTH-SUDAN
P.O. Box 66587, Westland's, 00800 Nairobi, Kenya
+254-20-2010487; Fax No. +254-20 4347587.
E-mail: jochen.burkle@malteser-africa.org

Résumé

Malteser a mis en œuvre depuis 2002 le Programme de lutte contre la maladie du sommeil dans le Comté de Yei. L'objectif était de pouvoir effectuer le diagnostic et le traitement de la maladie et réduire sa prévalence. La mise en œuvre du programme a été réalisée en trois phases. La première phase consistait à mettre en place les infrastructures appropriées, renforcer les capacités de diagnostic, administrer le traitement et assurer le suivi des cas de THA. La deuxième phase consistait à étendre les activités à la sensibilisation sur les cas actifs. La troisième phase visait le maintien la prévalence de la THA à moins de 0,5% grâce à la surveillance épidémiologique. On a eu recours au dépistage actif et passif pendant ces 5 années. Le dépistage actif a permis d'effectuer une détection précoce, d'administrer le traitement et d'avoir une idée de la prévalence par village. Trois séries de dépistage actif dans chaque village ont montré une baisse de la prévalence, allant de 4,1% en 2003 à 0,39% vers la fin 2005. A partir de 2006, un nombre croissant de cas ont été signalés et traités à Yei à cause de la clôture des précédents programmes de contrôle dans les comtés voisins. En 5 ans d'activités de lutte, les résultats du traitement (étape 1 et 2) étaient satisfaisants avec (98,7%) des patients qui ont achevé le traitement avec succès ; 0,9% de traitement irrégulier ; 0,3% de décès et 0,2% d'évadé. La contribution de la lutte contre le vecteur à la réduction de la transmission du parasite ne peut pas être évaluée. Le dépistage actif est une bonne stratégie là où des cas sont détectés très tôt et le traitement facilement administré. Les activités de contrôle devraient être maintenues afin d'intégrer la maladie du sommeil dans les services de santé existants, en particulier au niveau de PHC, et d'associer le service de santé publique dans les efforts de la suppression progressive des programmes verticaux mis en œuvre par les organisations non-gouvernementales.

Summary

Malteser has implemented sleeping sickness control program in Yei County since 2002. Objective was to provide access to diagnosis and treatment and to reduce prevalence of the disease. The programme strategy has been implemented in 3 phases.

Phase 1 involved setting up adequate infrastructure and building up capacity for diagnosis, treatment and follow up of HAT cases. Second phase was to expand the activities to outreach through active case finding. Third phase was to maintain the prevalence of HAT to less than 0.5% through epidemiological surveillance. Active and passive screening has been used during those 5 years. Active screening enabled early detection and treatment and gave a picture of the prevalence per village. Three rounds of active screening in each village have shown a decreased prevalence from 4.1% in 2003 to 0.39% by the end of 2005. From 2006, an increasing number of cases have been reported and treated in Yei due to the closure of former effective control programs in neighboring counties. In the 5 years of control activities, treatment outcome (stage 1 and 2) has been good with (98.7%) of the patients completing treatment successfully, 0.9% irregular treatment, 0.3% died and 0.2% absconded. Contribution of vector control in reduction of parasite transmission cannot be quantified. Active screening is a good strategy where cases are detected early and treatment easily administered. Control activities should be maintained with the view of integrating sleeping sickness into existing health services particularly at PHC level and involving the governmental health system in the light of phasing out vertical programs implemented by NGOs.

Introduction:

Malteser has implemented a Sleeping sickness control program in Yei County since 2002. Objective was to provide access to diagnosis and treatment and to reduce prevalence of the disease. Programmatic strategy has been implemented in 3 phases. Phase 1 involved setting up adequate infrastructure and building up capacity for diagnosis, treatment and follow up of HAT cases. Second phase was to expand the activities to outreach through active case finding. Third phase was to maintain the prevalence of HAT to less than 0.5% through epidemiological surveillance.

The objective of the Malteser Sleeping Sickness Project to control HAT in Greater Yei County has been achieved and the current overall prevalence in the area is below 0.5%, without any foci village reaching prevalence above 1%. The current strategy of Malteser is to maintain capacities of diagnosis and treatment in Yei (also for referrals from neighbouring counties) and establish a surveillance system able to detect changes in the prevalence in the area.

Since March 2006 the number of patients (stage 1 & 2) continuously increased, due to the fact that another NGO led Sleeping Sickness Control Project based in Ibba and Kotobi closed after 7 years of effective control activities. The closure was due to the fact that Sleeping sickness in Maridi and Mundri County was in a post-emergency level. However, it was reported that there were some areas with prevalence of 1%. For stage 2 patients the nearest access to care was Yei, 200km away. Moreover, the number of returnees expected was an additional factor to potentially destabilise the evolution and empower re-emergence of sleeping sickness due to the increase of the population at risk.

Screening:

Active and passive screening has been used to detect cases during those 5 ½ years of Sleeping Sickness control in Yei county.

Table 1: No. of people screened, number of cases and infection rate from March 2002 to August 2007:

			2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Active	Total screened		0	35,577	45,461	40,742	6,752	2,413	130,945
	new cases	Stage 1	0	224	214	92	6	7	543
		Stage 2	0	93	35	17	5	0	150
		Not staged	0	2	3	0	0	0	5
		Total	0	319	252	109	11	7	698
Passive	Total screened		12,031	11,371	12,453	6,848	8,028	1,531	52,262
	new cases	Stage 1	193	88	77	32	28	23	441
		Stage 2	296	116	66	43	113	70	704
		Not staged	0	0	1	0	0	0	1
		Total	489	204	144	75	141	93	1,146
Total	Total screened		12,031	46,948	57,914	47,590	14,780	3,944	183,207
	new cases	Stage 1	193	312	291	124	34	30	984
		Stage 2	296	209	101	60	118	70	854
		Not staged	0	2	4	0	0	0	6
		Total	489	523	396	184	152	100	1,844
	Prevalence		4.1%	1.1%	0.7%	0.4%	1.0%	2.7%	1.0%

Active screening enabled early detection and treatment and gives a picture of the prevalence per village. Three rounds of active screening in each village have shown a reduced prevalence from 4.1% in 2003 to 0.39% by the end of 2005. From 2006, an increasing number of cases have been reported and treated in Yei due to the influx of patients from neighboring counties. The prevalence calculated from the number of cases passively screened in Yei increased to 1.03% in 2006 and 2.7% in 2007. However, this should be interpreted with caution because the population at risk from area outside Yei has not been taken into consideration. Many patients are reporting from Western Equatoria (Mundri/Maridi). After the closure of the neighboring control program (March 2006), treatment of stage I was integrated in Maridi civil hospital and Lui hospital in Mundri County but still Yei treatment centre remained the only centre which has been treating both - stage I and stage II - cases within the entire region Yei, Mundri, Maridi.

Case diagnosis and treatment:

In the 5 years of control activities in Yei County, treatment outcome (stage 1 and 2) has been good.

From 2002 to August 2007, 2013 patients have been treated in Yei treatment centre. Out of the total, 48% of the new cases are stage 1 and 42% stage 2.

Table 2: Patients staged and treated in Yei treatment centre from March 2002 to August 2007:

Disease stage	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL*	
Total	506	544	423	209	201	130	2013	
Stage 1	193	312	291	124	34	23	977	48.53%
Stage 2	296	209	101	60	118	70	854	42.42%

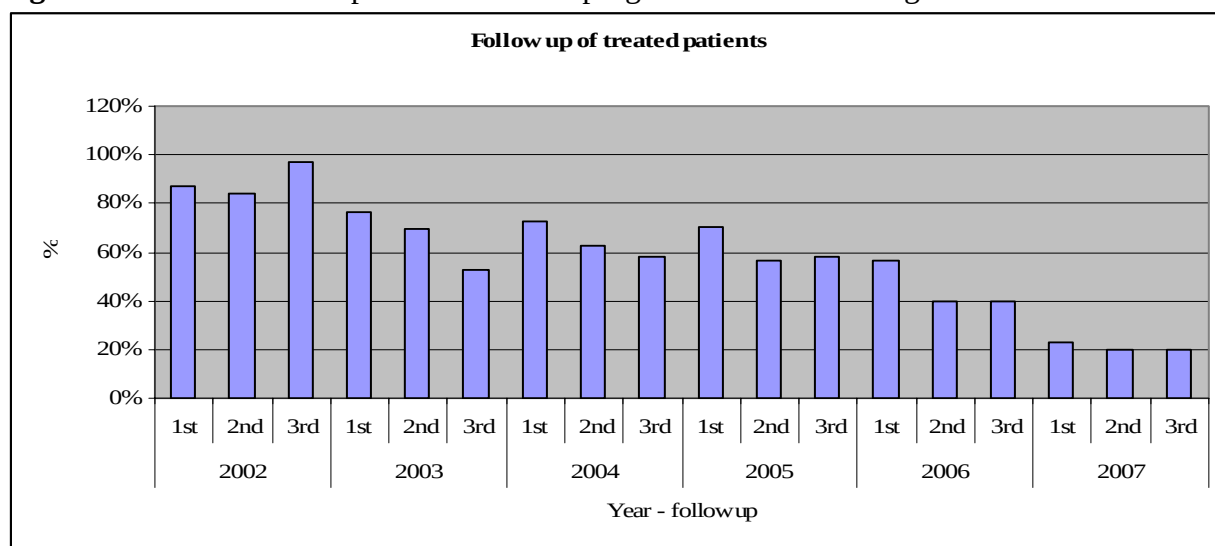
Relapse 1	16	23	28	21	41	29	158	7.85%
Relapse 2	1	0	3	4	8	8	24	1.19%

Out of 2,013 patients treated in the centre, 182 (9.0%) patients were relapses. This also includes relapses which were previously treated elsewhere and which came for follow-up to Yei.

Follow up of patients:

Follow up is scheduled for 2 years after treatment, with 3 controls done at 6, 12 and 24 months. Active follow up was done until end of 2005.

Figure 1: Patients follow up in Malteser Yei program from 2002 – August 2007



The attendance for the controls as scheduled in the program dramatically reduced in 2006 and in 2007. This is because the patients were advised to self report for follow up visits and had to come from far distances. On average, 57% of all the patients treated have come for follow up.

Table 3: Performance of follow up per schedule from March 2002 – August 2007:

		Total	Done	Not done	% Follow up	Relapses	% Relapses
Total	1st (6 months)	2124	1475	649	69%	42	3%
	2nd (12 months)	2129	1238	891	58%	58	5%
	3rd (24 months)	1994	989	1005	50%	56	6%
	Average	6247	3571	2045	57%	156	4%

156 of the cases followed up were first relapses and 26 second relapses, which were treated according to the program's second line treatment schedule.

Utilization of drugs:

Pentamidine has been used to treat stage 1 and DFMO has been used as a first line drug for stage 2. All stage 1 were treated using Pentamidine except 6 patients who were enrolled in DB 289 clinical trial and who received the study drug (a derivate from Pentamidine given per os under Phase III trial). Stage 2 relapses were treated with Melarsoprol or combination DFMO plus Melarsoprol.

Treatment Success:

Majority of the patients (98%) completed treatment successfully. However, 0.8% had irregular treatment due to some complications, 0.5% died during treatment and 0.2% absconded treatment.

Table 4: Outcome of treatment based on the stage of the disease from March 2002 to August 2007:

	Stage 1	Stage 2	Total	%
Treatment complete	975	1007	1982	98.5%
Treatment irregular	1	16	17	0.8%
Died	0	10	10	0.5%
Absconded	1	3	4	0.2%
Total	977	1036	2013	

The case fatality increased in 2007. This is most likely attributed to long distance referral and reporting from Mundri/Maridi resulting in late treatment and increase chances of complication during treatment. In general, case fatality has been low compared to other programs in Southern Sudan. This could be due to the use of DFMO for 14 days which showed good treatment results for stage 2 disease. The application of DFMO and all stage 2 drugs as well the application of Pentamidine as the safer drug to treat sleeping sickness (in stage 1) require dedicated and skilled personnel, good management and good logistics.

New Challenges:

In March 2006, Malteser started receiving cases of sleeping sickness from Mundri and Maridi at the Yei Sleeping Sickness Treatment Centre. The number of cases increased progressively from then to August 2007. So far, in total 187 cases originating from those counties, have been treated in Yei (which is 64% of the total number of cases treated in Yei during the same period).

Table 5: Cases (new cases and relapses) seen in Yei SS Treatment Centre, according to their origin March 2006 – August 2007:

2006 (10 months)	Yei	Mundri	Maridi	*Others	Total
New cases treated: Stage 1	19	10	1	2	32
New cases treated: Stage 2	44	55	6	16	121
Suspects before: Stage 1	2	1	0	0	3
Suspects before: Stage 2	0	5	0	0	5

Relapses treated: Relapse 1	17	17	4	6	44
Relapses treated: Relapse 2	2	3	1	2	8
Total cases treated	84	91	12	26	213

2007 (8 months)	Yei	Mundri	Maridi	*Others	Total
New cases treated: Stage 1	6	10	1	2	19
New cases treated: Stage 2	18	42	2	10	72
Suspects before: Stage 1	0	1	0	0	1
Suspects before: Stage 2	1	1	0	0	2
Relapses treated: Relapse 1	5	16	2	3	26
Relapses treated: Relapse 2	1	3	2	2	8
Total cases treated	31	73	7	17	128

**others: Mvolo, Yambio, Bor, Juba, Kajokeji, Magwi, Uganda*

Former very effective HAT control activities in Mundri and Maridi Counties lasted from 1999 – 2006, when more than 170.000 people were screened and more than 6.000 cases were identified and treated². Sleeping sickness activities were taken over by Lui- and Maridi Hospitals, by then run by Samaritan Purse (SP) and Aktion Afrika Hilfe (AAH) respectively; qualitative diagnosis and stage 1 treatment is currently performed there. Stage 2 cases and relapses were referred to the Yei Treatment Centre. Active case finding was discontinued already at an earlier control stage. Considering the long distances from Maridi and Lui to Yei and the limited public transport means, many referred patients end up not reaching the treatment centre in time or even not at all. Under-reporting is expected considering the low coverage of qualitative health services in the respective rural areas.

Recent data on provenance of cases by village (mapping) collected by Malteser in 2006/07 revealed a widespread distribution of occurrence all over the former controlled area in Mundri County, however patients from areas Lui, Lazoh, Mundri town and Kotobi total up to almost half of County's total in the two years. A smaller number of cases originates from Maridi County, with no significant geographical agglomeration. More reliable data on prevalence can only be obtained by active case finding.

The authorities at County-, State and GoSS level have been informed about the situation. However the establishment of an operative national structure in South Sudan (National HAT Control Program or similar) and its presence on county level is still ongoing. Sustainable integration of control measures i.e. surveillance could not be

² Source: Tripanosomiasis Project. Summary Report 1999 – 2006, MSF-F Western Equatoria, Sudan.

achieved by the implementing organisations so far being successful in the fight against HAT as an epidemic due to the lack of counterparts.

Way forward:

- ❖ Determination of prevalence, mapping and enhanced case detection by initiation of active reactive screening (starting at villages with highest occurrence of self reported cases)
- ❖ Treatment of stage2 patients for all 3 counties to be continued in Yei (with adequate facilities)
- ❖ Joint effort of all stakeholders in HAT control in South –Sudan (MoH, WHO, MsF, Merlin, Malteser, Diocese of Lui; other NGOs) to overcome the situation; a first coordination meeting was held in early September
- ❖ Supply of sufficient stock on DFMO, Melarsoprol and Pentamidine and CATT
- ❖ Intensified / refresher training of key health/ lab personnel in diagnosis of HAT at Lui-and Maridi hospital
- ❖ Training of key health personnel at Lui-and Maridi hospital in treatment of Stage 2 patients with DFMO and continuous training on the job by seconded experienced personnel
- ❖ Support to referral system between Maridi, Lui and Yei until above measures implemented
- ❖ Qualified personnel appointed by the MoH and dispatched to each county with HAT occurrence can be integrated within existing programs receiving training in all aspects of HAT control.
- ❖ Definition of responsibilities in surveillance with all committed stakeholders (County health dept. / MoH, NGOs, PHC level, communities)

Conclusion:

The described experience from Yei and the surroundings areas made it obvious that HAT will remain an important health problem in some communities or foci areas of Equatoria; unless sustainable control- and surveillance structures exist and become integrated the in county's health administration and in PHC- and secondary health facilities. Continuous sensitization of the affected population, early case detection, active reactive screening and access to effective treatment are the major components and if a surveillance system is strongly implemented the ongoing support required can be kept to a minimum compared with the high input required for responses in case of resurgence of the epidemic.

(RESUME (fr) EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

302

PHASE III TRIAL OF PAFURAMIDINE MALEATE (DB289), A NOVEL, ORAL DRUG, FOR TREATMENT OF FIRST STAGE SLEEPING SICKNESS

TEST DE LA PHASE III DU MALEATE DE PAFURAMIDINE (DB289), UN MEDICAMENT NOUVEAU PAR VOIE ORALE POUR LE TRAITEMENT DE LA MALADIE DU SOMMEIL AU PREMIER STADE

*G. Pohlig¹, S. Bernhard¹, C. Olson², A. Mpanya Kabeya³, J.-P. Fina Lubaki⁴, A. Mpoo, Mpoto⁴, G. Kambau Manesa Deo⁵, F. Mbo Kuikumbi³, A. Fukinsia Mintwo³, A. ayeyeMunungi³, J. Tito Bage⁶, S. Macharia⁷, C. Miaka Mia Bilenge³, V. Kande Betu Ku Mesu³, J.Ramon Franco⁷, N. Dieyi Dituvanga⁶ & C. Burri¹

¹ Swiss Tropical Institute, Switzerland;

² Immtech Pharmaceuticals Inc., USA;

³ Programme Nationale de Lutte contre la Trypanosomiase Humaine Africaine, D.R. Congo;

⁴ Evangelic Hospital Vanga, D.R. Congo;

⁵ Evangelic Hospital Kikongo, D.R. Congo;

⁶ Instituto de Combate e de Controlo das Tripanossomíases, Angola;

⁷ Malteser International Yei, South Sudan

Résumé

Peu de médicaments sont disponibles pour le traitement de la maladie du sommeil et aucun n'est applicable par voie orale. Après des tests pré-cliniques couronnés de succès, le pro-médicament pafuramide a été sélectionné en 2000 par le Consortium pour la Découverte de Médicaments Parasitocides, dirigé par l'Université de la Caroline du Nord, Chapel Hill, Etats-Unis, pour la mise au point du médicament contre la maladie du sommeil au premier stade.

Ce produit a fait l'objet d'une évaluation approfondie pendant plusieurs tests cliniques de Phase I (volontaires sains) et de Phase II (preuve du concept chez des patients). Ces études ont démontré l'efficacité et la bonne tolérance de la pafuramide, en particulier par rapport à la pentamide. Cependant, lors des tests de Phase II, les dosages de pafuramide ont dû être augmentés de 5 à 10 jours pour une efficacité prolongée.

Un protocole pour un test de confirmation de Phase III a été élaboré en étroite collaboration avec la FDA des Etats-Unis. Cette étude ouverte, randomisée, contrôlée, comparant la pafuramide à la pentamide a débuté en août 2005. Les patients étaient

recrutés dans six centres: quatre en RDC, un au Sud-Soudan et un en Angola. Le recrutement de 250 patients, composé de femmes enceintes et d'autres allaitantes, a été réalisé en janvier 2007. Le suivi des patients durera deux ans. Une analyse intérimaire du DSMB est prévue pour juin 2007, lorsque la moitié des sujets aura effectué l'examen de suivi de 12 mois. Si le résultat de cette analyse est satisfaisant, un dossier pour l'enregistrement auprès de la FDA sera préparé.

Summary

Only a limited number of drugs are available for treatment of sleeping sickness and none of them is applicable by the oral route. After successful preclinical testing, the oral prodrug pafuramidine was selected by the consortium for parasitic drug discovery led by the University of North Carolina, Chapel Hill, USA, for clinical development against first stage sleeping sickness in the year 2000. The compound underwent extensive evaluation in several Phase I (healthy volunteers) and Phase II (proof of concept in patients) clinical trials. These studies demonstrated efficacy and good tolerability of pafuramidine, particularly as compared to pentamidine. However, in the Phase II trials the dosing regimen for pafuramidine needed to be extended from 5 to 10 days in order to achieve sustained efficacy. A protocol for a pivotal Phase III confirmatory trial was developed in close collaboration with the US FDA and this open-label, randomized, controlled study comparing pafuramidine with pentamidine was initiated in August 2005. Patients were enrolled in four centers in the Democratic Republic of Congo and in one center each in Angola and South Sudan. Enrolment of the target number of 250 patients, including pregnant and lactating women, was reached in January 2007. The patients will be followed up for two years. An interim analysis by the DSMB is planned in June 2007 after half of the recruited subjects have undergone the 12 months follow up exam. Should the outcome of this analysis be satisfactory, a registration dossier for submission to the US FDA will be prepared.

Background:

Only a limited number of drugs are available for treatment of Human African Trypanosomiasis (HAT) and none of them is applicable by the oral route. After extensive and successful preclinical testing, the oral prodrug pafuramidine was selected by the Consortium for Parasitic Drug Discovery (CPDD) led by the University of North Carolina, Chapel Hill, USA, for clinical development against first stage *T.b.gambiense* sleeping sickness in the year 2000.

The compound underwent evaluation in Phase I studies (healthy volunteers) to assess its safety, tolerability and pharmacokinetics. Generally, the administration of pafuramidine in humans was well tolerated. Reported adverse events in both the pafuramidine and placebo group were of mild or moderate intensity.

A series of three Phase II trials (proof of concept) were executed to assess the efficacy and safety of pafuramidine in the treatment of first stage *T.b. gambiense* sleeping sickness. The studies demonstrated good tolerability of the drug, particularly as compared to the control pentamidine. No SAEs related to pafuramidine were reported and no major safety issues were identified. However, in the Phase II trials the dosing regimen for pafuramidine needed to be extended from 5 to 10 days in order to achieve sustained efficacy. The following Table summarizes the efficacy data of the Phase II trials.

Table 1: Results Phase II trials

	Phase IIa	Phase IIb		Phase IIb-2
	DB289	DB289	Pentamidine	DB289
Treatment Completed	29	40	41	30
Treatment Failures	2	5	0	0
Relapses	5	0	1	3
Fatalities during Follow-up	0	1	1	1 (relapse)
Cure Rate	76%	85%	95%	90%

The results from the Phase II studies justified the conduct of a Phase III program. A protocol for a pivotal Phase III confirmatory trial was developed in close collaboration with the US-FDA. Since reproductive, juvenile and genetic toxicology studies of pafuramidine in animals and *in vitro* have not indicated any embryo or fetal toxicity, or other effects on reproductive function of adult male and female rats or rabbits, it was permitted to include pregnant and lactating women in the Phase III trial. Also, adolescents ≥ 12 years of age were allowed to participate as long as a safety follow-up after 3 months was performed. Younger children should be studied in separate protocols.

International Randomized Controlled Phase 3 Trial of DB289 versus Pentamidine for the Treatment of First Stage Human African Trypanosomiasis

Design & Methods

This Phase III study is conducted as a multicenter, multi-country, open label (Sponsor blinded), parallel-group, comparator controlled, randomized clinical trial. The primary objective is to compare the efficacy, safety and tolerability of pafuramidine maleate versus intramuscular pentamidine for first stage HAT caused by *T. b. gambiense*. The secondary objectives, addressed in a sub-study, are to assess efficacy, safety and tolerability of pafuramidine versus intramuscular pentamidine in pregnant and lactating female subjects and to assess the pharmacokinetic profile of DB289 (pafuramidine) and its metabolite DB75 in plasma and milk of this population.

Male and female subjects aged between 12 and 65, with a minimal weight of 30 kilos and a confirmed first stage *T.b. gambiense* sleeping sickness infection (i.e. detection of parasite in blood and/or lymph, absence of trypanosomes from the CSF and WBC count $\leq 5 \text{ mm}^{-3}$) were included in four centers in the DRC, and one center each in Angola and South Sudan. Patients with clinical relevant medical conditions and significant abnormal laboratory values were excluded from the trial.

A total of 250 subjects satisfying the inclusion and exclusion criteria was planned to be enrolled in order to obtain approximately 200 clinically evaluable subjects in the Per Protocol population at the primary endpoint (12 months post treatment). Patients

were randomly assigned (1:1) to either one of the following treatment regimens: 100 mg pafuramidine (DB289) orally twice a day for 10 days or 4 mg/kg pentamidine daily intramuscular injection for 7 days. Regular examinations for detection of treatment-emergent signs and symptoms, including ECGs tracing and biochemistry parameter measurements were performed during and after treatment.

Subjects were followed up with complete parasitological (including lumbar puncture, WBC counts) and physical examinations at 3, 6, 12 and 18 months after treatment. At the 24 month follow-up an oral interview and a physical examination are performed and if possible also parasitological examinations incl. lumbar puncture.

Pharmacokinetic blood and milk samplings were collected in female pregnant and lactating patients randomized to treatment with pafuramidine, in order to assess the DB289/75 plasma and milk levels. Three samples were collected between day 6 and day 11: one sample pre-dose, one sample 4-6 hours post dose, the third sample 24 hours after the last dose.

The primary efficacy endpoint of the study is the clinical and parasitological cure 12 months after completion of treatment. A secondary endpoint is the parasitological cure, clinical cure, probable relapse, relapse and death rates at the End of Treatment and at the 3, 6, 18 and 24 month evaluation, with the exception that at the 24 month evaluation clinical cure will be considered equivalent to the parasitological cure.

With respect to the safety assessment, adverse events, laboratory results, vital sign measurements, physical examinations and the use of any concomitant medications upon the End of Treatment examination will be evaluated. Adverse events reported between the End of Treatment and 30 days post treatment will be assessed, as well as Serious Adverse Events (SAEs) regardless of the time relative to the completion of treatment.

Interim Analysis

An interim analysis by the DSMB of the trial was to be conducted when one-half of the enrolled subjects had reached the 12 month post treatment endpoint. The Sponsor will remain blinded to these data. Based on the interim results, the DSMB could make appropriate recommendations to the Sponsor regarding continuation of the study.

Results

Recruitment of patients started in August 2005 and lasted until March 2007. It was hampered by different political and medical events, such as the presidential elections in DRC, the infiltration of South Sudan by LRA rebels and the outbreak of a Marburg virus epidemic in Angola.

By March 2007 a total of 273 patients were included: 10 patients in Yei, South Sudan, 21 patients in Maluku, DRC, 91 patients in Vanga, DRC, 93 patients in Kikongo, DRC, 43 patients in Bandundu, DRC, and 15 patients in Uíge, Angola.

Preliminary Efficacy Results (not assigned to treatment groups)

At the end of August 2007, a total of 7 relapses were observed (4 in DRC, 2 in Angola and 1 in South Sudan). Relapses were treated with rescue treatment melarsoprol or eflornithine according to the guidelines of the respective National control programs. One patient received pentamidine treatment. The number of probable relapses, i.e. patients without parasitological evidence of relapse but more than 20 WBCs/mm³ in CSF,

was N=5, all occurred in DRC. According to Protocol, patient classification is based on the Draft WHO Informal Consultation (2004); these patients were treated with rescue treatment as well. Five patients (all from DRC) were classified as uncertain evolution, showing a WBC count of 5-20 cells/mm³ in the CSF but no trypanosomes either in the blood or in the CSF. These patients will be observed thoroughly in additional follow-ups. Only one treatment failure was reported from the study site in Angola. This patient was re-treated with eflornithine.

Preliminary Safety Results (not assigned to treatment groups)

Safety and tolerability in both treatment groups were comparable in frequency and nature to those seen in the Phase II studies. In total, 23 SAEs have been reported, but only one of the events was considered related to study drug. Only two of these SAEs occurred during treatment, all others were observed during the two year follow-up period of the patients. SAEs reported in adults were events like blindness due to onchocerciasis, death due to hemiplegia, abscess after injection with analgesics and encephalitis, prolonged hospitalization due to suspicion of gluteal abscess, allergy to ivermectin treatment, cellulitis, glomerulonephritis, wounds after a fight, tuberculosis and metabolic disturbances. Two deaths occurred after melarsoprol rescue treatment.

Five of the SAEs were observed in children of pregnant and lactating mothers. In the group of pregnant women (12 patients), one miscarriage and two SAEs (endometritis and a death of the newborn child) were reported. Within the lactating women (54 patients), seven SAEs were observed: three concerned the mother (ascites, placental retention 2x), three concerned the breastfed child (fatalities due to measles, malnutrition, pneumonia) and one concerned a stillbirth. All of these SAEs occurred during follow-up.

Safety assessment in the group of adolescents revealed one SAE, i.e. a glomerulonephritis. The additional biochemistry assessment for the adolescents scheduled 3 months after the treatment was well attended (15 out of 16 patient returned for the test). Laboratory parameters revealed no clinically significant values.

Follow-up rate

The follow-up examinations are very well attended. The total follow-up rates are about 90% in DRC and Angola and about 80% in South Sudan.

By the End of September 2007, 96% of the patients had attended the 3 month follow-up, 95% the 6 month follow-up and 93% the 12 month follow-up. Participation in the ongoing 18 month follow-up was 68% at the time of reporting. The 24 month follow-up has just started.

Pharmacokinetic sample collection, shipment and analysis

Plasma and milk samples were collected from all but one of the 28 lactating pafuramidine patients. Additionally, plasma samples from 5 pregnant women, treated with pafuramidine, were obtained. Samples were stored at -20°C at the centers until they were shipped for analysis. The determination of the concentration of pafuramidine (DB289) and its active principle DB75 is currently being done by Tandem Labs, Salt Lake City, USA.

Interim Analysis

The foreseen interim analysis was conducted by the DSMB in August 2007. All data collected through May 2007, including efficacy data from one-half of the enrolled subjects who had reached the 12 month post treatment endpoint, was evaluated by the DSMB. Based on these data, the DSMB recommended continuing the trial.

Conclusion

The ongoing pafuramidine (DB289) Phase III clinical trial is proceeding well. Recruitment has been completed and the two year follow-up of the patients is well on track. No major safety concerns were encountered to date. The final efficacy analysis will be performed after the last patient has undergone the 12 month follow-up visit (foreseen for March 2008). The interim analysis of the DSMB from August 2007 was based on the safety and efficacy data from one-half of the subjects who had undergone the 12 month follow up. The board had no objections to continue the study. Meanwhile preparations are ongoing to implement a Phase IIIb trial that shall assess the effectiveness of pafuramidine in first stage HAT under field conditions in rural vertical programs and public health structures.

Abbreviations used in the text

CPDD: Consortium for Parasitic Drug Discovery; CSF: Cerebrospinal Fluid; DRC: Democratic Republic of Congo; DSMB: Data Safety Monitoring Board; ECG: Electrocardiogram; FDA: Food and Drug Administration; HAT: Human African Trypanosomiasis; LRA: Lord's Resistance Army; SAE: Serious Adverse Event; USA: United States of America; WBC: White Blood Cells; WHO: World Health Organisation.

POUR CE DOCUMENT, SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

303

**TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIENSE: A-DIFLUOROMETHYLORNITHINE
(DFMO) TREATMENT FAILURE AMONGST FOLLOW-UP PATIENTS AT
OMUGO HEALTH CENTER, NORTHWEST UGANDA.**

**ECHEC DU TRAITEMENT DE LA TRYPANOSOMIASE A *T. B. GAMBIENSE*
AU -DFMO (DIFLUOROMETHYLORNITHINE) CHEZ DES PATIENTS SOUS
CONTROLE DU CENTRE DE SANTE D'OMUGO, AU NORD-OUEST DE
L'OUGANDA**

Matovu, E., Kazibwe, A., Boobo, A., Louga, A., Wamboga, C., Kansiime, F., Kioy, D.,
Maser, P., Seebeck, T. and Barret M.

Résumé

L'utilisation du DFMO (Difluorométhylornithine) a été adoptée pour le traitement de la phase nerveuse de la trypanosomiase humaine africaine (THA) au niveau de deux centres de traitement, dans les zones endémiques à *gambiense* au Nord-ouest de l'Ouganda en 2001. L'adoption de ce produit est intervenue suite aux taux élevés, atteignant jusqu'à 30 % d'échec du traitement de premier traitement au mélarsofol vers la fin des années 1990. Il y avait de plus en plus de preuves que les souches de parasites présentes dans le foyer étaient moins sensibles au mélarsofol, et le génotype associé avait en fait été retrouvé dans la zone. La raison principale du choix du DFMO était, cependant, l'observation selon laquelle certains cas traités avec ce merveilleux produit avaient réagi positivement. Dès lors, l'hôpital d'Omugo et de Yumbe a adopté le DFMO, tandis que les hôpitaux de Moyo et d'Adjumani, où aucun problème du genre n'avait été observé, ont continué d'utiliser le mélarsofol comme traitement de première ligne. Depuis 2004, nous avons suivi une cohorte de patients traités au centre de santé d'Omugo avec une dose-standard de DFMO de 400 mg/kg/jour (soit 100 mg/kg 4 fois par jour) pendant 14 jours. Par ailleurs, on a pu déterminer la présence de gènes mutants de *T. brucei* transporteur adénosine (TbAT1), qui sont associés à l'échec du traitement au mélarsofol. A ce jour, 21 patients sur les 150 (soit 14 %) contrôlés au moins une fois après la première hospitalisation, sont porteurs de trypanosomes et ont de nouveau été hospitalisés pour être traités. Chez tous les patients, les trypanosomes étaient confinés dans le système nerveux central, ce qui exclut toute possibilité de réinfection dans les 24 mois consécutifs à la période de suivi. Au même moment, aucun des prélèvements analysés ne contenait des mutants de TbAT1, ce qui est la preuve que le mélarsofol pouvait encore être efficace chez des patients sur qui les échantillons avaient été isolés. Dans la présente communication, nous explorons les raisons éventuelles du changement de la composition de génotype de TbAT1 au cours des cinq dernières années. Nous insistons également sur la nécessité d'évaluer régulièrement la stratégie de traitement de la THA sur la base d'un examen minutieux des preuves scientifiques existantes par rapport aux ressources disponibles pour la mise en œuvre de la stratégie.

Summary

Difluoromethylornithine (DFMO) for late stage Human African Trypanosomiasis (HAT) was introduced at 2 treatment centers in the gambiense endemic areas of Northwest Uganda in 2001. This followed high rates of treatment failure after the then first line melarsoprol therapy, peaking at 30% in the late 1990s. There was increasing evidence that parasite strains from the focus were less susceptible to melarsoprol and the associated genotype was indeed found to be circulating in the area. The major drive for the switch to DFMO however, was the observation that a few cases treated by this wonder drug had responded positively. Thus Omugo and Yumbe Hospital embraced DFMO, while Moyo and Adjumani hospitals where no similar problems were observed continued with melarsoprol as first line. Since 2004, we have followed a cohort of patients treated at Omugo Health Center with the standard DFMO regimen of 400mg/kg/day (100mg/kg QID) for 14 days. In addition, the presence of the *T. brucei* Adenosine Transporter (TbAT1) gene mutants that are associated with melarsoprol treatment failure was determined. To-date, 21 out of 150 patients (14%) followed at least once after first hospitalization have been found to harbour trypanosomes and re-admitted for treatment. In all patients, the trypanosomes were confined to the central nervous system, ruling out the possibility for re-infection within the 24month follow-up period. At the same time, none of the samples analysed were found to harbour TbAT1 mutants, indicating that melarsoprol could still be effective in patients from whom the samples were isolated. In this paper we explore the possible reasons for the shift in TbAT1 genotype composition during the past 5 years. We also present a case for regular review of the HAT treatment strategy based on careful consideration of prevailing scientific evidence, vis-à-vis the available resources for implementation.

Introduction

Human African Trypanosomiasis (HAT) continues to be of major public health importance in rural Uganda. Two endemic areas exist in the country: *T. b. rhodesiense* in the east and *T. b. gambiense* in the North-West. The former appears to be continuing its northward movement towards traditional gambiense areas. Treatment failures after melarsoprol therapy have been a major hinderance to effective management of late stage disease. In Uganda, 30% failure rates were reported at one treatment center. This subsequently led to replacement of the drug by Difluoromethylornithine at this center. The reasons behind melarsoprol treatment failure were reported to be reduced drug susceptibility, a result of alterations in the P2 transporter protein by which the drug as well as diamidines enter the parasite. Indeed there was a correlation between presence of mutations in the corresponding gene (*T. brucei* adenosine transporter, TbAT1) and occurrence of relapse after melarsoprol. Since its introduction in 2001, the efficacy of DFMO has not been well documented. Thus we initiated a study in which all persons treated at Omugo were to be monitored to confirm successful cure after 14 day treatment with the drug.

Objectives

1. To follow-up DFMO-treated patients so as to establish treatment success
2. To determine whether TbAT1 gene mutants that are associated with melarsoprol treatment failure were present in the infecting trypanosomes

Methods

We observed a cohort of patients treated at Omugo Health Center with the standard DFMO regimen of 400mg/kg/day (100mg/kg QID) for 14 days. This was by testing for presence of trypanosomes in cerebrospinal fluids at 6, 12, 18 and 24 months after DFMO treatment. Examination of the CSF was by double centrifugation technique as well as white blood cell counts in freshly collected samples.

For investigating the nature of TbAT1 gene, blood and CSF were collected upon the first diagnosis. DNA from these was prepared exactly as described (Matovu et al., 2001). PCR and RFLP analyses were also done as described in the same paper.

Results

One hundred fifty patients have so far been included in the study. Of these, 21 (14%) followed at least once after first hospitalization have been found to harbour trypanosomes and re-admitted for treatment. In all patients, the trypanosomes were confined to the central nervous system, ruling out the possibility for re-infection within the 24 month follow-up period.

PCR_RFLP analysis has revealed that all the 99 isolated analysed do not have the mutant type transporter. This is an unexpected results given that similar analysis of samples taken from the same center in the late 1990s revealed a mutant prevalence that coincided with melarsoprol treatment failure.

Discussion and conclusion

Melarsoprol was replaced by DFMO as first line at the Omugo treatment centre in 2001. This was in response to the alarming failures of the former. The utility of the longterm utility of DFMO could not be guaranteed. The drug is known to be trypanostatic rather than trypanocidal. This irreversible inhibitor of ornithine decarboxylase renders the cells unable to synthesize purines. Thus the population gets arrested so that the immune response clears the parasites. However, Hat on its own is immunosuppressive so that the patient may fail to successfully eliminate the arrested population of trypanosomes.

From the results here presented, TbAT1 mutants seem to be disappearing from the focus. This is also a surprising but good news to the control of HAT. From recent work at the same center, we can reliably infer that the circulating population is susceptible to melarsoprol. It is not clear whether the apparent disappearance of mutants is as a direct result of melarsoprol replacement. This drug doesn't seem to drive the spread of mutations since patients get hospitalised and are remain unable to carry out normal activities. Thus drug exposed trypanosomes have little chance of being picked by tsetse flies.

The observed DFMO treatment failure (14%) has been observed just 5 years after its introduction is rather disappointing. However, this was as expected due to reasons cited above. Continued dependence on this monotherapy could jeopardize HAT control. Basing on our results, the following are recommended:

Since there are few options for case management, monitoring for resistance to all drugs in use should be embraced as a routine activity. This can be achieved by a stringent patient follow-up to confirm cure, or regular genetic analysis of circulating trypanosomes for drugs whose mechanisms of resistance are known. The former should particularly be

at centre stage in all control programs. The importance of this strategy is for the policy makers to be able to review prevailing situations and react accordingly.

As an immediate response to the problem of resistance, rational drug use to delay an exposition of unmanageable cases. This can be achieved by combination therapy using existing drugs, particularly those believed to exhibit synergy or additive effects.

Acknowledgements

We acknowledge financial assistance from The WHO/TDR as well as the UBS-Optimus Foundation. This work will be expanded and submitted to a peer reviewed journal for publication.

References

- Legros, D., Evans, S., Maiso, F., Enyaru, J.C.K., Mbulamberi, D., 1999. Risk factors for treatment failure after melarsoprol for *Trypanosoma brucei gambiense* trypanosomiasis in Uganda. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 93, 439-442.
- Matovu, E., Mhairi, L. S., Geiser, F., Brun, R., Maser, P., Wallace, L. J. M., Burchmore, R., Enyaru, J. C. K., Barret, P., Kaminsky, R., Seebeck, T. and De Koning, H. P. (2003) The mechanisms of arsenical and diamidine uptake and resistance in *Trypanosoma brucei*. Eukaryotic Cell 2, 1003-1008.
- Matovu, E., Geiser, F., Schneider, V., Maser, P., Enyaru, J. C. K., Gallati, S., Kaminsky, R. and Seebeck, T., (2001) Genetic variants of the TbAT1 adenosine transporter in African trypanosomes in relapse infections following melarsoprol therapy. Molecular and Biochemical Parasitology 117, 73-82.
- Matovu, E., Enyaru, J. C. K., Seebeck, T., and Kaminsky, R. (2001) Drug resistance in *Trypanosoma brucei* spp., the causative agents of sleeping sickness in man and nagana in cattle. Microbes and Infection 3, 1-8.
- Matovu, E., Enyaru, J. C. K., Legros, D., Schmid, C., Seebeck, T., and Kaminsky, R. (2001) Melarsoprol refractory *T. b. gambiense* from Omugo, North Western Uganda. Tropical Medicine and International Health 6, 407-411.
- Matovu, E., Iten, M., Enyaru, J. C. K., Schmid, C., Lubega, G. W., Brun, R. and Kaminsky, R. (1997) Susceptibility of Ugandan *Trypanosoma brucei rhodesiense* isolated from man and animal reservoirs to diminazene, isometamidium and melarsoprol. Tropical Medicine and International Health 2, 13-18.

LA PRISE EN CHARGE DES PATIENTS ATTEINTS DE TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE A *T. B. GAMBIENSE* AU STADE INTERMEDIAIRE EN ANGOLA

TREATMENT AND FOLLOW UP PROCEDURES OF *TRYPANOSOMA B. GAMBIENSE* INFECTED PATIENTS IN THE INTERMEDIATE STAGE IN ANGOLA

Vatunga G¹, Bisser S², Bonnabau H², Preux PM², Josenando T¹

Instituto de Combate e Controlo das Tripanossomíases, ICCT, Luanda, Angola.

Institut d'Epidémiologie Neurologique et de Neurologie Tropicale de Limoges, France.

Summary

Human African trypanosomiasis (HAT) or sleeping sickness is a major public health problem in Africa and especially in Angola where the disease is epidemic. The disease is divided in 2 to stages, the hemolymphatic stage (stage 1) followed after months or to years by the nervous stage (stage 2). Treatment options for HAT are scarce. Pentamidine is the drug of choice for stage 1 and the toxic and difficult to use drugs melarsoprol and eflornithine have to be used in stage 2. In Angola, patients in the intermediate stage without neurological manifestations (cerebrospinal fluid cell count range 6-20) are treated with pentamidine to avoid the use of unnecessary toxic drugs. The aim of our work was to evaluate the current strategy in Angola for the follow up of patients in the intermediate stage using a retrospective cohort study. Seven hundred and forty one patients from 7 sanitary districts were included. We obtained results at 24 months follow-up in 212 (28.6%) patients, 137 patients had no follow-up. Forty percent (40%) of the patients were present at least at 1 follow up, 25 % at 2 follow ups, 30.2% at 3 follow-ups, 4.3% at 4 follow-ups and 0.2% of the patients had 5 follow-up examinations. We could identify a relapse rate of 17%. A cellular increase (10-20 cells/ μ L) and the presence of neurological signs at the clinical examination at admission have clearly been identified as risk factors. Even more, the nurses seem to be insufficiently aware of the current strategies. We also noticed 7 primary resistances to pentamidine. The work presented here gives a picture of the actual situation and difficulties in the follow up of sleeping sickness patients. Control strategies need to be re-evaluated and re-enforced in order to be able to have a real impact on HAT control.

Key Words: Human African trypanosomiasis (HAT), Angola, diagnosis, post-treatment follow-up, intermediate stage, neurological signs.

Résumé

La Trypanosomiase Humaine Africaine (THA) ou maladie du sommeil constitue un grave problème de santé publique en Afrique et plus particulièrement en Angola où cette pathologie continue de sévir sur un mode épidémique.

En général, la maladie se manifeste en deux stades : un stade lymphatico-sanguin (stade 1), suivi d'une polarisation nerveuse (stade 2) dont le délai d'apparition et les symptômes neurologiques révélateurs sont extrêmement variables. Les thérapeutiques disponibles sont la pentamidine, peu toxique, au stade 1 et le méflarsoprol ou l'eflornithine au stade 2. Les médicaments du stade 2 sont toxiques, d'usage difficile et nécessitent une hospitalisation.

En Angola, la stratégie mise en place est de traiter les patients au stade intermédiaire de la maladie (cytorachie entre 6-20) avec de la pentamidine, afin d'éviter toute toxicité causée par les médicaments au stade 2.

L'objectif de notre étude était d'analyser la stratégie mise en place par le programme national en effectuant une étude rétrospective de patients au stade intermédiaire depuis le diagnostic jusqu'au suivi de 24 mois.

Sept cent quarante et un patients de 7 districts sanitaires ont été inclus. Nous avons pu obtenir les résultats des contrôles à 24 mois ou plus pour 212 des patients (28,6%), 137 patients n'ont eu aucun contrôle de suivi. 40% des patients ont bénéficié d'au moins 1 contrôle au cours du suivi ; 25 % de 2 contrôles ; 30,2% de 3 contrôles ; 4,3% de 4 contrôles et 0,2% des patients ont bénéficié de 5 contrôles.

Nous avons pu mettre en évidence un taux de rechute de 17%. Une cytorachie élevée (10-20 cellules/ μ L) et la présence de signes neurologiques à l'examen initial ont clairement été identifiés comme facteurs de risque. De plus, le personnel infirmier a montré un niveau de connaissance insuffisant aux stratégies de lutte mises en place en Angola. Nous avons également constaté 7 résistances primaires à la pentamidine.

Ce travail nous a permis de faire un état des lieux des difficultés de la prise en charge des patients sur le terrain. Un contrôle renforcé et une optimisation des moyens de lutte sont nécessaires pour pouvoir diminuer le nombre de sujets porteurs de parasites et ainsi pouvoir espérer aboutir à un contrôle réel de la maladie.

Mots-clés : Trypanosomiase humaine africaine (THA), Angola, diagnostic, suivi post-thérapeutique, stade intermédiaire, signes neurologiques.

Introduction

La Trypanosomiase humaine africaine (THA) ou maladie du sommeil est une maladie parasitaire causée par des protozoaires flagellés et sanguicoles transmis par la piqûre des mouches tsé-tsé ou glossines. La maladie sévit dans 36 pays sub-sahariens où vivent actuellement environ 400 millions de personnes. On distingue la Trypanosomiase à *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei gambiense*, forme chronique de la maladie transmise principalement par *Glossina (G.) palpalis* en Afrique occidentale et centrale de celle à *T. b. rhodesiense*, une zoonose transmise accidentellement par la piqûre de *G. morsitans* à l'homme et entraînant la forme aiguë de la maladie en Afrique orientale. En 2006, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime le nombre de personnes atteintes par la maladie du sommeil entre environ 50.000 à 70.000 [OMS, 2006]. La

République Démocratique du Congo, l'Angola, l'Ouganda et le Soudan sont les quatre pays les plus touchés [Olivier & Legros, 2001]. La maladie évolue en 2 stades: le stade 1 (lymphatico-sanguin) et le stade 2 (méningo-encéphalitique). Durant le stade 1, les trypanosomes se multiplient dans le sang et les ganglions lymphatiques qui tardivement envahissent le système nerveux central (SNC) entraînant ainsi l'apparition du stade 2. Cette évolution est fonction du type de parasite en cause. Le diagnostic de la phase évolutive de la maladie est un moment capital dans la prise de décision thérapeutique des malades [Bisser et al, 1997; Bouteille et al, 2003]. La détection du parasite dans le liquide céphalo-rachidien (LCR) est normalement l'unique critère ou preuve de l'atteinte du SNC, correspondant au stade 2 de la maladie. Cependant, la détection du parasite est une méthode peu sensible [Lejon & Büscher, 2001; Miezán et al, 1994 ; Miezán et al, 1998]. Il est fréquent que les trypanosomes ne soient pas détectés, surtout au début du stade nerveux [Courtioux et al, 2005]. Ainsi, les critères pour la détermination de la phase nerveuse de la THA établis par l'OMS se basent sur le comptage des leucocytes et le dosage des protéines dans le LCR [Cattand et al, 1988 ; WHO, 1998]. Depuis quelques années, ces critères de la détermination de la phase évolutive de la THA sont très discutés par plusieurs auteurs. Certains auteurs ont suggéré de revoir à la hausse le seuil pour le nombre des cellules dans le LCR pour la détermination du stade 2 [Bisser et al, 1997; Lejon et al, 2003 (a)]. D'autres estiment que le seuil de 5 cellules reste le plus sécurisant [Balasegaram et al, 2006]. Certains ont évoqué l'existence d'un stade intermédiaire ou stade 2 précoce (entre 6 à 20 leucocytes par microlitre de LCR) entre les deux stades classiques [Doua et al, 1996 ; Josenando, 1999]. A ce jour, l'Angola et la Côte d'Ivoire sont les deux pays qui utilisent une classification différente de celle définie par l'OMS. Dans la littérature, trop peu de documents concernant ce stade controversé sont disponibles vu la rareté des travaux réalisés dans ce domaine. Si en Côte d'Ivoire, une étude a évalué le devenir de ces patients [Doua et al, 1996], en Angola, par contre, aucune étude similaire n'a encore été réalisée depuis l'adoption du stade intermédiaire controversé en 1999.

Methodes

Une étude d'observation, descriptive et de cohorte rétrospective a été réalisée en Angola entre janvier et juin 2007. Elle s'est déroulée dans 7 centres de diagnostic et traitement (CDT) de la maladie du sommeil situés au Nord-Ouest du pays. Ces sites ont été choisis principalement pour le volume et la qualité de leurs activités de contrôle. Entre 1999 et 2004, environ 60% des nouveaux cas de la THA traités en Angola l'ont été dans ces CDT [ICCT, Relatório anuais, 1999 à 2004] qui sont dotés d'un personnel relativement qualifié. Les CDT de Uíje, N'dalatando et Caxito sont dirigés par des médecins. Ceux de Negage, Mbanza Kongo et Noqui sont dirigés, chacun, par un infirmier expérimenté. Le tableau1 montre la localisation des différents sites de l'étude. Les registres de laboratoire et d'hospitalisation des 7 CDT étaient consultés. Ont été inclus dans l'étude, les patients en stade intermédiaire de la forme chronique de la maladie du sommeil (c'est-à-dire les patients ayant présenté, au diagnostic, entre 6 et 20 leucocytes par microlitre de LCR sans trypanosomes) traités dans les 7 CDT entre le 1^{er} janvier 2002 et le 31 décembre 2004 et dont les dossiers médicaux ont été retrouvés. L'inclusion s'est effectuée indépendamment de l'âge et du sexe des patients. Afin de préserver l'anonymat des sujets inclus dans l'étude, un numéro d'identification (ID) leur a été attribué et celui là seul a servi lors de l'analyse. N'ont pas été inclus dans l'étude, les patients en stade lymphatico-sanguin, méningo-encéphalitique et ceux en stade intermédiaire non traités et/ou dont les dossiers médicaux n'étaient pas retrouvés. Une base de données Microsoft Access 2003 élaborée avec l'aide de l'Unité de Bio-

statistiques de l'Institut d'Epidémiologie Neurologique et Neurologie Tropicales de Limoges en France a été utilisée comme support pour l'enregistrement des sujets de l'étude (annexe1). Pour chacun d'entre eux, ont été saisis: les données socio-démographiques, du diagnostic initial, les médicaments du pré-traitement et du traitement spécifique de la THA et les données des contrôles. Après l'inclusion des sujets de l'étude, les données ont été rapportées sur Microsoft Excel 2003 pour être enfin analysées grâce au logiciel SAS 9.1.3.

Resultats

Neuf cent trente neuf patients en stade intermédiaire avaient été identifiés parmi les patients traités entre janvier 2002 et décembre 2004 dans les 7 CDT situés au nord de l'Angola. Cependant, seul 741 ont été inclus dans l'étude car leurs fiches d'hospitalisation ont pu être retrouvées. Parmi ces patients, 343 (46,3%) étaient de sexe masculin et 398 (53,7%) de sexe féminin. L'âge de patients se situait entre 10 jours et 82 ans avec un âge moyen de 30,155 années (moyenne $\pm$ déviation standard 30,155 $\pm$ 16,94). Le tableau 1 indique l'origine des patients. 29, % de patients étaient originaires de la province Kwanza Norte alors que 2 (%) étaient originaires de Matadi en République Démocratique du Congo. La recherche de trypanosomes était positive chez 400 patients. Les trypanosomes ont été identifiés chez 226 (84%) parmi 269 porteurs d'adénopathies. Sur 458 centrifugations en tube capillaire (CTC) effectuées, 152 (33,2%) étaient positives alors que des 55 gouttes épaisses (GE) réalisées, 22 (34,9%) étaient positives. Le nombre de cellules par microlitre de LCR de patients inclus se situait entre 6 et 20 avec une moyenne de 10,739 cellules (moyenne $\pm$ déviation standard 10,739 $\pm$ 4,176 cellules). Parmi eux, 362 (48,9%) présentaient entre 6 et 9 cellules et 379 (51,1%) entre 10 et 20 cellules. De tous les échantillons de LCR examinés, seuls 19 présentaient des parasites (2,6%). Deux cent soixante dix neuf patients (37,7%) avaient bénéficiés d'un examen neurologique avant leur traitement, 458 (61,8%) n'avaient pas été examinés et aucune observation médicale n'était trouvée dans les dossiers de 4 (0,5%) patients. L'examen neurologique était normal pour 87 (31%) patients et perturbé pour 192 (69%) patients. La recherche du paludisme comme co-infection était réalisée par le test rapide ou la goutte épaisse chez 112 (15,1%) patients. Parmi eux, 35 (31,25%) avaient un résultat positif alors que 77 avaient été négatives (68,75%). Aucun examen parasitologique des selles n'avait été réalisé chez la totalité des patients.

Un pré-traitement constitué essentiellement d'antipaludique et antihelminthique (92,77%) était administré à 733 (98,92%) patients. L'association chloroquine-mebendazole était la base du pré-traitement chez 84,17% de patients. Mais, selon les cas, des antalgiques, antianémiques, vitamines, corticoïdes avaient été associés (tableau 2). Concernant le traitement spécifique de la maladie du sommeil, le tableau 3 illustre la répartition des sujets de l'étude en fonction du traitement reçu.

Les éléments en faveur du traitement avec le méfarsoprol et l'éflornithine étaient essentiellement la perturbation à l'examen neurologique.

Six (0,8%) cas de décès avaient été observés. Parmi eux, 4 (66,7%) étaient liés à l'encéphalopathie réactive et donc au méfarsoprol. Deux (2) patients traités par la pentamidine étaient décédés respectivement suite à une pneumonie et une septicémie compliquée d'anémie causée par un abcès iatrogène. Un dernier patient arrivé au CDT en très mauvais état général était décédé avant le traitement. Le tableau 4 résume les cas de décès selon la cause et le traitement reçu.

Le tableau 5 montre la fréquence des contrôles post-thérapeutiques. 486 (65,6%) patients avaient été soumis au contrôle post-thérapeutique dans les jours suivant la fin de leur traitement.

Dans certains CDT de l'Angola, le contrôle post-thérapeutique immédiat n'est réalisé que chez les patients chez qui, le diagnostic, avait été mis en évidence le trypanosome alors que dans d'autres, il est une règle générale. Aussi, le délai de ce contrôle post-thérapeutique était différent selon les cas. Néanmoins, 10 cas de résistance au traitement étaient observés lors de ces contrôles. Parmi ces cas, 7 (70%) étaient traités à la pentamidine, 2 (20%) au méfarsoprol et 1 (10%) cas à l'eflornithine. Le nombre de cellules variait entre 11 et 77 et tous présentaient des trypanosomes soit dans le sang (5 CTC et 1 GE positives) soit dans le LCR (4 cas). Ces résultats montrent l'ampleur du niveau de résistance des thérapeutiques utilisées.

Pour les autres contrôles, les patients s'étaient présentés entre 2 et 49 mois après le traitement avec une durée moyenne de suivi de 13 mois. Parmi les patients inclus, 212 (28,6%) patients avaient une ou plusieurs données à 24 mois ou plus, 117 (15,8%) avaient une ou plusieurs données entre 1 à 6 mois, 137 (18,5%) patients ne s'étaient présentés à aucun contrôle de suivi (tableau 6).

En fonction du nombre de contrôles, les patients s'étaient présentés à entre 1 et 5 contrôles de suivi. Parmi les patients qui s'étaient présentés aux contrôles, 188 (40,3%) s'étaient présentés à un (1) contrôle, 117 (25%) à 2 contrôles, 141 (30,2%) à 3 contrôles, 20 (4,3%) à 4 contrôles, un (0,2%) à 5 contrôles.

Les cas de rechutes étaient observés entre le contrôle post-thérapeutique immédiat et le 30^{ème} mois de suivi. Sur les 739 patients traités, 102 (13,8%) cas d'échecs thérapeutiques étaient identifiés. Le tableau 7 montre la distribution de ces cas selon le traitement reçu. En fonction de la durée de suivi, il ressort qu'au contrôle post-thérapeutique, cas de résistances ont été identifiés 10 (9%). Ces patients présentaient tous entre 16 à 20 cellules par microlitre de LCR au diagnostic. Pendant la première année, 57 (51%) cas d'échecs thérapeutiques avaient été observés. Pendant la deuxième année, 37 (33%) cas et après la deuxième année de suivi, 8 (7%) cas. La majorité des rechutes avaient eu lieu pendant la première année de suivi.

Le tableau 2 illustre les échecs thérapeutiques en fonction des résultats de l'examen neurologique. Des 741 patients inclus dans l'étude, 279 (37,7%) avaient bénéficiés d'un examen neurologique. Parmi ces patients, 192 (69%) avaient un examen neurologique perturbé et pour 87 (31%) patients, l'examen était normal. Parmi les 192 patients qui avaient un examen neurologique perturbé, 152 (79%) avaient été traités avec la pentamidine, 17 (9%) avec le méfarsoprol et 23 (12%) avec l'eflornithine. 37 (24,3%) de patients traités à la pentamidine avaient rechuté. Il y avait aussi 1 (6%) cas de rechute avec le méfarsoprol mais aucun parmi ceux traités avec l'eflornithine.

Du sous-groupe de 87 patients ayant présenté un examen neurologique normal, 80 (92%) patients avaient été traités à la pentamidine et 10 (12,5%) cas de rechutes avaient été observés. Les 7 (8%) autres patients avaient été traités au méfarsoprol ou à l'eflornithine, ils avaient tous entre 13 et 20 cellules dans le LCR. Aucun cas de rechute n'avait été observé parmi eux.

Dans le groupe des 458 patients sans examen neurologique, 442 (96,5%) avaient été traités avec la pentamidine. 53 (12%) cas de rechutes avaient été observés. Le

mélarsozol avait été administré à 15 (3,3%) patients avec 1 (7%) cas de rechute. Enfin, l'éfornithine avait été administré à 1 (0,2%) patient qui n'avait pas rechuté.

Comme le montre le tableau 8, soixante et onze (63%) cas d'échecs thérapeutiques (résistances et rechutes) présentaient au diagnostic entre 10 et 20 cellules par microlitre de LCR alors que 41 (37%) cas présentaient une cytorachie entre 6 et 9. Il semblerait que cette différence est significative. Quand la cytorachie est élevée, les rechutes à la pentamidine augmentent.

Les tableaux 9 et 10 résument la situation des patients au moment de la déclaration de guérison et le traitement reçu pour ceux qui sont guéris. Des 739 patients traités dans les 7 CDT sélectionnés pour l'étude, 204 (27,6%) étaient déclarés guéris après au moins 24 mois de suivi. Sur les 602 patients qui avaient bénéficié d'au moins un contrôle de suivi, 112 (18,6%) cas d'échecs thérapeutiques étaient observés. Pendant la période de traitement, 6 (0,8%) cas de décès avaient été observés. 2 (0,3%) patients n'étaient pas traités. Finalement, 417 (56,3%) patients n'avaient pas poursuivis de contrôles de suivi jusqu'à au moins 24 mois.

Discussion

Nous rapportons, ici pour la première fois, une étude de cohorte de cette envergure (741 patients inclus) concernant l'évolution des patients au stade intermédiaire de la THA à *T. b. gambiense*. De plus, c'est la première étude de suivi des patients au stade intermédiaire réalisée en Angola. Les résultats obtenus, un taux de rechute au cours du suivi de 24 mois de 18,6 % sont à interpréter avec précaution. En effet, ce chiffre doit être interprété avec une large fourchette de variation en raison du nombre important (139) de perdus de vue. Deux hypothèses extrêmes sont possibles pour ces perdus de vue, soit tous sont guéris (hypothèse optimiste), soit tous sont décédés suite à une rechute de leur maladie (hypothèse pessimiste). En partant de l'hypothèse la plus optimiste vers la plus pessimiste, le taux de rechute varie ainsi entre 13,8% et 81 %, la réalité devant se situer dans cette fourchette.

Ce taux de rechute est élevé si on le compare aux résultats d'une étude de cohorte prospective évaluant l'efficacité de la pentamidine chez des patients en stade 2 précoce (stade intermédiaire) qui avait été réalisée en Côte d'Ivoire sur un échantillon de 58 patients avec un suivi de plus de 24 mois pour 52 d'entre ces patients. Le taux de guérison observé était de 94% et celui de rechute à 12 mois de suivi de 5%, c'est-à-dire identique au taux observé chez les malades en stade 1 traités avec le même médicament [Doua et al, 1996]. Néanmoins, d'autres auteurs ont relaté des rechutes au stade intermédiaire chez 43% des patients traités par la pentamidine [Lejon et al, 2003 (b)]. Les résultats que nous rapportons se situent entre les chiffres de ces 2 études et restent donc plausibles.

Parmi les facteurs de risque de rechute, le rôle d'une synthèse intrathécale précoce d'IgM et d'une cytorachie élevée ont été évoqués. Nous avons pu confirmer ici ce même phénomène, les patients présentant une cytorachie entre 10-20 cellules/ μ L ont rechuté dans 63% des cas alors que ceux qui présentaient une cytorachie entre 6-10 ont rechuté dans 37% des cas seulement. Ainsi, l'intensité des phénomènes inflammatoires joue un rôle prépondérant dans le développement de l'atteinte neurologique [Lejon & Büscher, 2002]. De plus, plusieurs études montrent également qu'un certain nombre de patients au stade 1 selon les critères classiques, rechutent quand une réaction inflammatoire est présente (Lejon et al, 2007).

Parmi les facteurs de risque de rechute, nous avons voulu évaluer l'intérêt d'un examen neurologique positif au diagnostic. Nous avons pu identifier plusieurs problèmes, tout d'abord l'examen n'était pas effectué dans 61,8 % des cas. Pour les patients ayant bénéficié d'un examen neurologique et ayant été traité à la pentamidine, 24,3% des cas avec examen neurologique anormal ont rechuté versus 12,5% pour les patients avec un examen neurologique sans anomalie. Les patients ont rechuté deux fois plus souvent quand l'examen neurologique était perturbé, ce qui prouve l'intérêt de la généralisation d'un bon examen clinique de ces patients. Par ailleurs, dans une autre étude réalisée en Angola, des tracées polysomnographiques avaient été réalisés avant et après le traitement de 8 patients dont 3 en stade 1 ; 1 en stade intermédiaire et 4 en stade 2. Les patients en stade 1 et intermédiaire étaient tous été traités à la pentamidine alors que ceux en stade 2 avaient reçus le mélarsozol. Avant leur traitement, les tracées avaient montré des anomalies du rythme circadien du sommeil chez 1 des 3 patients en stade 1, celui en stade intermédiaire et ceux en stade 2. Un mois après leur traitement, les perturbations des tracées persistaient chez les patients en stades 1 et intermédiaire. Après contrôle biologique, il s'agissait bien de cas de rechute à la pentamidine. [Buguet et al, 2005]. Ainsi l'examen polysomnographique tout comme l'examen neurologique sont une aide au diagnostic pour les patients au stade intermédiaire.

Nous avons pu identifier un facteur confondant dans l'analyse des rechutes grâce aux résultats des contrôles post-thérapeutiques. Ainsi, 10 patients ont présenté une résistance thérapeutique (présence de Trypanosomiasis dans le sang ou le LCR dans les 15 jours suivant le traitement) dont 7 avaient été traités à la pentamidine. Les résistances primaires à la pentamidine ont rarement été décrites mais sont une hypothèse possible.

Il est à savoir que le nombre de décès rapporté dans ce travail est extrêmement faible et discutable. Dans la réalité, il devrait être plus élevé. En effet, il se rapporte seulement aux cas survenus lors de la période du traitement, ceux survenus pendant le suivi n'étant pas connus.

Un écueil majeur de ce travail réside dans la proportion de perdue de vue. Le suivi des patients est une des grandes difficultés dans tous les programmes nationaux de contrôle de la THA car il demande énormément d'assiduité et d'importants moyens financiers. Il reste pourtant d'une importance fondamentale pour évaluer les stratégies de lutte et l'évolution sous traitement. Les quelques enquêtes de cohorte qui prennent en compte le suivi d'échantillons de petite taille ont montré une tendance à la décroissance progressive et importante du taux de suivi post-thérapeutique à l'échéance des 24 mois. Une étude menée sur un échantillon de 58 patients à Daloa en Côte d'Ivoire montre un taux de suivi de 89% à 24 mois [Doua et al, 1996]. Au Sud Soudan, une étude sur les méthodes de diagnostic concernant 1658 patients relate un taux de suivi de 24% au 3^{ème} mois, 11% au 6^{ème} mois puis seulement 4% au 12^{ème} mois [Chappuis et al, 2004].

En RDC, une étude rétrospective menée en 2001 sur 2221 sujets pour évaluer les rechutes chez les patients traités au mélarsozol relate le manque d'information sur le suivi à 24 mois [Pepin & Mpia, 2005]. Dans une étude menée entre 1998 et 1999 sur 156 patients à Quissama (Angola), il a été noté que 78,8% se sont présentés au moins une fois aux contrôles post-thérapeutiques sans préciser le taux de suivi à 24 mois [Ruiz et al, 2002]. Sur une étude multinationale menée dans 7 pays différents et incluant 2020 patients, il est relaté que la participation au suivi était très variable selon les centres (0 à 100%). Les auteurs évoquent cependant que 49,3% des patients déclarés « guéris » au

contrôle post-thérapeutique ne s'étaient plus présenté aux contrôles suivants et que 50,7% de patients s'étaient présentés au moins une fois [Schmidt et al, 2004].

Toutes ces études ont soit été réalisées dans le cadre de projets internationaux ou soit n'ont concerné que très peu de malades. Dans notre étude, nous avons observé qu'à 24 mois 28,6 % des patients ont pu être revus. 40 % des patients ont bénéficié d'1 seul contrôle au cours du suivi, 25 % ont eu 2 contrôles au cours de leur suivi, 30.2% en ont eu 3 ; 4.3% en ont eu 4 et 0.2% des patients ont bénéficié de 5 contrôles. Il est clair que seul un contrôle régulier des équipes de terrain, une rigueur de la tenue des dossiers et un investissement financier suffisant permettraient d'améliorer ces chiffres.

Notre étude sur le terrain nous a permis d'identifier de grandes différences dans la tenue des dossiers des malades, ainsi les centres de Mbanza Kongo, Noqui, et Caxito ont un très bonne tenue de leurs registres et l'information est accessible avec fiabilité contrairement aux autres centres. Il semblerait également ici que de simples mesures de contrôles réguliers par la direction permettraient d'améliorer les possibilités de suivi des patients qui ne se présentent pas aux contrôles. Bien sur, le problème de manques de moyens pour aller sur le terrain retrouver les malades ne sera pas résolu ainsi. Il faudrait pouvoir suffisamment sensibiliser les populations rurales au danger que représente un porteur non traité et instauré un contrôle systématique des cartes de dépistage distribué lors de l'inscription aux écoles, la venue à l'hôpital etc....

Cette étude aura permis de faire un état des lieux de la situation des patients au stade intermédiaire. Le nombre de perdus de vue ne permet pas d'affirmer la réalité de ces résultats. Il est primordial d'améliorer le recueil des données et le suivi des patients. Ceci passe à lieu en Angola par une formation du personnel, la mise en place d'un système unique de recueil de l'information et une surveillance épidémiologique stricte du suivi des patients.

References

- Balasegaram M, Harris S, Checchi F, Hamel C, Karunakara U. Treatment outcomes and risks factors for relapse in patients with early-stage human African trypanosomiasis (HAT) in the Republic of Congo. Bull WHO 2006; 84:777-782.
- Bertrand E, Rive J. "L'orage liquidien existe-il dans la trypanosomiase humaine africaine traitée par l'arsobal-corticoïdes? Med. Trop. (Marseille). 1973; 33: 279-282.
- Bisser S, Bouteille B, Sarda J, Stanghellini A, Ricard D, Jauberteau MO, Marchan F, Dumas M, Breton JC. (1997)Contribution of biochemical tests in the diagnosis of the nervous phase of human African trypanosomiasis. Bull Soc Path Exo. 1997; 90: 321-326.
- Bisser S. Le diagnostic de l'atteinte nerveuse dans la maladie du sommeil. Réévaluation des critères de terrain et apport des marqueurs neuro-immunologiques. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, France. 2001.
- Bouteille B, Oukem O, Bisser S, Dumas M. Treatment perspectives for human African trypanosomiasis. Fundam Clin Pharmacol 2003; 17: 171-181.
- Bouteille B, Dumas M. Human African trypanosomiasis. In: Aminoff M, Daroff R (Eds), Encyclopedia of the Neurological Sciences, vol. 2. Academic Press, San Diego, CA, pp. 587-594.

- Brun R, Schumacher R, Schmidt C, Kunz C, Burri C. The phenomenon of treatment failures in human African trypanosomiasis. *Trop Med and Int Health*. 2001; 6: 906-914.
- Buguet A, Bisser S, Josenando T, Chapotot F, Cespuglio R. Sleep structure: a new diagnostic tool for stage determination in sleeping sickness. *Acta Trop*. 2005; 93: 107-117.
- Burri C, Nkunku S, Merolle A et al. Efficacy of new, concise schedule for mélarsoptol treatment of sleeping sickness caused by *Trypanosoma brucei gambiense*: a randomised trial. *The Lancet*. 2000; 355:1419-25.
- Burri C, Keiser J. Pharmacokinetic investigations in patients from northern Angola refractory to mélarsoptol treatment. *Trop Med Int Health*. 2001; 6: 412-420.
- Cattand P, Miezian TW, De Raadt P. Human African trypanosomiasis: use of double centrifugation of cerebrospinal fluid to detect trypanosomes. *Bull WHO*. 1988; 66: 83-86.
- Chappuis F, Stivanello E, Adams K, Kidane S, Pittet A, Bovier PA. Card agglutination test for Trypanosomiasis (CATT) end-dilution titer and cerebrospinal fluid cell count as predictors of human African trypanosomiasis (*Trypanosoma brucei gambiense*) among serologically suspected individuals in southern Sudan. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 2004; 71: 313-317.
- Courtioux B, Bisser S, M'Belesso P, Ngoungou E, Girard M, Namgouma A, Josenando T, Jauberteau-Marchan MO, Bouteille B. Dot Enzyme-linked immunosorbent assay for more reliable staging of patients with human African trypanosomiasis. *J Clin Microbiol*. 2005; 43: 4789-4795.
- De La Rocque S, Cuisance D. La tsé-tsé ... une mouche singulière et dangereuse ! *Revue Insectes*. 2005 1^{er} trimestre; 136: 27-30.
- Doua F, Miezian TW, Sanon Singaro JR, Boa Yapo FB, Baltz T. The efficacy of pentamidine in the treatment of early stage *Trypanosoma brucei gambiense* trypanosomiasis. *Am J Trop Med Hyg*. 1996; 55: 586-588.
- Dumas M, Bouteille B. La TRYPANOSOMIASE humaine africaine: propos sur le traitement actuel et les perspectives *Bull Soc Path Exo*. 2002; 95: 341-344.
- Dumas M, Bisser S. clinical aspect of human African trypanosomiasis, p. 215-249. In Dumas M, Bouteille B, Buguet A (Eds), *Progress in human African trypanosomiasis, sleeping sickness*. Springer-Verlag, Paris, France.
- Encyclopédie Microsoft Encarta 97. L'Angola. <http://pages.infinit.net/marct/angola.htm>. Ford J, Katondo KM. Maps of tsetse flies (*Glossina*) distribution in Africa, 1973 according to sub-generic groups on scale of 1: 5,000,000 (plus a set of nine maps in colour). *Anim. Health Prod. Afr*. 1977; 2: 187-193.

-Instituto de Combate e Controlo das Tripanossomíases (ICCT). Relatórios anuais de 2002, 2003 e 2004. Ministério da Saúde, Luanda, Angola.

-Instituto Nacional de Estatísticas (INE) de Angola. Projecção da população do País por Província 1970/1985. In: *Bulletim Demográfico* n°4, INE, Luanda, 1987.

-Janssens PG. « Quatre décennies de la maladie du sommeil ». *Ann Soc Belge Med Trop.* 1977; 57:191-200.

-Josenando T. Prise de décision en matière de lutte contre la trypanosomiase humaine africaine. Informations épidémiologiques et géographiques. Thèse de Doctorat, Université de Rouen, France. 1999.

-Josenando T *et al.* Manual de Regras para o controlo da tripanossomíase humana africana, Segunda Edição. Ministério da Saúde. Instituto de Combate e Controlo das Tripanossomíases. Luanda, Angola. [en cours d'élaboration].

-Lejon V, Buscher P. Stage determination and follow-up in sleeping sickness. *Med Trop.* 2001; 61: 355-360.

-Lejon V, Büscher P. Le diagnostic du stade dans la maladie du sommeil: vers une nouvelle approche. *Bull Soc Path Ex.* 2002; 95: 338-340.

-Lejon V, Reiber H, Legros D, Dje N, Magnus E, Wouters I, Sindic CJ, Buscher P. Intrathecal immune response pattern for improved diagnosis of central nervous system involvement in trypanosomiasis. *J Infect Dis.* 2003; 187: 1475-1483 (a).

-Lejon V, Legros D, Savignoni A, Etchegorry MG, Mbulamberi D, Buscher P. Neuro-inflammatory risk factors for treatment failure in "early second stage" sleeping sickness patients treated with pentamidine. *J neuroimmunol.* 2003; 144: 132-138 (b).

-Lejon V, Robays J, N'siesi FX, Mumba D, Hoogstoel A, Bisser S, Reiber H, Boelaert M, Buscher P. Treatment Failure Related to Intrathecal Immunoglobulin M (IgM) Synthesis, Cerebrospinal Fluid IgM, and Interleukin-10 in Patients with Hemolympathic-Stage Sleeping Sickness. *Clin Vaccine Immunol.* 2007; 14:732-7.

-Louis FJ, Simarro PP, Lucas P. Maladie du sommeil : cent ans d'évolution des stratégies de lutte. *Bull Soc Pat Ex* 2002; 95: 331-336.

-Magnus E, Vervoort T, van Meirvenne N. A card-agglutination test with stained trypanosomes (C.A.T.T.) for the serological diagnosis of *T. b. gambiense* trypanosomiasis. *Ann Soc Belge Med Trop.* 1978; 58: 169-176.

-Miezan TW, Meda HÁ, Doua F, Cattand P. Evaluation des techniques parasitologiques utilisées dans le diagnostic de la Trypanosomiase humaine africaine a *Trypanosoma brucei gambiense* en Cote-d'Ivoire. *Bull Soc Pat Exo.* 1994; 87: 101-104.

-Miezan TW, Meda HÁ, Doua F, Yapo FB, Baltz T. Assessment of central nervous system involvement in gambiense trypanosomiasis: value of cerebro-spinal white cell count. *Trop Med Int Health.* 1998; 3: 571- 575.

- Missão de Combate as Tripanossomíases (MCT). Relatório anual de 1973. Serviços de Saúde e Assistência-MCT 1973, Província de Angola, Portugal.
- Moore AC. Prospects for improving African trypanosomiasis chemotherapy. J Infect Diseases. 2005; 191: 1793-1795.
- Olivier G, Legros D. Trypanosomiase humaine africaine : historique de la thérapeutique et de ses échecs. Trop Med Int Health. 2001; 6: 855-863.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). La trypanosomiase Africaine (maladie du sommeil). Aide-mémoire n° 259 Révisé en juillet 2006. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs259/fr/>
- Paquet C, Ancelle T, Gastellu-Etchegory M, Castilla J, Harndt I. Persistence of antibodies to *Trypanosoma brucei gambiense* after treatment of human trypanosomiasis in Uganda (letter to the editor). Lancet. 1992: 340.
- Pepin J, Mpia B. Trypanosomiasis relapse after mélarsozol therapy, Democratic Republic of Congo, 1982-2001. Emerging Infect Diseases. 2005; 11: 921-927.
- Ruiz JA, Simarro PP, Josenando T. Control of human African trypanosomiasis in the Quiçama focus, Angola. Bull. W H O. 2002; 80: 738-745.
- Schmidt C, Nkunku S, Merolle A, vounatsou P, Burri C. Efficacy of 10-day mélarsozol schedule 2 years after treatment for late-stage gambiense sleeping sickness. The Lancet. 2004; 364: 789-790.
- Simarro PP, Ruiz JA, Franco JR, Josenando T. Attitude towards CATT-positive individuals without parasitological confirmation in the African Trypanosomiasis (*T.b. gambiense*) focus of Quissama (Angola). Trop Med Int Health. 1999; 12: 858-861.
- Stanghellini A. La TRYPANOSOMIASE humaine africaine. Stratégie thérapeutique de lutte. Bull Soc Path Ex. 2000; 93:31-33.
- Stanghellini A, Josenando T. The situation of sleeping sickness in Angola: a calamity. Trop Med Int Health. 2001; 6: 330-340.
- World Health Organization (WHO). Epidemiology and Control of African Trypanosomiasis. Technical Report Series n° 739, WHO, Geneva, Switzerland. 1986.
- World Health Organization (WHO). Control and surveillance of African trypanosomiasis. WHO. Technical Report Series. n° 881. WHO, Geneva, Switzerland. 1998.
- WHO/CDS/CSR/EDC/99.5 Réseau d'étude des pharmacorésistances et du traitement de la trypanosomiase humaine africaine. Rapport de la première réunion, Genève, Suisse, 14-15 avril 1999.

Tableau 1: Répartition de la population d'étude selon leur

Province	Municipalité	Nombre de cas	%
Bengo			
	Ambriz	32	4,32
	Dande	118	15,92
	Icolo e Bengo	1	0,13
	Quibaxa	6	0,81
	Nambuanguongo	17	2,29
	Pango Aluquem	1	0,13
	Quissama	1	0,13
	Bula Atumba	8	1,08
	Sous-total	184	24,83
Kwanza Norte			
	Ambaca	5	0,67
	Cazengo	89	12,01
	Lucala	115	15,52
	Quiculungo	3	0,40
	Samba Caju	10	1,35
	Sous-total	222	29,96
Luanda			
	Cacuaco	18	2,43
	Viana	3	0,40
	Sous-total	21	2,83
Malange			
	Cacuso	21	2,83
Uíge			
	Ambuila	19	2,56
	Bembe	3	0,40
	Buengas	1	1,48
	Bungo	1	0,13
	Mucaba	20	2,70
	Negage	10	1,35
	Puri	1	0,13
	Quimbele	1	0,13
	Quitexe	14	1,89
	Songo	10	1,35
	Uige	36	4,86
	Sous-total	116	15,65
Zaïre			
	Cuimba	1	0,13
	Mbanza Kongo	68	9,18
	Noqui	73	9,85
	Soyo	1	0,13
	Tomboco	1	0,13
	Nzeto	7	0,94
	Sous-total	151	20,38
RDC*			
	Matadi	2	0,27
Sans information fiable de l'origine*			
		24	3,24
Total		741	100

- RDC: République Démocratique du Congo

Tableau 2: Répartition des types de prétraitements reçus

Noms des médicaments associés	Nombre de patients traités	%
Antipaludique + antihelminthique		
Chloroquine, mebendazole	617	84,17
Fansidar, mebendazole	33	4,50
Artesunate, amodiaquine, mebendazole	23	3,14
Quinine, mebendazole	2	0,27
Chloroquine, autre médicament	3	0,41
Artesunate, fansidar, mebendazole	1	0,14
Artesunate, mebendazole	1	0,14
Sous-total	680	92,77
Autres associations		
Mebendazole, autre médicament	49	6,68
Fer, acide folique	1	0,14
Multivitamine, paracetamol	1	0,14
Quinine seule	2	0,27
Sous-total	53	7,23
Total	733	100

Tableau 3: Répartition des sujets de l'étude en fonction du traitement reçu

Nature du traitement	Nombre	%
Pentamidine	675	91,093
Melarsoprol	34	4,588
Eflornithine	28	3,779
Pentamidine/melarsoprol	1	0,135
Melarsoprol/Eflornithine	1	0,135
Non traités*	2	0,260
Total	741	100

Légende: * Un patient était décédé avant le traitement, un autre ne s'était pas présenté pour le traitement.

Tableau 4: Distribution des décès en fonction de la cause et du traitement reçu

	Traitement reçu	Nombre	%
Cause du décès			
Encéphalopathie réactive	Melarsoprol	4	66,67
Pneumonie	Pentamidine	1	16,67
Septicémie	Pentamidine	1	16,67
Total		6	100

Tableau 5: Fréquence du contrôle post-thérapeutique chez les sujets de l'étude

	Nombre	%
Contrôle post-thérapeutique		
Réalisé	486	65,6
Non réalisé	250	33,7
Sans information	5	0,7
Total	741	100

Tableau 6: Répartition des durées de suivi

	Nombre	%
Contrôle de suivi		
Aucun	137	18,5
1-6 mois	117	15,8
7-12 mois	133	17,9
13-18 mois	94	12,7
19-23 mois	46	6,2
≥ 24 mois	212	28,6
Non traités	2	0,3
Total	741	100

Tableau 7: Répartition des rechutes par type de traitement dans la population d'étude

Traitement reçu	Nombre total	Rechutes	%
Pentamidine	675	101	15
Mélarsozol	34	1	3
Eflornithine	28	0	0
Pentamidine/Mélarsozol	1	0	0
Mélarsozol/Eflornithine	1	0	0
Total	739	102	13,8

Tableau 8: Distribution des échecs thérapeutiques en fonction de la cytorachie

Nombre de cellules par microlitre de LCR	Echecs thérapeutiques	%
6 à 9	41	37
10 à 20	71	63
Total	112	100

Tableau 9: Statut des sujets de l'étude à 24 mois de suivi

Contrôles de suivi	Nombre	%
Guéris	204	27,6
Echecs thérapeutiques	112	18,6
Décédés	6	0,8
Non traités	2	0,3
Perdus de vue	417	56,3

Tableau 10: Les guérisons déclarées en fonction du traitement reçu

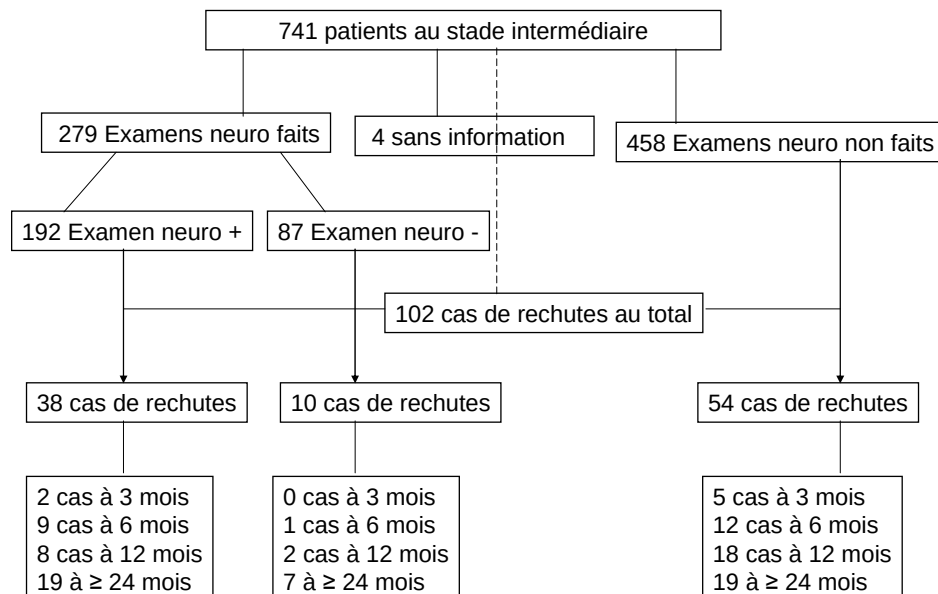
Médicament reçu	Nombre total de patients traités	Nombre patients déclarés guéris	%
Pentamidine	675	188	28
Melarsoprol	34	15	44
Eflornithine	28	1*	4

Légende : *: le seul patient parmi ceux traités avec l'éflornithine qui s'est fait contrôler au moins pendant 24 mois.



Figure 1: Les sites de l'étude

Figure 2 : Répartition des rechutes en fonction de l'examen neurologique



**IDENTIFICATION DES FACTEURS DE RISQUE DE TRANSMISSION DE LA
TRYPANOSOMIASE HUMAINE AFRICAINE (THA) A KINSHASA (RDC) EN
2005 : INTERET DE LA LUTTE**

P. Grébaut^{1(*)}, G. Simo², E.Z. Manzambi³, J.M. Bena⁴, P. Mansinsa⁵, G. Ollivier⁶,
B.K.V. Khande⁵, J. Flouriot⁴, J.M. Fotsing⁷ & G. Cuny¹

1. (*) *Laboratoire de Recherche et de Coordination sur les Trypanosomiasés (LRCT) UR 177 IRD /CIRAD, TA-A17G, Campus International de Baillarguet, 34398 Montpellier cedex 5, France. pascal.grebaut@ird.fr*
2. *Medical Research Center, Institute of Medical Research and Study of Medicinal Plants (IMPM), Yaoundé, Cameroon*
3. *Institut National de Recherches Biomédicales, Kinshasa, RDC*
4. *Bureau d'Etude et d'Aménagement de l'Urbanisme, Kinshasa, RDC*
5. *Programme National de Lutte contre la Trypanosomiasé Humaine Africaine, Kinshasa, RDC*
6. *Service de Coopération et d'Action Culturelle de Kinshasa (SCAC), Ambassade de France, Kinshasa, RDC*
7. *US140-ESPACE, IRD Orléans, France*

Summary

The high increase in the number of new cases of HAT patients, in Kinshasa between 1996 and 2001, suggested the existence of a local focus of the disease. In 2005, 2 entomological surveys were conducted respectively in dry then in rainy season, in order to confirm a local transmission and identify the risk factors. It appeared that despite some small populations of tsetse flies, the Man/Fly contact was frequent in the peri-urban area, particularly during the dry season, and moreover the pathogen, *Trypanosoma brucei gambiense*, was circulating within the fly population because 2.3% of the dissected flies (CI 95%: 1.2-3.3) were positive. The effects of several environmental characteristics found in the 305 trapping points, such as soils, vegetation cover, water points, human activities and breeding sites) upon the entomological results were evaluated according to the logistic regression method. The analysis showed enhanced, all year long significant exposure to tsetse presence with clayey soils OR = 1.29, p<0.001), along the rivers and streams (OR = 1.21, p<0.001) and under raised covers (OR = 1.19, p<0.001). Pigsties (OR = 1.20, p<0.01) and raised cover OR = 1.14, p<0.01) were the only ones to inflate the Man/Fly contact. A multiple components analysis confirmed these observations. If the rivers were the major axes for a vector control operation, the limitation of the control to the raised cover along these axes should bring a 70% reduction of an exhaustive transect.

Résumé

L'augmentation importante du nombre de cas de Trypanosomiasé Humaine Africaine (THA), à Kinshasa entre 1996 et 2001, laissait supposer l'existence d'un foyer local de la maladie. En 2005, deux enquêtes entomologiques ont donc été menées respectivement en saison sèche et en saison des pluies, pour confirmer l'existence d'une transmission locale et identifier les facteurs de risque de transmission. Le résultat est qu'en dépit de petites

populations de glossines, il existait dans l'espace périurbain un contact Homme/Vecteur important, notamment en saison sèche, et surtout un pathogène, *Trypanosoma brucei gambiense*, présent chez 2,3 % (IC 95 % : 1,2 – 3,3) des glossines disséquées. Le poids des différents caractères environnementaux à proximité des 305 points de capture (types de sol, végétation, points d'eau, activités humaines et élevage) sur les facteurs biotiques à risque a été évalué par régression logistique. L'analyse a permis de mettre en évidence une exposition au risque «glossine» significative tout au long de l'année en présence d'un sol argileux (OR = 1,29 ; $p < 0,001$), le long des cours d'eau (OR = 1,21 ; $p < 0,001$) ou sous couvert arboré (OR = 1,19 ; $p < 0,001$). Seuls, la présence de porcs (OR = 1,20 ; $p < 0,01$) et de couvert arboré (OR = 1,14 ; $p < 0,01$) ont paru influencer le contact Homme/Vecteur. Une analyse en composante multiple a confirmé ce constat. En ne prenant en compte que les cours d'eau comme axes majeurs de la lutte antivectorielle et en limitant le traitement des rivières aux zones arborées, l'utilisation exhaustive des pièges pourrait être réduite d'environ 70 %.

Introduction

La République Démocratique du Congo est considérée par l'OMS comme l'un des pays à plus forte prévalence de la maladie du sommeil en Afrique Sub-Saharienne (OMS, 2006). L'ancien foyer de Kinshasa était un foyer rural et était considéré comme « éteint » depuis les années 1960, aussi la surveillance de la maladie s'était relâchée. Le développement des activités de dépistage à la fin des années 90 a permis de mettre en évidence de nombreux malades dans la ville/province de Kinshasa (Miaka Mia Bilengué *et al.*, 2001 ; Ebeja *et al.*, 2003). Le dépistage de plus de 600 nouveaux cas de la maladie en 1999, notamment dans la périphérie sud de la ville laissait supposer une infection récente et locale même si la majeure partie des malades, en second stade, de la maladie et traités à Kinshasa, avaient séjourné en zone rurale de la province ou dans la province hautement endémique du Bandundu (Robays *et al.*, 2004). Concernant l'important foyer de Kisenso, De Dekken *et al.* (2005) ont suggéré une transmission active le long des cours d'eau traversant la ville, notamment le long de la rivière Ndjili. En 2006, Simo *et al.* ont pu mettre en évidence la concentration des facteurs biologiques favorables à la transmission dans la périphérie de la ville. En nous appuyant sur les études entomologiques réalisées par Simo et ses collaborateurs, nous nous sommes attachés à identifier les facteurs environnementaux capables d'amplifier le risque de transmission. L'objectif de cette étude visait à aider le PNLTHA de la RDC à cibler les paysages les plus à risque autour de la ville dans la perspective d'une lutte anti vectorielle intégrée.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

Capitale de la RDC et de la province portant le même nom, la ville de Kinshasa s'étend sur une superficie d'environ 450 km² et regroupe 24 communes. Bordée au Nord par le fleuve Congo, la ville repose sur une plaine alluviale et sablonneuse qui se prolonge au Sud, à l'Est et à l'Ouest par des sites collinaires. Le réseau hydrique est dense et la rivière Ndjili est le cours d'eau le plus important. La végétation naturelle, ou ce qu'il en reste, est constituée de forêt dégradée, de savane et de steppe. Les sols sont argileux à sablo argileux et sableux. Les précipitations sont en moyenne légèrement supérieures à 1200 mm par an et la température moyenne annuelle est de 25 °C, le site bénéficie des masses d'air frais en provenance des courants du Benguela. La population est estimée entre 4.5 et 5.5 millions d'habitants, avec une densité moyenne de plus ou moins 500 habitants au km². La situation de crise économique qui perdure a poussé bon

nombre de kinois à exploiter les terres situées en périphérie de la ville pour la production de produits vivriers.

Les facteurs biologiques

Cette étude s'est essentiellement focalisée sur les indicateurs entomologiques classiquement connus pour jouer un rôle essentiel dans la transmission de la THA (Laveissière *et al.*, 1993) : la présence du vecteur, la glossine ou mouche Tsé tsé, avec en particulier les ténéales (imago venant d'émerger et n'ayant jamais pris de repas sang), et enfin l'importance du contact entre l'homme et le vecteur par l'analyse PCR (Polymerase Chain Reaction) des repas de sang. Les protocoles de laboratoire ont été décrits par Simo *et al.* (2006) et Njiokou *et al.* (2006). Afin d'être en mesure d'évaluer l'ambit des glossines, deux campagnes de capture/dissection se sont déroulées respectivement en saison des pluies et en saison sèche en 2005. Durant chaque enquête, un total de 305 pièges de type pyramidal ont été placés pendant 4 jours en des points géo référencés, et successivement sur 6 sites en périphérie de la ville.

Les facteurs environnementaux

La description de l'environnement a été réalisée en collaboration avec les géographes du Bureau de l'Urbanisme à Kinshasa. Les caractères environnementaux présents dans un rayon de 50 m autour de chaque piège ont été pris en compte : qualité du sol (sableux, sablo-argileux à argileux), du couvert végétal (arboré ou herbacé, ou les deux à la fois), du type de point d'eau présent (cours d'eau ou eau stagnante) et de son régime annuel (permanent ou intermittent), et enfin de la présence ou non d'un habitat (dense ou isolé). L'activité humaine s'est déclinée par les activités liées à l'eau (vaisselle, toilette, baignade, puisage, extraction du sable, pirogue), les activités agricoles (cultures maraîchères, champs, vergers) et d'élevage (porcin, ovin, caprin, bovin, volaille, piscicole), et enfin la chasse et la pêche. Les facteurs environnementaux ont été considérés comme étant constants, à l'exception des facteurs climatiques qui ont simplement été exprimés au travers des 2 saisons choisies pour l'évaluation entomologique : la saison sèche et la saison des pluies.

Démarche analytique

Les données ont été saisies sur Microsoft Excel ® et analysées sur Excelstat ®. Une régression logistique a été réalisée afin d'identifier les interactions éventuelles et évaluer le poids des facteurs environnementaux sur les facteurs biotiques à risque. Les variables étaient dichotomiques et exprimaient la présence ou l'absence des paramètres environnementaux à proximité du point de capture. Une analyse en composante multiple a été utilisée pour déterminer le paysage à risque : un gradient de risque a été défini puis confronté aux variables environnementales constituant les paysages. Ce gradient comprenait 5 niveaux de risque différents :

- Risque 0, pas de glossines ;
- Risque 1, au moins 1 glossine capturée ;
- Risque 2, au moins 1 glossine capturée + 1 ténéale ou 1 repas de sang humain ;
- Risque 3, au moins 2 glossines + 1 ténéale + 1 repas de sang humain ou présence du pathogène ;
- Risque 4, au moins 2 glossines + 1 ténéale + 1 repas de sang humain + présence du pathogène.

Une cartographie du niveau de risque cumulé sur les deux enquêtes entomologiques et par point de capture a été établie afin de visualiser la distribution du risque sur chaque site de la zone d'étude.

Resultats

Le risque biologique

Tableau I. Résultats des captures, des dissections, des analyses de repas de sang (RS) et des infections à *T. b. gambiense* (TBG) à Kinshasa en saison des pluies (SP) et en saison sèche (SS) 2005 et sur l'ensemble des 305 points de captures. *Glossina fuscipes quanzensis* est la seule espèce de glossine existant à Kinshasa, les DAP moyennes obtenues sont faibles et n'ont jamais été supérieures à 1. Les captures réalisées en saison des pluies ont été 2,3 fois supérieures à celles de saison sèche. 64 % des glossines capturées ont été disséquées, dont 66% en saison des pluies. 9,5 % étaient des ténéales et ont été exclues de l'analyse des repas de sang et de la recherche d'infection dans l'intestin. La proportion de repas de sang isolée en saison sèche (33%, IC95% : 26,4 – 39,6) est significativement supérieure ($\chi^2=28$, $p<0,000$) en saison sèche par rapport à la saison des pluies (14 %, IC95% / : 10,6 - 17,6). Le taux de repas de sang non identifiés était de 6%, les repas étaient partagés par l'homme (66,7%, IC95% : 58,1 – 75,2) et le porc (27,4%, IC95% : 19,3 – 35,4). La prévalence à *T. b. gambiense* chez les glossines s'élevait à 2.3 % (IC 95% : 1.2 – 3.3).

Tableau II. Exposition au risque et facteurs environnementaux en saison des pluies à Kinshasa en 2005.

Tableau III. Exposition au risque et facteurs environnementaux en saison sèche à Kinshasa en 2005. L'observation des tableaux II et III nous confirme que les sols argileux, les cours d'eau et la végétation arborée constituent des facteurs environnementaux qui favorisent la présence du vecteur, tout au long de l'année. La végétation mixte, semble constituer un refuge pour les Tsé tsé en saison sèche. Pour les ténéales, qui sont à la fois un indicateur de lieux de reproduction et un groupe sensible à l'infection, les lieux de prédilection sont les rives des cours d'eau en saison des pluies, et les aires couvertes de végétation mixte en saison sèche. Inversement, couvert herbacé et eaux stagnantes sont plutôt défavorables à la présence des jeunes imagos. Concernant le contact Homme/Glossine, celui-ci apparaît comme étant localisé principalement le long des cours d'eau en saison des pluies, et à proximité des élevages porcins ou sous couvert arboré en saison sèche.

Le paysage à risque

Les caractéristiques du paysage à risque ont été établies sur la base de l'Analyse en Composante Multiple.

L'axe F1 présente l'inertie cumulée la plus importante (34.38%). Les variables retenues ont été celles qui apportaient la plus forte contribution, nécessairement supérieure à leur poids relatif. Afin d'éviter les effets de projection nous avons éliminé les variables avec un cosinus carré trop proche de zéro. Sur l'axe F1 nous avons retrouvé le paysage particulier des périphéries sud-ouest et sud -est, tels que ceux des sites de la Funa (FUN) et de Kimbanseke (KBK). Ce paysage est principalement composé d'un couvert herbacé (savane herbeuse, steppe ou cultures vivrières) s'étendant sur un sol à dominante sableuse. Ce paysage était associé au niveau de risque zéro (RISQUE 0) et a été logiquement caractérisé par des densités de population de glossines très faibles. A l'opposé, l'un des niveaux de risque les plus élevés (RISQUE3) était associé à un paysage marqué par un couvert arboré (reliquat forestier, savane arborée ou verger) posé sur un sol argileux et la présence de porcs (Figure 1). Ce niveau de risque était caractéristique du

site du monastère de Mambré (Figure 2) à l'Ouest de la ville et celui de Ndjili Brasserie au Sud.

Figure 1. Graphique symétrique des variables de l'analyse en composante multiple.

Figure 2. Site du Monastère de Mambré et distribution du risque de transmission sur l'ensemble de l'année 2005.

Indépendamment de l'ACM, le plus haut niveau de risque (RISQUE 4), qui comprend la circulation du pathogène dans les glossines capturées, était observé sur 4 points de capture ce qui a rendu sa validation statistique impossible. Deux de ces points se trouvaient à Ndjili Brasserie et les deux autres sur les sites de Kimwenza et de Kimbanseke pourtant considérés comme sites à faible risque.

Discussion

Cette étude a cherché à associer observations géographiques et analyses biologiques, permettant ainsi de relier la dimension moléculaire depuis les organes du vecteur (identification du pathogène ou du sang dans l'intestin) jusqu'à une échelle plus large qui est celle du paysage. Des relations significatives ont pu être établies entre les facteurs biotiques à risque, principalement entomologiques, et les différentes variables environnementales observées autour des points de capture. En plus d'une observation saisonnière, nous avons pu établir une modulation de ces relations en les classant dans un gradient de risque qui a été associé aux différents faciès géographiques.

Glossina fuscipes quanzensis est l'unique espèce de glossine qui a été capturée. Les faibles densités de glossines observées, inférieures à une glossine par piège et par jour, confirment les observations réalisées par De Dekken et ses collaborateurs (2005). Ces auteurs ont aussi décrit des populations de faible densité, à distribution fragmentée et avaient expliqué les variations saisonnières à peine perceptibles, par les faibles amplitudes climatiques entre les 2 saisons, dont l'origine se trouve dans les remontées de courants d'air frais du Benguela par le fleuve Congo, qui adoucissent le climat équatorial de Kinshasa. Néanmoins, il serait dangereux de sous-estimer l'importance épidémiologique d'une population de glossines fragmentée et de faible densité. Gouteux & Artzrouni (2000), utilisant une approche bio mathématique, sont parvenus à modéliser la résurgence de la maladie du sommeil et ont pu observer que les faibles densités de glossines, combinées à un important contact Homme-Vecteur pouvaient provoquer des flambées épidémiques dans la population humaine. Cette hypothèse a pu être vérifiée dans de nombreux foyers d'Afrique Centrale et de l'Ouest. Kinshasa offre ici toutes les conditions permettant la survenue de telles flambées. Le taux moyen de ténéales obtenus sur les 2 enquêtes est dans les proportions classiquement observées (Laveissière *et al.*, 2000). Les fortes proportions de repas de sang pris sur l'homme (67 %) et sur le porc (32%) en font les hôtes préférentiels en périphérie de la ville, en dépit de préférences trophiques éclectiques de *G. f. quanzensis* déjà décrites (). Cela nous indique aussi que la pression anthropique très forte sur le milieu pourrait être à l'origine de la disparition de la faune sauvage, ce qui est d'ailleurs confirmé par l'absence de chasse dans la zone d'étude, par piégeage ou par tout autre moyen. La proportion de repas de sang significativement plus importante en saison sèche, nous indique clairement qu'en dépit d'une relative baisse des densités de populations de glossines, cette saison favorise l'agressivité du vecteur, donc un contact plus étroit avec l'homme.

Il y a une exposition accrue aux facteurs de risque biotiques par la présence de certains facteurs environnementaux. Les sols argileux, les cours d'eau et la végétation

arborée sont des facteurs qui favorisent la présence du vecteur tout au long de l'année. La végétation mixte semble constituer un refuge pour les glossines les plus fragiles (ténérales) en saison sèche. S'il est difficile de tracer un schéma général de la dynamique des populations de glossines, le climat et la disponibilité des hôtes nourriciers sont les 2 facteurs environnementaux les plus influant sur la longévité et la mortalité des adultes. Il est reconnu que la saison sèche entraîne toujours une chute des densités d'insectes : durée de pupaison plus longue, augmentation de la mortalité des pupes, éclosion des imagos sans réserves de graisse, raréfaction de l'eau et du couvert végétal, soit autant d'évènements qui sont atténués par une humidité permanente le long des cours d'eau et dans les sols argileux, ainsi que des températures plus clémentes à l'ombre des couverts arborés (Schwetz, 1919 ; Laveissière *et al.*, 2000). Le contact Homme/Glossine apparaît lui aussi comme étant localisé principalement le long des cours d'eau en saison des pluies, et à proximité des élevages porcins ou sous couvert arboré en saison sèche. Inversement, l'intensité de l'activité humaine ne semble avoir aucune influence sur ce contact. Les activités liées à l'eau observées dans cette étude sont pourtant des activités quotidiennes, excepté le lavage des produits agricoles qui peut être lié à un rythme saisonnier réglé sur les récoltes. Par contre, le couvert arboré favorise particulièrement le contact Homme/Vecteur en saison sèche, offrant un lieu de repos à la fois pour les glossines et pour les hommes, la promiscuité qui s'en suit est de toute évidence un facteur aggravant du risque. Cette variabilité du risque de transmission a déjà été mise en évidence dans un foyer de THA en zone forestière du Sud Cameroun (Grébaut *et al.*, 2004), où on a découvert que l'exposition au risque était beaucoup plus importante en saison sèche, en dépit d'une baisse significative de la densité de population du vecteur. De même, la proximité de porcs multiplie presque par 4 le contact entre homme et vecteur en saison sèche. Sachant que la plupart des porcheries rencontrées dans l'étude sont situées dans une pièce de l'habitation familiale consacrée à cette activité, c'est vraisemblablement la pratique spécifique de l'élevage porcin à Kinshasa qui renforce les interrelations entre les trois acteurs du complexe pathogène. Pourtant, au Cameroun, Grébaut et ses collaborateurs (2004) avaient remarqué que les glossines se nourrissaient plus ou moins sur les porcs en fonction des saisons, sans que cela n'influence significativement la proportion de repas de sang pris sur l'homme ; mais l'étude se passait en zone forestière et les animaux sauvages jouaient le rôle d'hôtes régulateurs saisonniers.

Des paysages à risque et *a contrario* à non-risque ont été identifiés. Leurs caractères confirment les relations déjà mises en évidence entre les facteurs biotiques et les variables environnementales. Si les aires de reliquat forestier et à sols argileux sont peu nombreuses et facilement identifiables (Flouriot *et al.*, 1978), notamment en périphérie Ouest sur le site du Monastère de Mambré et au Sud vers Ndjili Brasserie, les zones de savane arborée ou de vergers sont plus diffuses et certainement moins évidentes à délimiter, même à l'aide des outils de la télédétection. Si les aires couvertes de steppes ou de savane herbeuse, caractéristiques des sites à risque faible sont facilement identifiables au Sud-Est et au Sud-Ouest de la ville, les jardins maraîchers ou les champs vivriers ont un positionnement plus ambigu par rapport à l'exposition au risque. En effet, ces zones de cultures présentent clairement un risque réduit en absence d'arbres, mais la présence d'une couverture arborée, associant par exemple vergers et jardins en culture associée (couvert mixte), peuvent transformer ces derniers en aires à risque. Par contre, le fait de trouver quelques rares points de capture à niveau de risque 4 sur les sites de Kimwenza et de Kimbanseke n'est pas l'expression d'un paysage à haut risque, mais

traduit plutôt le fait que le risque de transmission de la THA n'est pas forcément lié au vecteur mais à la présence très localisée du réservoir à *T. b. gambiense*.

Conclusion

La présence de l'ensemble des acteurs composant le complexe pathogène qu'est la THA en zone périurbaine de Kinshasa fait de l'existence d'un foyer local de la maladie une réalité. En dépit de très faibles densités de populations du vecteur, il existe en périphérie des paysages présentant des caractéristiques très favorables à sa présence, à sa reproduction et à son contact avec l'homme. Les couverts arborés associés à un sol argileux et situés à proximité de cours d'eau constituent en ce sens les sites à haut risque les plus répandus, notamment à l'Ouest et au Sud de la périphérie de Kinshasa. Le risque est accru de façon significative par la présence d'élevages porcins. Par contre, l'activité maraîchère ou de culture vivrière, tant qu'elle n'est pas faite à proximité d'une zone boisée serait plutôt protectrice. Le risque maximum, déterminé par la circulation du pathogène, est plutôt lié à la présence d'un réservoir porcin ou humain et ce, quel que soit le faciès géographique. L'optimisation de la lutte contre la maladie pourrait donc passer par une lutte anti vectorielle soutenue et ciblée dans les faciès à risque, menée conjointement avec une action des services vétérinaires visant à inventorier, diagnostiquer et assainir le réservoir porcin potentiel.

Remerciements

Cette étude a bénéficié d'un financement du Service de Coopération et d'Action Culturelle de l'Ambassade de France en RDC, dans le cadre des projets PRODEV et « Alerte aux Epidémies ».

Nous remercions M. Eric Elguero pour son aide précieuse dans les analyses statistiques et le Dr. C. Laveissière pour la relecture du manuscrit.

References /Bibliographiques

- Bilengue, C.M., Meso, V.K., Louis, F.J., Lucas, P. (2001) Human African trypanosomiasis in the urban milieu: the example of Kinshasa, Democratic Republic of Congo, in 1998 and 1999 *Médecine Tropicale* **61(4-5)**, 445-448.
- De Deken, R., Sumbu, J., Mpiana, S. *et al.* (2005) Trypanosomiasis in Kinshasa: distribution of the vector, *Glossina fuscipes* quanzensis, and risk of transmission in the peri-urban area *Medical and Veterinary Entomology* **19**, 353-359.
- Ebeja, A.K., Lutumba, P., Molisho, D. *et al.* (2003) Sleeping sickness in the region of the town of Kinshasa: a retrospective analysis during the surveillance period 1996-2000 *Tropical Medicine and International Health* **8(10)**, 949-955.
- Elsen, P. (1973) Observation sur l'Ecologie des Glossines dans la Région de Kinshasa, Zaïre (*Glossina fuscipes* quanzensis et *Glossina tabaniformis*) *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale* **53**, 137-163.
- Flouriou, J., de Maximy, R., Pain, M. (1978) Atlas de Kinshasa Kinshasa: Institut Géographique du Zaïre, pp105.
- Gouteux, J.P. & Artzrouni, M. (2000) Persistence and resurgence of sleeping sickness caused by *Trypanosoma brucei* gambiense in historic foci Bio mathematical approach of an epidemiologic enigma. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences III. Apr.*; **323(4)**: 351-364.
- Grébaut, P., Mbida, J.A., Kondjio, C.A., Njiokou, F., Penchenier, L., Laveissière, C. (2004) Spatial and Temporal Patterns of Human African Trypanosomiasis (HAT) transmission risk in the Bipindi focus, in the forest zone of southern Cameroon *Vector Borne and Zoonotic Disease*. **4(3)**, 230-238.

- Laveissière, C., Grébaut, P., Herder, S., Penchenier L. (2000) Les Glossines Vectrices de la Trypanosomiase Humaine. Editions IRD, Bondy, France. pp 246.
- Laveissière, C., Sané, B., Méda, H.A. (1994) Measurement of risk in endemic areas of Human African Trypanosomiasis in Cote d'Ivoire. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. **88(6)**, 645-648.
- Njiokou, F., Laveissière, C., Simo, G. *et al.* (2006) Wild fauna as a probable animal reservoir for *Trypanosoma brucei gambiense* in Cameroon. Infection Genetics and Evolution. **6(2)**, 147-153.
- Robays, J., Ebeja Kadima, A., Lutumba, P. *et al.* (2004) Human African Trypanosomiasis amongst urban residents in Kinshasa: a case-control study. Tropical Medicine and International Health. **9(8)**, 869-875.
- Schwetz, J. (1919) L'identité des conditions géo-botaniques des gîtes à pupes de la *Gl palpalis*, de la *Gl fusca*, de la *Gl brevipalpis*, de la *Gl pallidipes* et de la *Gl morsitans* Bulletin de la Société de Pathologie Exotique. **234-238**.
- Simo, G., Mansinsa Diabakana, P., Kande Betu Ku Mesu, V. *et al.* (2006) Human African Trypanosomiasis transmission, Kinshasa, Democratic Republic of Congo. Emerging and Infectious Diseases. **12(12)**:1968-1970.
- W.H.O. (2006) Human African Trypanosomiasis (sleeping sickness): epidemiological update Feb. Weekly epidemiological record. **81(8)**, 69-80.

Tableau I. Résultats des captures, Densités Apparentes par Piège et par jour (DAP), nombre de glossines disséquées (DISS), nombre de ténéales (TEN), analyses de repas de sang (RS) et des infections à *T. b. gambiense* (TBG) à Kinshasa en saison des pluies (SP) et en saison sèche (SS) 2005 et sur l'ensemble des 305 points de captures.

Saisons	Glossines captures	DAP	DISS	TEN	RS	RSH	RSP	TBG
	n		N	n	n	n	n	n
SP	624	0,51	376	30	53	35	14	8
SS	273	0,22	194	24	64	43	18	5
Total	897	0,37	570	54	117	78	32	13

RSH : Repas de Sang Humain ; RSP : Repas de Sang de Porc

Tableau II. Exposition au risque et facteurs environnementaux en saison des pluies

Y	X	OR	IC 95%	p
Glossines	Argile	2.77	1.64-4.69	0.0001
	Cours d'eau	2.31	1.42 - 3.74	0.0005
	Couvert arboré	1.79	1.11 - 2.87	0.01
Ténéales	Cours d'eau	3.37	1.23 - 9.21	0.009
	Couvert herbacé	0.29	0.11 – 0.76	0.006

	<i>Eau stagnante</i>	0.15	0.002-1.07	0.015
Repas de sang humain	Cours d'eau	2.5	1.04 - 5.98	0.03

Tableau III. Exposition au risque et facteurs environnementaux en saison sèche, Kinshasa, 2005.

Y	X	OR	IC 95%	p
Glossines	Argile	2.53	1.45 - 4.44	0.001
	Couvert mixte	2.38	1.19 – 4.77	0.02
	Cours d'eau	2.02	1.16 - 3.51	0.01
	Couvert arboré	1.86	1.09 - 3.16	0.02
Ténérales	Couvert mixte	4.07	1.42 – 11.72	0.02
	<i>Eau stagnante</i>	0.00	0.00 – 0.30	0.005
Repas de sang humain	Porc	3.81	1.72 – 8.44	0.002

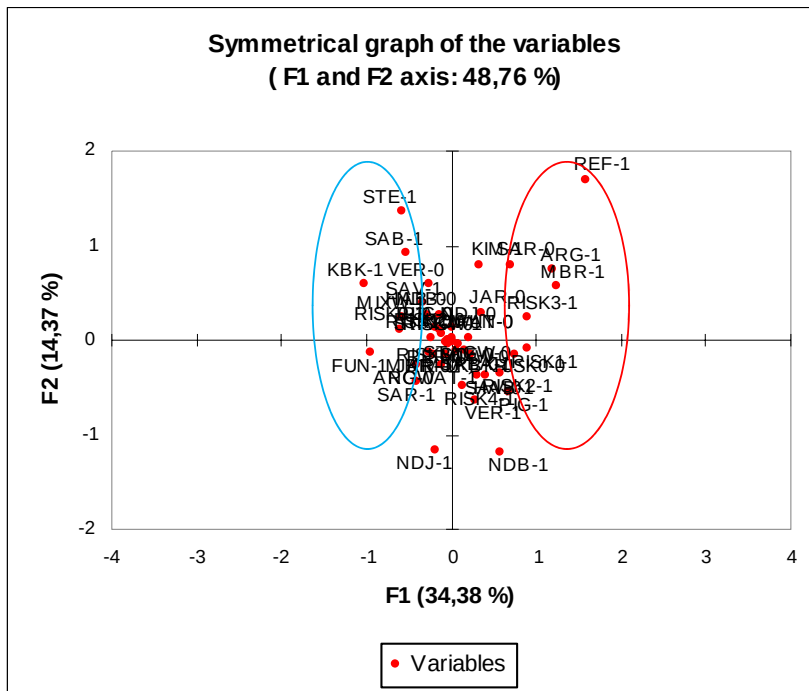


Figure 1. Graphique Symétrique des Variables de l'Analyse en Composante multiple.

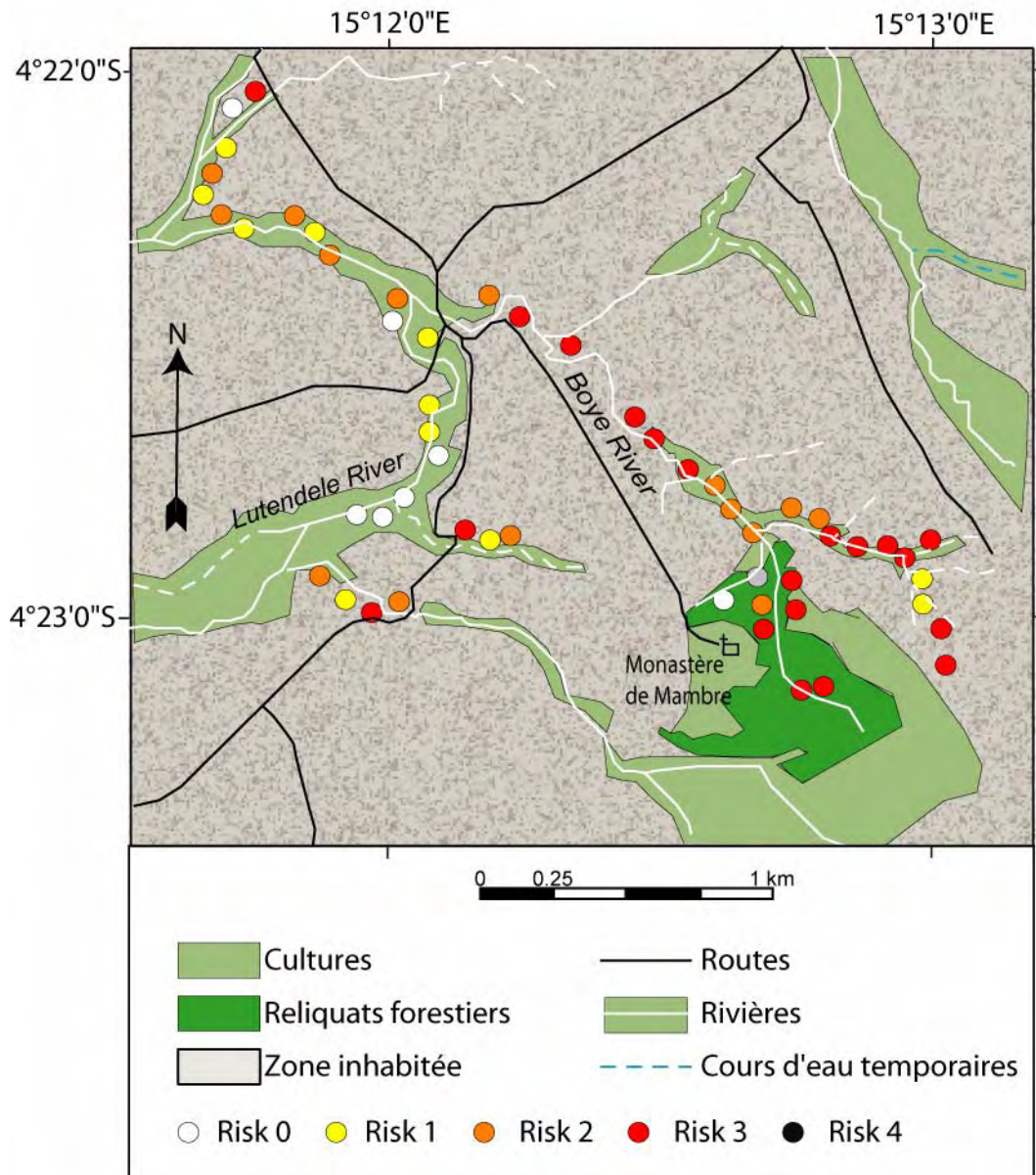


Figure 2. Site du Monastère de Mambéré et distribution du risque de transmission sur l'ensemble de l'année 2005.

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

308

**LE PROCESSUS DE RECRUTEMENT DES LYMPHOCYTES B DANS LE
SYSTEME NERVEUX CENTRAL PROCURE DES MARQUEURS
DIAGNOSTIQUES PRECOCES DE LA MENINGO-ENCEPHALITE
A *TRYPANOSOMA BRUCEI GAMBIESE***

Lynda Pervieux ^a, Bertrand Courtioux ^a, Gedeao Vatunga^{a, b},
Theophile Josenando^b, Marie-Odile Jauberteau-Marchan ^c, Bernard Bouteille ^a &
Sylvie Bisser ^{a, d} *

^a*Equipe Accueil 3174 Neuroparasitologie et Neuroépidémiologie Tropicale, Institut
d'Epidémiologie Neurologique et de Neurologie Tropicale, Faculté de Médecine, 2 rue
du Dr Raymond Marcland, 87025 Limoges Cedex, France*

^b*Instituto de Combate e Controlo das Tripanossomias, Luanda, Angola*

^c*Equipe Accueil 3842 Homéostasie cellulaire et pathologies, Faculté de Médecine, 2 rue
du Dr Raymond Marcland, 87025 Limoges Cedex, France*

^d*Centre International de Recherches Médicales de Franceville, BP 769, Franceville,
Gabon*

**Corresponding author: EA 3174 Neuroparasitologie et neuroépidémiologie tropicale,
Faculté de Médecine, 2 rue du Dr Marcland, 87025 Limoges Cedex. Tel: 33-555-435-
820, fax: 33-555-435-821,
e-mail: sylviebisser@yahoo.fr*

Résumé

Trypanosoma brucei gambiense (*T. b. g.*) est responsable de la trypanosomiase humaine africaine (THA) ou maladie du sommeil. En général, la maladie évolue en 2 stades: le stade hémolympathique ou stade 1 suivie après des semaines ou mois par le stade nerveux ou stade 2. Le stade 2 est difficile à traiter d'où la nécessité de disposer de marqueurs diagnostiques sensibles et spécifiques. Actuellement sur le terrain, le diagnostic est basé sur le comptage des leucocytes dans le liquide céphalo-rachidien (LCR). Nous avons montré par cytométrie de flux que ce sont les lymphocytes B qui augmentent régulièrement avec la gravité de la maladie. Le recrutement des lymphocytes B est réglé par des chimiokines membres du sous-type CXC. Nous nous sommes intéressés plus spécialement à la chimiokine CXCL-13 et avons étudié: (i) *in vivo* le niveau d'expression de CXCL-13 dans des échantillons humains (sérum et LCR) de patients et de témoins (ii) *in vitro* l'expression de CXCL-13 dans des cellules nerveuses co-cultivées avec des trypanosomes.

Les patients et les témoins ont été inclus lors de dépistages effectués en Angola. Vingt six patients (11 stade 1, 15 stade 2) et 16 témoins ont été examinés et prélevés. *T. b. g.* souche MBA a été co-cultivé avec des cellules nerveuses (CMH5 et HBMEC), l'ARN a été extrait et l'expression de CXCL-13 révélée par RT-PCR. Dans le sérum et le LCR, nous avons montré une augmentation significative des concentrations de CXCL-13 chez les patients. Dans le LCR, les concentrations de CXCL-13 augmentaient en fonction de la gravité clinique. *In vitro*, le CXCL-13 était exprimé uniquement dans les cellules co-cultivées avec *T. b. g.*

Nos résultats montrent, par conséquent, que le *T. b. g.* stimule l'expression du CXCL-13 dans les cellules cérébrales et que son niveau d'expression est en corrélation avec la gravité clinique. Le CXCL-13 représente potentiellement un marqueur très précoce de l'invasion du SNC.

Summary

Trypanosoma brucei gambiense (*T. b. g.*) causes human African trypanosomiasis (HAT) or sleeping sickness. Classically the disease evolves in two stages: the hemolympathic stage or stage 1 followed after weeks or months by the nervous stage or stage 2. Stage 2 is difficult to treat, therefore sensitive and specific stage markers are needed. Actually, field criteria for stage determination are based on cerebrospinal fluid (CSF) cell count. Using flow cytometry, our team has shown a regular B cell increase during the course of the disease. B cell recruitment in CSF is regulated through B Cell-Attracting chemokines, members of the CXC subtype of the chemokine super-family. We focused our interest on CXCL-13 expression and studied: (i) *in vivo* the expression level of CXCL-13 in human blood and CSF samples from HAT patients and controls (ii) *in vitro* the expression of CXCL-13 in nervous cells co-cultured with trypanosomes. Patients and controls were included during screenings in Angola. Twenty-six patients (11 stage 1, 15 stage 2) and 16 controls were sampled. *T. b. g.* strain MBA was co-cultured with human nervous cells (CMH5 and HBMEC), RNA was extracted and CXCL-13 expression revealed by RT-PCR. In sera and CSF, we showed a significant increase of CXCL-13 levels in patients. In CSF, CXCL-13 levels increased with disease severity. *In vitro*, CXCL-13 expression was only present in cells co-cultured with *T. b. g.*

Thus, we could hypothesise that *T. b. g.* stimulates CXCL-13 expression in cerebral cells and that high levels correlate with disease severity. Our results provide data on a potential early new marker of CNS invasion in HAT.

Introduction

African sleeping sickness, also called Human African Trypanosomiasis (HAT), is a significant cause of morbidity and mortality in sub-Saharan Africa (Barrett, 2006). *Trypanosoma brucei* (*T. b.*), the causative agent of the disease, exists in two sub-species: in West and Central Africa, the protozoan parasite *T. b. gambiense* causes a chronic form of HAT that might last several years, whereas *T. b. rhodesiense* refers to an acute form in East Africa that spread out weeks to months (Bisser et al., 2000; Kennedy, 2004). The long, asymptomatic first stage of *T. b. gambiense* sleeping sickness is one of the factors that seriously hamper public health strategies to eliminate the disease. Diagnosis must be made as early as possible in order to prevent transmission and enhance chances of cure. Indeed, as the disease progresses towards CNS involvement, the risk of irreversible

neurological sequels increase whereas treatment procedures get difficult, toxic and unsatisfactory (Bouteille *et al.*, 2003). New treatment options for HAT meningo-encephalitis are scarce and the way from an innovative drug to clinical trials and field application is still a struggle (Burri, 2001). Hence, another option is to improve diagnostic strategies of CNS involvement. Diagnosis of the onset of HAT meningo-encephalitis is a difficult task. Neurological signs mainly occur after the onset of HAT meningo-encephalitis and biological criteria and thresholds of CNS involvement are difficult to establish or if available to use in field conditions (Lejon *et al.*, 1998; Chappuis *et al.*, 2005; Courtioux *et al.*, 2005). As a consequence, CSF cell count and the presence of trypanosomes remains the main diagnostic procedure in the field although not satisfactory (Chappuis *et al.*, 2005). Improving the diagnosis of HAT meningo-encephalitis relies mainly on the understanding of host-parasite interactions at the blood brain barrier (BBB) (Bisser *et al.*, 2006). Dissecting those mechanisms could provide tools for defining those patients who are at risk to develop a meningo-encephalitis.

HAT is characterized by an extensive polyclonal activation of B cells that proliferate spontaneously and secrete high titres of antibodies mainly of the IgM class. Recently, the importance of IgM intrathecal synthesis and its potential as an easy to use field test for stage determination has been highlighted (Bisser *et al.*, 2002; Lejon *et al.*, 2003). Also, the increasing role of cytokines (IFN-gamma, TNF-alpha, IL-4) and chemokines (CCL-2, CCL-3, CXCL-8) in disease severity has been assessed Okomo-Assoumou *et al.*, 1995; Rhind and Shek, 1999; Lejon *et al.*, 2002; Courtioux *et al.*, 2006; Maclean *et al.*, 2006). Indeed, the switch from a Th1 (TNF- α , IFN- γ) to a Th2 cytokine response (IL-4, IL-10) in blood allows the disease to evolve from a devastating and fatal disease towards a chronic form (Schopf *et al.*, 1998). Keeping in mind the importance and potential of IgM response as stage marker in HAT and the importance of the cytokine/chemokine network in the evolution, we focused our interest in the mechanisms of B-cell recruitment in the CNS. The B-Lymphocyte Chemoattractant (BLC), also known as B Cell-Attracting chemokine 1 (BCA-1) or CXCL-13 is a member of the CXC subtype of the chemokine super-family (Gunn *et al.*, 1998). CXCL-13 levels in CSF were found to be correlated strongly with intrathecal immunoglobulin production but also with the presence of B and T cells and plasma blasts (Krumbholz *et al.*, 2006). The strong linkage of CXCL-13 to immune cells and immunoglobulin levels in CSF suggests that this is one of the factors that attract and maintain B and T cells in inflamed CNS lesions. CXCL-13 expression is associated with inflammatory infiltrates and demyelination in the nervous fibres of the white matter and was detected in the CSF of subjects with inflammatory neurological disorders such as MS or neuroborreliosis, supporting the possibility that these molecules play a role in the organization of the immune response in the CNS (Corcione *et al.*, 2004; Rupprecht *et al.*, 2005).

The purpose of this study was to explore the role of CXCL-13 in HAT. We determined the production of CXCL-13 in HAT using sandwich ELISA in serum and CSF samples from patients with HAT and explored CXCL-13 gene expression (RT-PCR techniques) using *in vitro* models of parasite-cell co-cultures.

Patients, Material and Methods

Patients and sample collection

Patients were recruited in Angola and included in the study after informed consent. The study protocol was conducted in accordance to the Helsinki declaration and approved by the ministry of health in Angola. Patients were detected either actively during field surveys in Bengo district (2002) or passively at Viana, the National program

reference laboratory near Luanda (2003). Inclusion criteria were: parasitologically confirmed cases in blood/or lymph nodes in patients over 10 years and never previously treated for sleeping sickness. Exclusion criteria were: co infections (malaria, filariasis, positive serology for syphilis or HIV). Co-infections were treated according to national guidelines or directed to the instances in charge for these diseases. Clinical and neurological signs and symptoms were carefully reported on case report forms. All subjects were screened for antibodies on whole blood by card agglutination trypanosomiasis test (CATT) (Magnus *et al.*, 1978). Positive CATT test was confirmed on diluted plasma. Parasites were searched in lymph nodes after puncture or in blood using the hematocrit centrifuge technique (Woo, 1970).

Disease stage was diagnosed on freshly punctured CSF and based on CSF cell count and/or presence of trypanosomes. CSF cells were counted on Kova slides (Hycor Biomedical Inc., Gardengrove, CA). The presence of parasite determined after modified simple centrifugation (Miézan *et al.*, 2000). Patients were subsequently classified in 2 stages (S-1, S-2). S-1 represents patients with less than 20 cells/ μ L and no trypanosomes. S-2 represents patients showing 20 or more than 20 cells/ μ L (with or without presence of trypanosomes).

The diagnosis was further confirmed by CSF IgM detection using nephelometry (Behring Diagnostic, Rueil-Malmaison, France) at the Limoges' Biochemistry department (CHRU, Limoges, France). The threshold for CSF IgM pathological level in CSF was taken at 1.9 mg/L (Lejon *et al.*, 2007). Blood and CSF samples were obtained during normal diagnostic procedures. Six mL CSF were collected into conic tubes. Four mL were centrifuged, aliquoted and immediately frozen in liquid nitrogen. The 2 remaining mL of CSF were used for stage determination. Hemorrhagic lumbar punctures (> 500 red blood cells/mL) were discarded and those patients excluded from this study.

Ten mL of blood were collected by venipuncture and separated into 2 tubes (with and without anticoagulant). Plasma samples were used for parasitology. Serum samples were used for serology and the remaining volume aliquoted and stored in liquid nitrogen until further use for cytokines studies (Thavasu *et al.*, 1992; Kenis *et al.*, 2002). As controls, CSF and serum specimens were obtained from Angolan and Caucasian patients with non-infectious neurological diseases consulting at Viana or at Limoges Hospital (France).

Parasite and cell cultures

Parasite culture.

Trypanosoma b. gambiense MBA and *T. b. brucei* AnTat 1.9 were kindly provided by Eddy Magnus and Dominique Le Ray (Prince Leopold Institute of Tropical Medicine, Antwerpen, Belgium) and stored in liquid nitrogen. Swiss female mice were challenged intraperitoneally and the appearance of parasitaemia checked every day in blood obtained from the tail. Parasites were further extracted from mouse blood using a mini-anion exchange centrifugation technique (mAECT) (Lumsden *et al.*, 1979) and immediately cultured according to Baltz *et al.*, 1985 and Hesse *et al.*, 1995.

Cell lines culture.

Microglial (CHME-5) and an endothelial cell line (Human bone marrow endothelial cell, HBMEC) that mimic the function of the blood brain barrier were used. They were obtained from Philippe Vincendeau (Department of Parasitology, University of Bordeaux 2, France) and Denise Paulin (University of Paris 7, France) respectively

and cultured according to the protocol established in those laboratories. Cells were used under confluence.

Parasite-cell co-cultures.

Cells were further re-suspended in 2 separate 6-well plates and allowed to rest until confluence (24h). TRYPANOSOMIAES ($10^4/\text{mL}$) were added to 3 CHME-5 or 3 HBMEC wells, the 3 remaining wells being used as controls. Plates were further manipulated after 3, 6 and 18 h incubation using 2 wells (one with and one without trypanosomes). A well containing only trypanosomes without co-cultured cells was used to verify the potential of CXCL-13 gene expression by the parasite. At the end of co-culture time, trypanosomes were discarded; the remaining volume was washed with PBS, trypsinized, re-washed to stop trypsin action and centrifuged at 1000 g for 10 min. The supernatant was discarded and the pellet used for immediate RNA extraction. All experiments were carried out five times for reproducibility.

CXCL-13 production and gene expression

CXCL-13 was measured in paired sera and CSF of HAT patients and controls. The levels of CXCL-13 were quantified by ELISA according to the manufacturer's instructions (R&D Systems, Minneapolis, MN). Each sample was analysed in triplicate and optical density was meaned and compared with a standard curve of recombinant human cytokine/chemokine and negative controls. CXCL-13 detection limit was 1.64 pg/mL. The pellet issued from cell cultures was re-suspended in 350 μL RLT Plus buffer and RNA was extracted with RNeasy Plus Mini Kit (QIAGEN, Courtaboeuf, France). Extracted RNA was quantified for the RT-PCR mix preparation. CXCL-13 gene was amplified using human specific primers (sense, 5'-TCCAAGGTGTTCTGGAGGTC-3'; antisense, 5'-TGAGGGTCCACACACACAAT-3') (Proligo, Sigma-Aldrich) (www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST: GenBank accession no. NM_006419.1). For each run, a molecular weight marker (Roche, Meylan, France) and RNA extracted from pellets of 2 negative controls (CHME-5 and HBMEC without parasite co-culture), of 1 cultured parasites, and of 1 co-cultured parasites were used. RT-PCR was realized with the Gene Amp PCR system 2700 (Applied Biosystems, Courtaboeuf, France).

Statistical analysis

Data were analysed using SAS © and Stata 8 ©. Statistical significance between the patients groups was determined with non parametric tests (Kruskal Wallis U test (3-tailed), Mann-Whitney U test (2-tailed) and the Spearman test). Data were considered statistically significant if $P < 0.05$.

Results

Patient's characteristics

Forty-two subjects (26 patients from Angola and 16 controls (10 from Limoges, France and 6 from Angola) were included. Patients' age ranged from 12 to 65 years with a median of 31, control's age ranged from 11 to 88 with a median of 45. Eleven patients were classified as S-1 and 15 as S-2. The number of cells/ μL in patients varied from 1 to 904. Trypanosomes were found in the CSF of 12 patients (2 in S-1 and 10 in S-2). Five patients in S-1 and 13 in S-2 had an IgM level $> 1.9 \text{ mg/L}$. Among S-1 patients, 3 had cells between 5 and 20 and no IgM intrathecal synthesis while 4 between 5 and 20 cells had an IgM intrathecal synthesis ranging from 2.8 mg/L to 51.2 mg/L. Three patients had

missing values for the IgM intrathecal synthesis. None of the controls had an IgM intrathecal synthesis.

CXCL-13 production in sera and CSF

Median values and ranges according to S-1 and S-2 are presented in table 1 and figure 1. CXCL13 levels in the patients group and subgroups (S-1, S-2) were significantly higher when compared to controls ($p < 0.0001$, 0.0009 and 0.0001 respectively). Within subgroups (S-1, S-2), levels were not significantly different. CXCL13 levels in the patients' CSF were significantly higher when compared to controls ($p = 0.002$). S-2 patients had higher values than controls ($p = 0.0009$) but there was no significant difference with S-1 patients ($p = 0.5$). Within subgroups, S-2 patients had significantly higher values than S-1 patients ($p = 0.01$).

There is no significant association between CXCL-13 level in blood and CXCL-13 level in CSF ($p = 0.06$ and $\rho = 0.293$). CXCL-13 levels in blood are correlated with IgM intrathecal synthesis ($p < 0.0001$; $\rho = 0.7$), with the increased cell count ($p < 0.0001$ and $\rho = 0.6$) and with the presence of trypanosomes ($p = 0.0002$), but not with the presence of neurological signs ($p = 0.06$). CXCL-13 levels in CSF are correlated with IgM intrathecal synthesis ($p = 0.02$; $\rho = 0.531$), with the increased cell count ($p = 0.0004$ and $\rho = 0.55$), with the presence of trypanosomes ($p = 0.001$), and with the presence of neurological signs ($p = 0.0002$).

Table 1: Characteristics of patients (n= 26) and controls (n= 16), stage determination parameters (CSF cell, IgM, neurological signs) and CXCL-13 level in serum and CSF.

Subjects	Number	Age	CSF cells	IgM (mg/L)	IgM > 1,9	Neurological signs	CXCL13 ser	CXCL13 CSF
Total	16	45(11-88)	0.8 (0-5)	0	0	1	158.8 (15.4-1042)	10.4 (2.6-40.8)
Caucasian controls	10	59 (36-88)	0	0	0	0	83.6 (15.4-151.8)	8.8 (3.2-15.2)
African controls	6	21 (11-50)	2.3 (0-5)	0	0	1	283.9 (46.9-1042)	13 (2.6-40.8)
Total patients	26	31 (12-65)	174.2 (1-904)	115.5 (0-391)	18	12	459 (116-992)	57 (2-123)
S-1	11	30 (12-50)	6.7 (1-18)	10.7 (0-51.2)	5	2	423 (116-992)	23.6 (3-103)
S-2	15	32 (15-65)	297 (47-904)	175.4 (0-391)	13	10	485 (175-916)	81.5 (2-123)

CXCL-13 gene expression in cell line cultures.

A specific CXCL-13 gene expression (molecular weight of 181 bp) could be observed after 18 hours incubation only for both cell lines. Only *T. b. gambiense* induce CXCL-13 gene expression. No CXCL-13 gene expression was detected in cells or parasites cultured alone.

Discussion

We here explored the role of CXCL-13 in HAT. Interestingly, CXCL-13 levels in CSF were correlated with CSF cell count, presence of trypanosomes, IgM intrathecal synthesis and presence of neurological signs. Mean levels in our defined S-1 patients were 7 times higher than the defined threshold and confirmed how early the immune responses are initiated at the BBB level. Our results also confirmed that “intermediate

stage patients” (ie cell count between 6-20/ μ L) already show an IgM > 1.9 mg/mL and except for one patient an increased CXCL-13 level ranging from 10 to 103 pg/mL. Those patients with discordant complementary tests still need full attention and care to define second stage and probably the use of a combination of tests eventually repeated after 48 hours will be necessary to enhance diagnostic accuracy. Using this threshold, IgM and CXCL-13 level in CSF gave concordant results to define S-1 and S-2 in 18 cases while there were discordant in 4 cases. CXCL-13 failed to define CNS involvement in 3 patients (2 S-2 and 1 S-1 patients) and IgM in one S-2 patient. IgM has a wide range of concentrations while CXCL-13 concentrations seem to be present at high levels (around 100 pg/mL) or absent (around 2 pg/mL) suggesting different mechanisms of their production. The absence of relation between blood and CSF CXCL-13 synthesis suggests intrathecal synthesis and our gene expression profiles in co-culture models suggests a potential production by microglial cells and endothelial cells from the BBB. Follicular type dendritic cells (DCs) are considered to be the major source of CXCL-13 (Carlsen et al., 2004) but CXCL-13 is further produced by monocytes and at much higher levels by macrophages *in vitro* (Krumbholz et al., 2006). In fact, CXCL-13 gene expression is linked to the initiating mechanisms of the immune response in DCs which are potent antigen-presenting cells (APC) able to activate naïve antigen-specific T cells. There is evidence that DC may develop from the cells resident in the CNS and/or migrate to the CNS from the periphery (Pashenkov et al., 2001), thus initiating there similar mechanisms of immune responses.

Trypanosoma b. gambiense but not *T. b. brucei* induced the gene expression of CXCL-13 in our cell lines. Similarly bloodstream forms of *T. b. gambiense* cross a human BBB model system, much more effectively than do *T. b. brucei* (Grab et al., 2004). Indeed, these results suggest the presence of specific mechanisms linked to human infective trypanosomes that are able to cross the BBB via a paracellular route (Nikolskaia et al, 2006). We can hypothesize that: (i) direct contact between trypanosomes and cerebral cells may induce a differential expression according to parasites and thus modulate HAT pathology, (ii) or *T. b. gambiense* express a soluble factor which further stimulates cerebral cells via CXCR5, the CXCL-13 specific receptor (Bürkle et al., 2007). Identifying the mechanisms implied in the differential activity of *T. b. gambiense* vs *T. b. brucei* regarding CXCL-13 gene expression *in vitro* could allow us to determine one mechanism of *T. b. gambiense* pathogenicity in the CNS. CXCL-13 can promote lymphoid tissue neogenesis and contributes to the development of chronic inflammation. Interestingly CXCL-13 gene expression and thus activation/maturation of DC is a highly modulable process that can be accelerated or inhibited by several biological factors, including IL-10. This cytokine, alone or in co-stimulation with TLR-ligands, induces key mediators to the organization of secondary lymphoid tissues with deleterious effects as shown in other neuro-inflammatory diseases (Bagaeva et al., 2006; Krumbholz et al., 2006).

The interest of the chemokine CXCL-13 as a marker has recently been highlighted in acute Lyme neuroborreliosis (Narayan et al., 2005; Rupprecht et al., 2005) and in the pathogenesis of cat scratch disease, a suppurative granuloma induced by *Bartonella henselae* infection (Vermi et al., 2006). Indeed, measuring CXCL-13 levels in CSF of patients could have different applications as its synthesis i) is promoted during the initial phase of inflammation, thus it could be an interesting early marker for staging in HAT; ii) and/or is linked to persistent CNS lesion thus it could be an interesting marker for disease severity.

References

- Bagaeva, L.V., Rao, P., Powers, J.M., Segal, B.M. CXC chemokine ligand 13 plays a role in experimental autoimmune encephalomyelitis. *J. Immunol.* 2006. 176, 7676-7685.
- Baltz T., Baltz, D., Giroud, C., Crockett, J. Cultivation in a semi-defined medium of animal infective forms of *Trypanosoma brucei*, *T. equiperdum*, *T. evansi*, *T. rhodesiense*, and *T. gambiense*. *E.M.B.O.J.* 1985. 4, 1273-1277.
- Barrett, MP. The rise and fall of sleeping sickness. *Lancet.* 2006. 29, 1377-1378.
- Bisser, S., Ayed, Z., Bouteille, B., Stanghellini, A., Breton, J.C., Dumas, M., Jauberteau, M.O. Central nervous system involvement in African trypanosomiasis: presence of anti-galactocerebroside antibodies in patients' cerebrospinal fluid. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 2000. 94, 225-226.
- Bisser, S., Lejon, V., Preux, P.M., Bouteille, B., Stanghellini, A., Jauberteau, M.O., Büscher, P., and Dumas, M. Blood-cerebrospinal fluid barrier and intrathecal immunoglobulins compared to field diagnosis of central nervous system involvement in sleeping sickness. *J. Neurol. Sci.* 2002. 15, 127-135.
- Bisser, S., Ouwe-Missi-Oukem-Boyer, O.N., Toure, F.S., Taoufig, Z., Bouteille, B., Buguet, A., Mazier, D. Harboring in the brain: a focus on immune evasion mechanisms and their deleterious effects in malaria and human African trypanosomiasis. *Int. J. Parasitol.* 2006. 36, 529-540.
- Bouteille, B., Oukem, O., Bisser, S., Dumas, M. Treatment perspectives for human African trypanosomiasis. *Fundam. Clin. Pharmacol.* 2003. 17, 171-181.
- Bürkle, A., Niedermeier, M., Schmitt-Gräff, A., Wierda, W.G., Keating, M.J., Burger, J.A. Overexpression of the CXCR5 chemokine receptor, and its ligand, CXCL13 in B cell chronic lymphocytic leukemia. *Blood.* 2007. 110, 3316-3325.
- Burri, C. Are there new approaches to roll back trypanosomiasis? *Trop. Med. Int. Health.* 2001. 6, 327-329.
- Carlsen, H.S., Baekkevold, E.S., Morton, H.C., Haraldsen, G., Brandtzaeg, P. Monocyte-like and mature macrophages produce CXCL-13 (B cell-attracting chemokine 1) in inflammatory lesions with lymphoid neogenesis. *Blood.* 2004. 104, 3021-3027.
- Chappuis, F., Loutan, L., Simarro, P., Lejon, V., Büscher, P. Options for field diagnosis of human African trypanosomiasis. *Clin. Microbiol. Rev.* 2005. 18, 133-146.
- Corcione, A., Casazza, S., Ferretti, E., Giunti, D., Zappia, E., Pistorio, A., Gambini, C., Mancardi, G.L., Uccelli, A., Pistoia, V. Recapitulation of B cell differentiation in the central nervous system of patients with multiple sclerosis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2004. 101, 11064-11069.
- Courtioux, B., Bisser, S., M'Belesso, P., Ngoungou, E., Girard, M., Mangouma, A., Josenando, T., Jauberteau-Marchan, M.O., Bouteille, B. Dot enzyme-linked immunosorbent assay for more reliable staging of patients with human African trypanosomiasis. *J. Clin. Microbiol.* 2005. 43, 4789-4795.
- Courtioux, B., Boda, C., Vatunga, G., Pervieux, L., Josenando, T., M'Eyi, P.M., Bouteille, B., Jauberteau-Marchan, M.O., Bisser, S. A link between chemokine levels and disease severity in human African trypanosomiasis. *Int. J. Parasitol.* 2006. 36, 1057-1065.
- Grab, D.J., Nikolskaia, O., Kim, Y.V., Lonsdale-Eccles, J.D., Ito, S., Hara, T., Fukuma, T., Nyarko, E., Kim, K.J., Stins, M.F., Delannoy, M.J., Rodgers, J., Kim, K.S.

- African trypanosome interactions with an *in vitro* model of the human blood-brain barrier. J. Parasitol. 2004. 90, 970-979.
- Gunn, M.D., Ngo, V.N., Ansel, K.M., Ekland, E.G., Cyster, J.G., Williams, L.T. A B-cell-homing chemokine made in lymphoid follicles activates Burkitt's lymphoma receptor-1. Nature. 1998. 391, 799-803.
- Hesse, F., Selzer, P.M., Muhlstadt, K., Duszenko, M. A novel cultivation technique for long-term maintenance of bloodstream form trypanosomes *in vitro*. Mol. Biochem. Parasitol. 1995. 70, 157-166.
- Kenis, G., Teunissen, C., De Jongh, R., Bosmans, E., Steinbusch, H., Maes, M. Stability of interleukin 6, soluble interleukin 6 receptor, interleukin 10 and CC16 in human serum. Cytokine. 2002. 19, 228-235.
- Kennedy, P.G. Human African trypanosomiasis of the CNS: current issues and challenges. J. Clin. Invest. 2004. 113, 496-504.
- Krumbholz, M., Theil, D., Cepok, S., Hemmer, B., Kivisäkk, P., Ransohoff, R.M., Hofbauer, M., Farina, C., Derfuss, T., Hartle, C., Newcombe, J., Hohlfeld, R., Meinl, E. Chemokines in multiple sclerosis: CXCL12 and CXCL13 up-regulation is differentially linked to CNS immune cell recruitment. Brain. 2006. 129, 200-211.
- Lejon, V., Büscher, P., Magnus, E., Moons, A., Wouters, I., Van Meirvenne, N. A semi-quantitative ELISA for detection of *Trypanosoma brucei gambiense* specific antibodies in serum and cerebrospinal fluid of sleeping sickness patients. Acta Trop. 1998. 69, 151-64.
- Lejon, V., Lardon, J., Kenis, G., Pinoges, L., Legros, D., Bisser, S., N'Siesi, X., Bosmans, E., Büscher, P. Interleukin (IL)-6, IL-8 and IL-10 in serum and CSF of *Trypanosoma brucei gambiense* sleeping sickness patients before and after treatment. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2002. 96, 329-333.
- Lejon, V., Reiber, H., Legros, D., Dje, N., Magnus, E., Wouters, I., Sindic, C.J., Büscher, P. Intrathecal immune response pattern for improved diagnosis of central nervous system involvement in trypanosomiasis. J. Infect. Dis. 2003. 187, 1475-1483.
- Lejon, V., Robays, J., N'Siesi, F.X., Mumba, D., Hoogstoel, A., Bisser, S., Reiber, H., Boelaert, M., Büscher, P. Treatment failure related to intrathecal immunoglobulin M (IgM) synthesis, cerebrospinal fluid IgM, and interleukin-10 in patients with hemolympathic-stage sleeping sickness. Clin. Vaccine Immunol. 2007. 14, 732-737.
- Lumsden, W.H., Kimber, C.D., Evans, D.A., and Doig, S.J. *Trypanosoma brucei*: miniature anion-exchange centrifugation technique for detection of low parasitaemias. Adaptation for field use. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 1979. 73, 312-317.
- Maclean, L., Odiit, M., Sternberg, J.M. Intrathecal cytokine responses in *Trypanosoma brucei rhodesiense* sleeping sickness patients. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2006. 100, 270-275.
- Magnus, E., Vervoort, T., Van Meirvenne, N. A card agglutination test with stained trypanosomes (CATT) for the serological diagnosis of *T. b. gambiense* trypanosomiasis. Ann. Soc. Belg. Med. Trop. 1978. 58, 169-176.
- Miezan, T.W., Meda, H.A., Doua, F., Dje, N.N., Lejon, V., Büscher, P. Single centrifugation of cerebrospinal fluid in a sealed Pasteur pipette for simple, rapid and sensitive detection of trypanosomes. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 2000. 94, 293.

- Narayan, K., Dail, D., Li, L., Cadavid, D., Amrute, S., Fitzgerald-Bocarsly, P., Pachner, A.R. The nervous system as ectopic germinal center: CXCL-13 and IgG in lyme neuroborreliosis. *Ann. Neurol.* 2005. 57, 813-823.
- Nikolskaia, O.V., Kim, Y.V., Kovbasnjuk, O., Kim, K.J., Grab, D.J. Entry of *Trypanosoma brucei gambiense* into microvascular endothelial cells of the human blood-brain barrier. *Int. J. Parasitol.* 2006. 36, 513-519.
- Okomo-Assoumou, M.C., Daulouede, S., Lemesre, J.L., N'Zila-Mouanda, A., Vincendeau, P. Correlation of high serum levels of tumor necrosis factor-alpha with disease severity in human African trypanosomiasis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1995. 53, 539-543.
- Pashenkov, M., Huang, Y.M., Kostulas, V., Haglund, M., Soderstrom, M., Link, H. Two subsets of dendritic cells are present in human cerebrospinal fluid. *Brain.* 2001. 124, 480-492.
- Rhind, S.G., Shek, P.N. Cytokines in the pathogenesis of human African trypanosomiasis: antagonistic roles of TNF- α and IL-10 (Chapter 7). In: Dumas, M., Bouteille, B., Buguet, A. *Progress in human African trypanosomiasis, Sleeping Sickness.* Paris, France: Springer-Verlag: 1999. 1, 119-135.
- Rupprecht, T.A., Pfister, H.W., Angele, B., Kastenbauer, S., Wilske, B., Koedel, U. The chemokine CXCL13 (BLC): a putative diagnostic marker for neuroborreliosis. *Neurology.* 2005. 65, 448-450.
- Schopf, L.R., Filutowicz, H., Bi, X.J., Mansfield, J.M. Interleukine-4-dependent immunoglobulin G1 isotype switch in the presence of a polarized antigen-specific Th1-cell response to the trypanosome variant surface glycoprotein. *Infect. Immun.* 1998. 66, 451-461.
- Thavasu, P.W., Longhurst, S., Joel, S.P., Slevin, M.L., Balkwill, F.R. Measuring cytokine levels in blood. Importance of anticoagulants, processing, and storage conditions. *J. Immunol. Methods.* 1992. 153, 115-124.
- Vermi, W., Facchetti, F., Riboldi, E., Heine, H., Scutera, S., Stornello, S., Ravarino, D., Cappello, P., Giovarelli, M., Badolato, R., Zucca, M., Gentili, F., Chilosi, M., Doglioni, C., Ponzi, A.N., Sozzani, S., Musso, T. Role of dendritic cell-derived CXCL13 in the pathogenesis of *Bartonella henselae* B-rich granuloma. *Blood.* 2006. 107, 454-462.
- Woo, P.T.K. The hematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Acta Trop.* 1970. 74, 676-684

**ANIMAL AFRICAN TRYPANOSOMIASIS AAT
TRYPANOSOMIASE ANIMALE AFRICAINE (TAA)**

(DOC (fr) COMPLET EDITE)

**SUMMARY REVIEW OF AAT
REVIEW OF CONTROL STRATEGIES AND RESEARCH ACTIVITIES IN
RELATION TO ANIMAL AFRICAN TRYPANOSOMOSIS
REVUE DES STRATEGIES DE CONTROLE DE LA TRYPANOSOMIASE
ANIMALE AFRICAINE ET DES ACTIVITES DE RECHERCHE Y
AFFERENTES**

Oumar Diall

ILRI/BMZ Project, ICRISAT-MALI, Bamako, Mali, POBox 320

Summary

Despite all the efforts deployed in the field of trypanosomosis research and control, the disease impact appears to be as important as it was forty years back. According to the statistics the annual economic losses due to trypanosomosis range between 1.6 and 5 billions US Dollars, and even up to 20 billions according to some estimations. The situation of animal trypanosomosis has changed reflecting the changes in livestock and tsetse distribution and in the epidemiology; these changes are mainly visible in West and Central Africa.

With respect to livestock distribution, there has been an important increase in cattle numbers (mainly zebu) in the tsetse infested subhumid and humid areas since 1960's. At the tsetse level, there is a continuous decline in the savannah *G. morsitans* densities, while riverine flies like *G. palpalis gambiensis*, et *G. tachinoides*, are persisting. Changes in the epidemiology consisted in the shift to domestic trypanosome cycle due to very little intervention of wildlife resulting in high infection risk for cattle; these changes resulted globally in the amplification of animal trypanosomosis problem in the subhumid and humid areas.

Strategies used for trypanosomosis control include traditional African practices (avoidance and keeping trypanotolerant cattle) and modern strategies (chemotherapy and chemical and biological vector control). The use of the so-called traditional strategies is seriously constrained; for example the level of land occupation leaves very little chance to cattle keepers to choose areas where their cattle would be less exposed. As for trypanotolerant cattle keeping, it is confronted with farmer's choice for bigger and more productive cattle like zebu. To solve this problem, the research is oriented towards the production of animals which would be resistant and more productive. This is being pursued by marker assisted selection of trypanotolerant breeds for higher productivity or by introgression of resistant genes into productive, but susceptible breeds. Chemotherapy, which is based on only three molecules (Isometamidium, Homidium et Diminazene) is the most used strategy by the cattle keepers; but the efficacy of those drugs is now challenged by the development of chemoresistance and low prospects for new drugs. Researchers are actually working on the development and diffusion of educational and information tools for promoting Rational Drug Use (RDU), to prevent or slow down the development of drug resistance. The vector control was envisaged with the objective of eradication using at first ground spray of DDT and Dieldrin (1950-1960), then sequential aerosol spray using endosulfan or pyrethrinoids (1970-1980). But all these campaigns were followed by re-invasions, due to lack of funds to continue the

progression or the difficulty to maintain barriers ; added to those shortcomings, the toxicity has accelerated the rejection of some of these methods mainly ground spray. The sterile insect technique (SIT) has also been used with success in some countries like, Tanzania and Burkina Faso, but resulted in the re-invasion of the freed areas. Because of all that, the eradication option was replaced by that of the control in 1980's using traps and targets including animal targets. The use of these technologies by the communities has proved very effective but needed external support to be sustainable. Among those technologies the use animal bait seems to be more accepted by farmers and therefore more sustainable. Studies are conducted in order to cut down the costs of related applications « restricted applications » like foot baths, partial body spray and the « netting » for protection of individual farms.

The success of eradication campaign against *Glossina austeni* on the Unguja island in Zanzibar using SIT has put the tsetse eradication option back to perspective. Two big projects have started in 6 countries of East and West Africa intending to use sequential, tsetse suppression and SIT to mop up the residual tsetse populations. The present context of tsetse control is characterized by the difficulty to mobilise funds from international community, which became now more demanding in terms of projects economic viability and of ecological impact. It is also worth mentioning the hard competition for funds which favours other diseases like HIV/AIDS and Avian Influenza. But one should also mention the strong political will for tsetse eradication through the creation of an ambitious programme, PATTEC which aims to free Africa from tsetse and trypanosomosis.

The analysis of the constraints and the prospects of the different options of trypanosomosis control shows that most of the cattle keepers will not be interested in the tsetse control programs in the short and medium terms; they will continue to manage the disease through drug treatments (“farming with syringe in the hand”), trypanotolerant cattle keeping and the reduction of challenge (avoidance). Fighting the tsetse fly with an objective of control can be done by building a partnership between communities and technical services. Complementary funding of such projects can be obtained through poverty alleviation programmes. Eradication can be attempted where long term funding and protecting barriers are possible and should be conducted by Governments.

In conclusion, our long term vision should remain tsetse and trypanosomosis eradication. Where, this eradication is immediately possible and needed, appropriate means should be deployed for this purpose. In all the other cases, failing to live with no tsetse, we should accept to leave with a few tsetse, to lighten the “farming with syringe in the hand” and or to produce better with trypanotolerant cattle.

Résumé

En dépit de tous les efforts accomplis dans le domaine de la recherche et du contrôle de la Trypanosomiase, l'impact de la maladie est aussi important qu'il l'était il y a quarante ans. Selon les statistiques, les pertes directes et indirectes annuelles dues à la Trypanosomiase animale seraient de l'ordre de 1.6 et 5 milliards de dollars US, voire même 20 milliards.

La situation de la Trypanosomiase animale a cependant évolué au fil des années en fonction des changements intervenus au niveau de l'élevage, de la répartition des tsé-tsé et de l'épidémiologie de la maladie; ces changements sont surtout perceptibles en Afrique de l'Ouest et du Centre. Au niveau de l'élevage on a assisté, à partir des années

1960, à un développement important de l'élevage de zébus dans les zones subhumides et humides, infestées de tsé-tsé.

En ce qui concerne les tsé-tsé on assiste à un déclin continu des glossines du groupe *G. morsitans*, et à la persistance des glossines riveraines et particulièrement *G. palpalis gambiensis*, et *G. tachinoides*. Au niveau de l'épidémiologie, le caractère de plus en plus domestique (faible intervention de la faune sauvage) du cycle de la Trypanosomiase augmente le risque d'infection du bétail domestique; ces changements devraient amplifier globalement le problème de la Trypanosomiase animale dans les zones subhumides et humides.

Les stratégies utilisées contre les Trypanosomiasés animales comprennent des pratiques traditionnelles (éviter les contacts avec le vecteur et l'élevage de bétail trypanotolérant) d'une part et l'utilisation de moyens modernes (chimiothérapie, lutte chimique ou biologique contre le vecteur), d'autre part. Les stratégies dites traditionnelles connaissent aujourd'hui des limites dans leur utilisation; par exemple, la forte occupation des terres laisse peu de choix aux éleveurs en ce qui concerne les lieux à occuper ou à fréquenter pour éviter les contacts avec les tsé-tsé. Quant au bétail trypanotolérant, son élevage se heurte au faible intérêt que lui portent les éleveurs en raison de sa petite taille et de sa faible productivité par rapport au zébu. Dans ce domaine, les recherches sont actuellement orientées vers la production de sujets à la fois résistants et productifs soit par une sélection assistée par des marqueurs génétiques, soit par l'introgession de gènes de résistance chez des sujets plus productifs mais sensibles. La chimiothérapie basée sur seulement trois molécules (Isométymidium, Homidium et Diminazène) constitue le moyen le plus utilisé par les éleveurs dans le contrôle de la Trypanosomiase; mais l'efficacité de cette stratégie est fortement menacée par le développement de la chimiorésistance et la faible perspective pour l'avènement de nouvelles molécules. La recherche est actuellement occupée par la conception et la diffusion d'outils éducatifs et informationnels pour la promotion de l'Usage Rationnel des Médicaments (URM) pouvant prévenir ou retarder le développement de la résistance.

La lutte contre le vecteur a été d'abord pratiquée avec un objectif d'éradication utilisant dans un premier temps l'épandage terrestre de DDT et de Dieldrin (1950-1960), puis l'épandage aérien d'aérosols d'endosulfan ou de pyréthrinoides (1970-1980). Mais toutes ces campagnes ont été suivies de ré-invasions, soit par manque de moyens financiers pour poursuivre la lutte, soit par incapacité à maintenir des barrières; en plus de ces déceptions, la toxicité des produits a précipité l'abandon de ces méthodes, notamment, les épandages terrestres de DDT. La Technique de l'insecte stérile a été également utilisée avec succès en Tanzanie et au Burkina, mais là aussi on a assisté à la ré-invasion des zones libérées. L'option d'éradication s'est vue remplacer dans les années 1980 par celle du contrôle en utilisant des pièges et leurres imprégnés de pyréthrinoides (deltaméthrine), y compris des animaux traités aux insecticides. L'utilisation de ces méthodes dans le cadre de la lutte communautaire contre les tsé-tsé s'est avérée efficace, peu toxique pour l'environnement, mais peu durable en l'absence d'un appui extérieur. L'emploi du bétail traité semble la méthode la plus prometteuse en terme de durabilité. Des recherches sont en cours pour réduire les coûts de ces applications à travers la mise au point de nouvelles technologies, comme les «applications restreintes», comprenant les pédiluves et la pulvérisation partielle et l'emploi de moustiquaires pour la protection des enclos à bétail.

L'éradication réussie de *G. austeni* sur l'île d'Unguja à Zanzibar par la TIS et sans retour des glossines a remis l'espoir sur cette technique pour libérer l'Afrique de la

mouche tsé-tsé. Deux grands projets ont démarré dans six pays d'Afrique de L'Est et de l'Ouest dans une perspective d'éradication de la mouche tsé-tsé associant la suppression du vecteur au lâcher du mâle stérile pour éliminer la population résiduelle. Le contexte actuel du contrôle de la Trypanosomiase se caractérise par la difficulté de mobiliser des financements auprès d'une communauté internationale devenue plus regardante sur la viabilité économique et sur l'impact écologique des campagnes. Il est aussi important de signaler l'entrée en compétition pour les mêmes fonds d'autres maladies comme VIH/SIDA et de la grippe aviaire. Mais une plus grande volonté politique semble se manifester en faveur de la lutte contre les tsé-tsé avec la création du PATTEC qui a pour objectif de libérer l'Afrique des tsé-tsé et de la Trypanosomiase. L'analyse des contraintes et des perspectives des options de lutte contre la TAA montre que la grande majorité des éleveurs ne seront pas concernés par des programmes de lutte antivectorielle dans le court et moyen termes ; ils continueront à gérer la maladie par des méthodes comme les traitements trypanocides (« élevage sous seringue »), l'élevage du bétail trypanotolérant, la réduction de l'exposition et le traitement insecticide des animaux.

La lutte contre les tsé-tsé avec l'objectif de contrôle peut se réaliser dans le cadre d'un partenariat entre les communautés intéressées et les services techniques. Un financement complémentaire de tels projets peut être recherché dans le cadre des programmes de lutte contre la pauvreté. La lutte avec l'objectif d'éradication des T&T doit être menée là où les conditions de financements continus et de possibilités de protection des zones traitées sont réunies et doit être l'affaire des Etats. En conclusion, notre vision à long terme doit rester l'éradication de la tsé-tsé et de la Trypanosomiase. Là où cette éradication est immédiatement possible et souhaitable, les moyens appropriés doivent être trouvés et mis en oeuvre pour y parvenir. Dans les autres situations, « à défaut de vivre sans glossines, il faut vivre avec peu de glossines pour alléger ("un élevage sous seringue") ou mieux produire avec du bétail trypanotolérant ».

(RESUME (FR) EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME (SUMMARY) EST TRADUIT EN FRANCAIS

401

ANALYSIS OF THE PROTEOME AND THE SECRETOME OF ANIMAL TRYPANOSOMES: A STANDARDISED ANALYTICAL METHOD TO LOOK FOR NEW MOLECULAR TARGETS.

ANALYSE DU SECRETOME ET DU PROTEOME DE TRYPANOSOMES D'ANIMAUX : PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE D'ANALYSE STANDARDISEE POUR LA RECHERCHE DE NOUVELLES CIBLES MOLECULAIRES

Pascal Grébaut^{1*}, Philippe Holzmüller¹, Trina Perrone², Jean-Benoît Peltier³, Jean-Paul Brizard⁴, Pierrette Courtois⁵, Sylvie Daulouede⁵, Michel Rossignol³, Marisa Gonzatti², Philippe Vincendeau⁵, Gérard Cuny¹ and Roger Frutos¹

1. *UMR 177 Interactions Hôtes-Vecteurs-Parasites dans les TRYPANOSOMIASEs, IRD-CIRAD, Montpellier, France. pascal.grebaut@ird.fr
2. Grupo de Bioquímica e Inmunología de Hemoparasitos, Departamento de Biología Celular, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
3. Laboratoire de Protéomique (UR 1199), INRA, Montpellier, France.
4. UMR IRD-CNRS 5096, Montpellier, France
5. Laboratoire de Parasitologie (EA 3677), Université Victor Segalen, Bordeaux, France.

Résumé

Les agents pathogènes des Trypanosomiasés animales sont constitués par différentes espèces de protozoaires parasites appartenant au genre *Trypanosoma*, parmi lesquelles *T. congolense* et *T. evansi* sont les plus pathogènes. La situation extracellulaire du trypanosome nécessite de prendre en compte le parasite et ses facteurs excrétés-sécrétés lors du développement des processus physiopathologiques. L'analyse des protéome (ensemble des protéines constitutives du parasite) et sécrétome (ensemble des protéines excrétées-sécrétées) doivent être conduite en parallèle afin d'identifier les protéines clés du trypanosome qui sont potentiellement impliquées à la fois dans la virulence et la pathogénicité. Nous avons développé et standardisé une méthode pour produire des protéomes et sécrétomes purifiés pour les deux sous-genres *Trypanozoon* et *Nannomonas*. Le protocole s'appuie sur la production de Trypanosomiasés sanguicoles provenant de rongeurs immunodéprimés naturellement (Nude/SOPF®). Les parasites sont ensuite mis à incuber dans un milieu de sécrétion adapté de l'environnement biochimique sanguin dépourvu de cellules et de macromolécules. Le surnageant, équivalent aux sécrétome, est séparé du culot parasitaire, équivalent du protéome, par centrifugation et filtration, puis tous deux sont conditionnés pour analyse

bidimensionnelle et spectrométrie de masse. Le tampon de sécrétion spécifique semble atténuer la présence de protéines de stress dans les sécrétomes. L'analyse des sécrétomes en électrophorèse bidimensionnelle (2D-DIGE) confirme les différences observées en électrophorèse classique unidimensionnelle ainsi qu'une bonne reproductibilité entre les différents essais réalisés avec la même souche parasitaire. L'identification des différentes molécules exprimées par les trypanosomes, en relation avec leur virulence et leur pathogénicité, pourrait fournir de nouvelles cibles moléculaires.

Summary

The causative agents of animal trypanosomosis are various species of protozoan parasites belonging to the genus *Trypanosoma*, among which *Trypanosoma congolense* and *T. evansi* are the major pathogenic species. The extra cellular position of the trypanosomes implies to consider both the parasite and its excreted-secreted factors in the course of the physiopathological processes. Proteome (*i.e.* parasite constitutive proteins) and secretome (*i.e.* naturally excreted-secreted proteins) analysis need to be conducted in parallel to identify key trypanosome's proteins potentially involved in both virulence and pathogenicity. We developed and standardised a method to produce purified proteome and secretome of the two sub-genus Trypanozoon and Nannomonas. The protocol is based on the production of trypanosome bloodstream forms by infection of naturally immunosuppressed rodents (Nude/SOPF[®]) and incubated in a defined secretion medium that mimics the blood biochemical environment deprived of cells and macromolecules. Supernatants representing secretome are separated from parasites pellets representing proteome by centrifugation and filtration and both are conditioned for further analysis in two-dimensional gel electrophoresis and mass spectrometry. The defined secretion medium appears to reduce expression of stress proteins. Two-dimensional difference gel electrophoresis (2-D DIGE) analysis of secretomes confirmed both the differences observed in 1-D gels and the high reproducibility between secretome batches of the same trypanosome strain. The molecular identification of differentially expressed trypanosome molecules correlated with either the virulence process or the pathogenicity will provide new potential molecular targets.

Introduction

Trypanosomes are the causative agents of the Human African Trypanosomosis (HAT) or sleeping sickness, and of animal trypanosomosis also called "Nagana". Nagana slows down the development of breeding in 37 countries located in the most productive areas of the sub-saharian Africa (FAO, 2007). Fifty millions bovines and seventy millions small ruminants are estimated to be exposed. The consequence of this situation is the concentration of the breeding in the semi-arid zones with limited fodder resources. Mammals can be infected by several pathogenic species of trypanosomes belonging to the three sub-genura: *Trypanosoma brucei brucei* and *Trypanosoma evansi* for Trypanozoon, *Trypanosoma vivax* for Duttonella, *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma simiae* for Nannomonas. The main symptoms are: hyperthermia, hypertrophy of several organs, anaemia caused by haemolysis and erythropoiesis failure, degenerative, myocarditis and endocrinal troubles, Cachexy and reproduction troubles. The evolution of the sickness depends on the parasitemia, the host's sensitivity and its environment.

The concept of our study concerns the time of the infection in mammals, particularly the cell-cell interactions and the soluble factors released in the host's blood. On the one hand, the trypanosome develops strategies to escape the immune response, on

the other hand, due to the extra cellular localization; the trypanosome produces constitutive factors and excreted-secreted products (ESP), all factors leading to infection (De Souza, 2006). We distinguish two kinds of ESP: those actively secreted from the cytoplasm by the way of the flagellar pocket, and those directly excreted from the outer membrane. We developed a standardized method to characterize new molecular targets. This approach allowed us analyzing the proteome and the secretome of animal trypanosomes, illustrated here with *T. congolense*.

Methods

For the first time the method was tested with two *T. congolense* strains of the savannah type: IL1180 and IL3000, well known for their opposite virulence (Nantulya *et al.*, 1984). This behaviour which has been observed in bovines during several trials in the field was reproduced successfully in rodents, so that rodents could be retained as an infection model. The first step of the experimental schedule consisted in the infection of Nude SOPF rats (Charles River Laboratories): 250 μ l of cryoconserved and infected blood containing from a $\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{2}$ million of trypanosomes were injected intraperitoneally. Parasitemia was checked daily by microscopic examination of a drop of blood (Herbert & Lumsden, 1976). Blood was collected as soon as the parasitemia reached 250×10^6 parasites per millilitre. The bloodstream forms were purified under sterile conditions using a DEAE cellulose column and phosphate buffer saline plus 1% glucose (PSG) at pH8 (Lanham & Godfrey, 1970). Then, the parasites were washed and concentrated by centrifugation, 3 times successively. After purification the trypanosomes were incubated during 2 hours at 37°C and 5% CO₂ in a special secretion medium (Holzmuller *et al.*, 2007) at the concentration of 200×10^6 parasites per millilitre. The viability and number of trypanosomes were monitored by flow cytometry every 15 minutes. After incubation the secretome was centrifuged and the supernatant was filtered on a 0,22 μ m low-protein-binding filter. Anti-proteases (Complete cocktail, Roche) were added to both parasite pellet and secretome before storage at -80°C. Following production, secretomes and whole parasite extracts (proteome) were submitted to a proteomic analysis. In a first step, the quality of the products has been tested using 1-Dimensionnal electrophoresis in a Trycine 12.5% polyacrylamide gel and the identification by mass spectrometry (MS-MS, Q-Trap 4000®, Applied Biosystem) was performed after automatic picking of the protein bands. In parallel, a 2-Dimensionnal electrophoresis was performed for a comparative mapping issue with DIGE method (Marouga *et al.*, 2005).

Results

Differences occurred in virulence and pathogenicity of *T. congolense* strains in bovine and Nude rats. Infection courses in both trypanosusceptible bovines (Table 1) and Nude rats (Figure 1) were monitored and compared between *T. congolense* IL1180 and IL3000 strains. *T. congolense* IL1180 exhibited a first parasitemia about 2 times delayed and 2-fold lower compared with IL3000. Moreover, the lower virulence of IL1180 was correlated with a survival rate of 80% of the mice in the time course of the experiment (*i. e.* 1 month) compared to full mortality induced by IL3000 (Figure 1).

Table 1. Clinical follow-up of 1.5-2 yr. old heifers from north Burkina Faso (trypanosome-free area) subcutaneously injected (by syringe) with 10^5 tryps/animal derived from in vivo culture in NMRI mice. Parasitemia was evaluated every 2 days on a fresh drop of blood.

<i>T. congolens</i> <i>e</i>	Prepatent period average (days)	Parasitemia average ($\times 10^6$ trypanosomes per ml of blood)
IL1180	11.20 ± 0.7	71.14 ± 16.36
IL3000	9.50 ± 0.3	121.39 ± 77.39

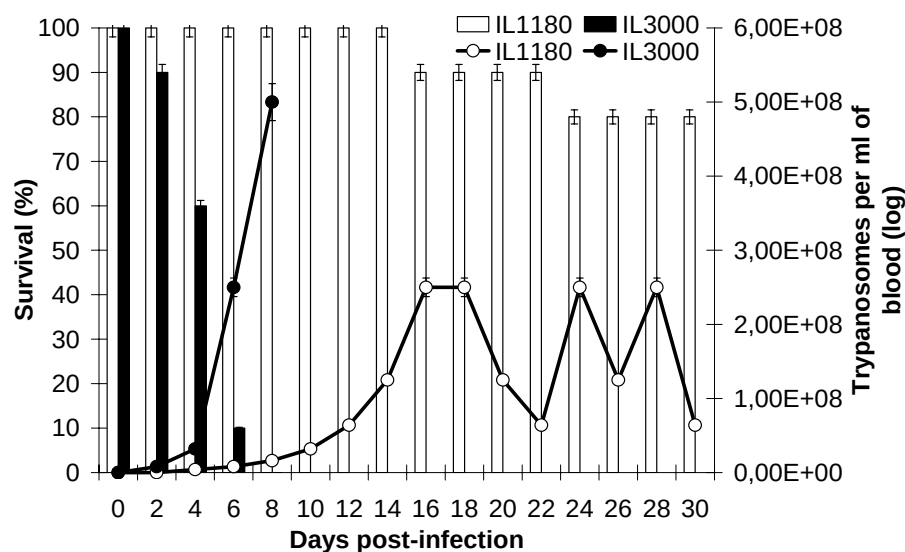


Figure 1. Clinical follow-up for virulence and pathogenicity of *T. congolense* strains in Nude rats. After intraperitoneal inoculation of about 100×10^6 trypanosomes, evolution of infection was monitored considering parasitemia (curves) and survival level (bars) reached in the time course of the experiment (1 month).

Differential profiles of *T. congolense* strains secretomes and molecular characterisation Viability of *T. congolense* was higher than 97% after 2 hours in the secretion medium, and the parasite concentration remained stable. For each strain, differentially expressed specific bands potentially involved in virulence or pathogenicity are observed in 1D Trycine-PAGE (Fig. 2).

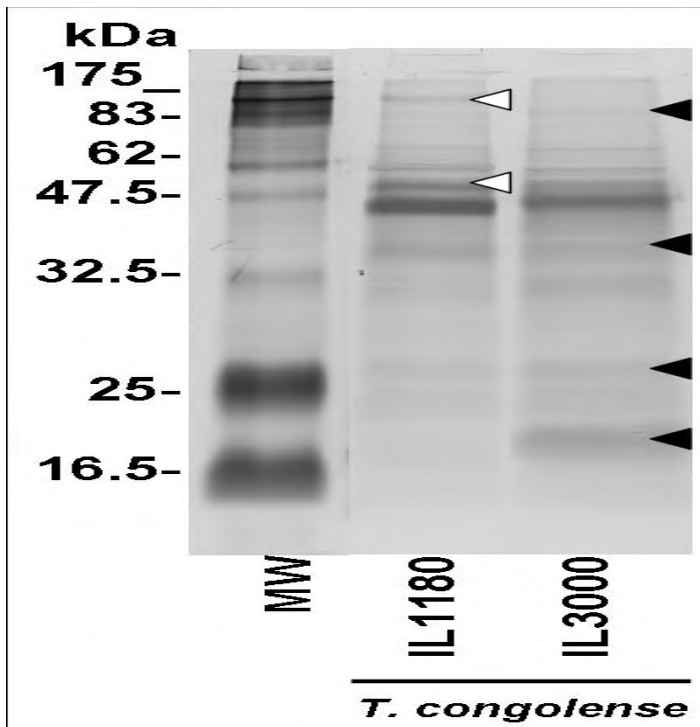


Figure 2. 1-D Trycine-PAGE profiles of *T. congolense* secretomes. Arrows indicate protein bands differentially expressed between strains.

Each band was automatically picked and the molecular characterisation by mass spectrometry led to identification of 88 proteins in *T. congolense* secretome. Unfortunately, 18.2% were defined as hypothetical proteins in the databases. Nevertheless, some have been recently described for their vaccine properties or as therapeutic targets, e.g. the eukaryotic translation initiation factor 5A, eIF-5A (Park, 2006) or the triosephosphate isomerase TIM (Olivares-Illana *et al.*, 2006). Interestingly, at least half of the secreted proteins identified are directly involved in the processes influencing parasite virulence with the major parts belonging to important metabolic functions: proteases, chaperonins, carbohydrates degradation, nucleotides uptake or energetic metabolism (Figure 3).

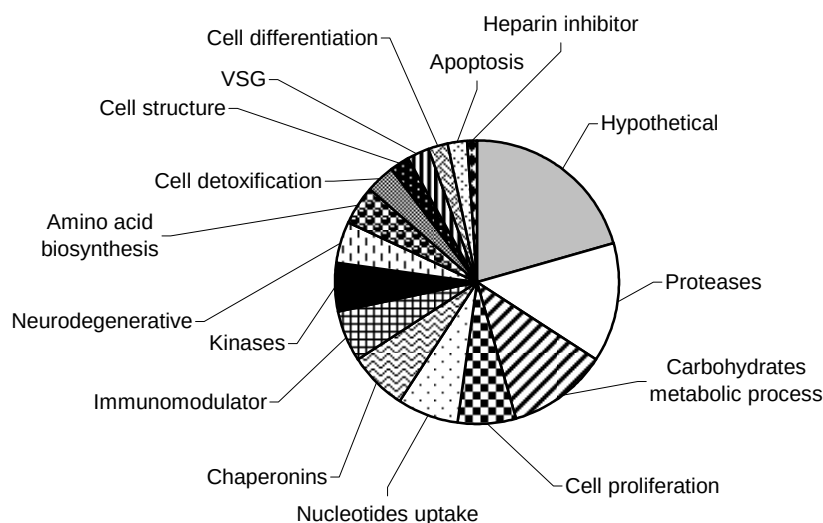


Fig.3. Graphic representation of the functions of *T. congolense* strains secretomes components after molecular characterisation by mass spectrometry.

Comparative mapping of *T. congolense* strains proteomes and secretomes. Despite different staining methods, *T. congolense* proteome stained with colloidal Coomassie blue exhibit a different 2D map of constitutive proteins compared to secretome stained with fluorescent CyDye (Figure 4).

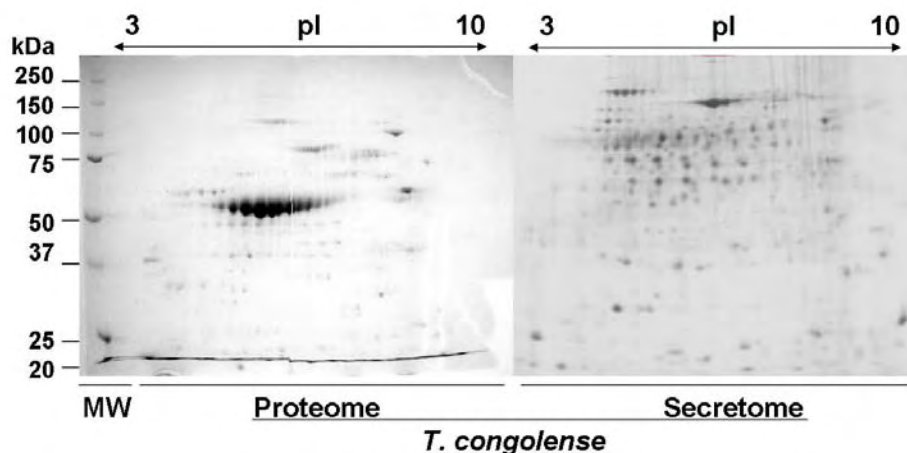


Fig.4. Two-dimensional mapping of *T. congolense* proteome and secretome

Nevertheless, a spot-by-spot comparison demonstrated that the relationship between both *T. congolense* stocks (i) for the area of common protein spots is significant with a high correlation coefficient ($r = 0.963$, $R^2 = 0.919$), and (ii) for the intensity of common protein spots is significant with a low correlation coefficient ($r = 0.634$, $R^2 = 0.378$), suggesting that plasticity in expression of the same molecules could lead to different infectious abilities.

Discussion-conclusion

Considering the extra cellular localisation of trypanosomes, the success of the infectious process is based on molecular “crosstalk” with the host’s immune cells. By analysing the secretome of two different strains of *T. congolense* we were able to

characterise common and specific proteins used by the parasite for its invading strategy. As in the initial work with *T. b. gambiense* (Holzmuller *et al.*, 2007), in this study we first characterised strains of both *T. congolense* with differing virulence and pathogenicity in the experimental Nude rat model. This constituted a strong base for the use of proteomics analysis to characterise parasite virulence factors. As in recent studies that demonstrated differential protein expression of glycosome's content during the parasite life cycle (Colasante *et al.*, 2006) or between drug-sensitive and drug-resistant isogenic lines (Foucher *et al.*, 2006) the comparative approach allowed us to evidence quantitative differences between the secretome of the two strains that could be correlated with virulence and pathogenicity, and lead to discriminate new key molecules of the infectious process. Although, our standardised method still requires improvement, especially because most of the identified proteins referred to the genome of *T. brucei*, which is the only available and complete annotated one. Referring to the genome of *T. congolense* should strengthen our model, and may also contribute to highlight molecular differences between Trypanosome species. Another difficulty is, knowing that many proteins have several functions, how does one choose the most relevant one as a potential therapeutic target. For instance, the kinetoplastid membrane protein KMP11 is involved in the defence response as well as in the positive regulation of cell proliferation. Nevertheless, as shown for Human African Trypanosomosis (Papadopoulos *et al.*, 2004), this technology may contribute also to improvement diagnosis of animal trypanosomosis. To conclude in a prospective manner, the ongoing researches on the secretome and proteome of the trypanosomes aim at characterising common and species-specific proteins, either differentially expressed in correlation with virulence and pathogenicity to define new therapeutic targets or differentially recognised by host immune system to define new diagnostic tools.

References

- Colasante, C., M. Ellis, T. Ruppert & F. Voncken. 2006. Comparative proteomics of glycosomes from bloodstream form and procyclic culture form of *Trypanosoma brucei brucei*. *Proteomics*. 6: 3275-3293.
- De Souza W. 2006. Secretory organelles of pathogenic protozoa. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 78(2): 271-291.
- Foucher, A. L., McIntosh, A., Douce, G., Wastling, J., Tait, A. & Turner, C. M. 2006. A proteomic analysis of arsenical drug resistance in *Trypanosoma brucei*. *Proteomics*. 6: 2726-2732.
- Herbert, W. J. & W. H. Lumsden, W. H.. 1976. *Trypanosoma brucei*: a rapid "matching" method for estimating the host's parasitemia. *Experimental Parasitology*. 40: 427-431.
- Holzmuller, P., Biron, D. G., Courtois, P. *et al.* 2007. Virulence and pathogenicity patterns of *Trypanosoma brucei gambiense* field isolates in experimentally infected mouse: Differences in host immune response modulation by secretome and proteomics. *Microbes and infection*. doi:10.1016/j.micinf.2007.10.008
<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/paat/disease.html>. Updated 16 November 2007.

-Lanham, S. M. & D. G. Godfrey, D. G. . 1970. Isolation of salivarian trypanosomes from man and other mammals using DEAE-cellulose. *Experimental Parasitology*. 28: 521-534.

Marouga, R., S. David, S. & E. Hawkins, E.. 2005. The development of the DIGE system: 2D fluorescence difference gel analysis technology. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 382: 669-678.

-Nantulya, V.M., Musoke, A.J., Rurangirwa, F.R. & Moloo, SK. 1984. Resistance of cattle to tsetse-transmitted challenge with *Trypanosoma brucei* or *Trypanosoma congolense* after spontaneous recovery from syringe-passaged infections. *Infection and Immunity*. Feb;43(2):735-8.

-Olivares-Illana V, Pérez-Montfort R, López-Calahorra F. *et al.* 2006. Structural differences in triosephosphate isomerase from different species and discovery of a multitrypanosomatid inhibitor. *Biochemistry*. Feb 28;45(8):2556-60.

-Papadopoulos, M. C., P. M. Abel, D. Agranoff, *et al.* 2004. A novel and accurate diagnostic test for human African trypanosomiasis. *Lancet*. 363: 1358-1363.

-Park, MH. 2006. The post-translational synthesis of a polyamine-derived amino acid, hypusine, in the eukaryotic translation initiation factor 5A (eIF5A). *Journal of biochemistry* (Tokyo). Feb;139(2):161-9. Review.

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

403

MOLECULAR TOOLS FOR THE RAPID DETECTION OF TRYPANOCIDAL DRUG RESISTANCE IN ANIMAL TRYPANOSOMES.

OUTILS MOLECULAIRES POUR LA DETECTION RAPIDE DE LA RESISTANCE AUX TRAITEMENTS TRYPANOCIDES DES TRYPANOSOMIASES ANIMALES

Delespaux, V.*, Geysen, D., Van den Bossche, P., Geerts, S.

Institute of Tropical Medicine, Animal Health Department, Nationalestraat 155, 2000 Antwerp, Belgium

Résumé

A l'heure actuelle, des cas de résistance aux traitements trypanocides (RTT) ont été signalés dans 16 pays d'Afrique, mais des enquêtes à grande échelle n'ont été réalisées que dans 9 de pays. Peu d'information sont actuellement disponibles sur la prévalence et la répartition de la RTT et ceci est dû au fait que les outils de diagnostic actuels sont onéreux, prennent du temps et requiert une main d'œuvre importante. De nouvelles méthodes de diagnostic ont été mises au point grâce à une meilleure connaissance des mécanismes de résistance à l'isometamidium (ISM) et au diminazène (DA). Un test *MboII*-PCR-RFLP a été mis au point pour le diagnostic de la résistance à l'ISM chez *Trypanosoma congolense*. Ce test est basé sur la présence d'une mutation (une insertion d'un codon GAA) présente dans certains des phénotypes résistants. La prévalence réelle de résistance à l'ISM se trouve sous-estimée à cause de l'existence de mécanismes alternatifs de résistance à l'ISM qui ne sont pas mis en évidence par cette technique. Le diagnostic par des méthodes moléculaires de la résistance à l'ISM se révèle plus compliqué que celui de la résistance au DA en raison d'un mode de transport de la molécule à travers des membranes biologiques, qui semble beaucoup moins spécifique que le transport du DA par les transporteurs puriques de type P2. Un test *BclI*-PCR-RFLP a été mis au point pour la détection de la résistance au DA chez *T.congolense* et *T. brucei*. Ce test est basé sur le remplacement d'un codon GTC par un codon ATC chez les souches résistantes. Ce nouvel outil moléculaire semble surestimer la prévalence de la résistance au DA quand on le compare aux résultats des tests effectués sur des souris à une dose de 20mg/kg, mais semble être un bon indicateur de l'apparition ou du développement de phénomènes de résistance dans une région donnée. Des données sur la validation de ces deux outils PCR-RFLP seront présentées lors de cette intervention.

Summary

Currently, there are 16 African countries in which trypanocidal drug resistance has been reported and there are only 9 of those countries in which large scale surveys

were carried out. In many countries we lack baseline information about the prevalence of drug resistance (DR) in trypanosomes which is mainly due to the fact that the currently available tools for the detection of DR are very laborious, expensive and time consuming. Based on the knowledge of the mechanisms involved in resistance to isometamidium (ISM) and diminazene (DA) new molecular tools of diagnosis have been developed which allow a much faster diagnosis of DR than the conventional tests. A *MboII*-PCR-RFLP test was developed for the detection of ISM resistance in *Trypanosoma congolense*. It is based on the detection of a mutation (GAA codon insertion) present in some of the resistant phenotypes. Because other mechanisms of resistance to ISM exist, which are not detected by this technique, this tool is underestimating the real prevalence of ISM resistance. The molecular diagnosis of ISM resistance appears to be quite complicated because the transport of this hybrid molecule through biological membranes appears to be far less specific than the transport of DA by P2-type purine transporters. A *BclI*-PCR-RFLP test was developed for the detection of DA resistance in *T. congolense* and *T. brucei* which is based on the detection of a GTC-ATC codon shift between the sensitive and resistant strains. This new molecular tool seems to overestimate the prevalence of DR to DA when compared to the tests in mice at a dose of 20mg/kg, but it appears to be a good indicator of the development of resistance in a particular area. Data on the validation of both PCR-RFLP tests for the detection of trypanocidal drug resistance will be presented.

PCR-RFLP for the detection of ISM resistance

Molecular methods for the diagnosis of ISM resistance were recently developed by Delespaux *et al.* and Afework *et al.* (Delespaux *et al.* 2005; Afework *et al.* 2006). The first method (Delespaux *et al.* 2005) allows the discrimination between ISM-sensitive and resistant strains of *T. congolense* by *MboII*-PCR-RFLP. This test is based on the polymorphism observed in a 381 bp fragment (sensitive strains) or 384 bp fragment (resistant strains) of a putative gene presenting some homologies with an ABC transporter. The second method (Afework *et al.* 2006) has been developed to distinguish ISM-resistant from sensitive strains of *T. brucei*. This *SfaNI*-PCR-RFLP test is based on the polymorphism of a 677 bp fragment of the TbAT1 gene. It is postulated by the author that the same set of six point mutations is conferring resistance to the melarsenoxide cysteamine cymelarsan (an arsenical diamidine) and to ISM (diamidine compound) and that the detection of one of those six mutations allows for the reliable diagnosis of sensitivity or resistance to ISM.

Correlation with in vivo tests

The reference test for the determination of drug resistance remains the standardized single dose mouse test (Eisler *et al.* 2001). The correlation of the *MboII*-PCR-RFLP with the mouse test was reported to be 85.7% for *T. congolense* isolates (n=30) originating from different areas throughout the tsetse fly-belt (Delespaux *et al.* 2005). However, the same tool used on 20 *T. congolense* isolates originating from Ethiopia and Burkina Faso and 9 isolates from Zambia showed a correlation of only 60% (Delespaux, unpublished results) and 75% (Dayo 2005), respectively. In a recent survey in Cameroun (Adamaoua Plateau), the *MboII*-PCR-RFLP identified only 4 strains as resistant among 12 isolates confirmed to be resistant in the mouse test (33.3%) (Mamoudou, personal communication). This clearly indicates that there might be ISM-resistant strains that have developed alternative pathways of resistance that are not detectable by the *MboII*-PCR-RFLP test. This is not surprising since Ross and Sutherland (1997) had suggested the existence of more than one mechanism of resistance to ISM.

Data on the correlation of the *Sfa* NI-PCR-RFLP test described by Afework *et al.* (2006) and in vivo tests are only available for eleven ISM-sensitive strains from Uganda, two ISM-sensitive reference strains from Kenya and two multidrug resistant reference strains from Somalia. The first resistant reference strain CP547 being resistant to ISM, DA, quinapyramine, melarsoprol, homidium and pentamidine, the second resistant reference strain CP2469 being resistant to both ISM and DA but not to quinapyramine (Afework *et al.* 2006). There is clearly a need to further validate the *Sfa*NI-PCR-RFLP test using as resistant reference strains isolates that were characterized as resistant to ISM but sensitive to the other drugs. From the study of Afework *et al.* (2006) it is difficult to confirm whether or not the *Sfa*NI polymorphism is specifically related to ISM resistance or whether the observed restriction patterns are linked to the resistance to the other drugs. However, it should be noted that field observations suggest that cross resistance between ISM and DA does not exist (Sinyangwe *et al.* 2004). On the other hand, cross resistance has been observed between homidium (which is not a diamidine compound) and ISM (Peregrine *et al.* 1997). From the available data, it appears that none of the recently developed molecular tools for the detection of ISM resistance is fully satisfactory and that further field validation and investigations are required.

PCR-RFLP and Allele-specific PCR (AS-PCR) for the detection of DA resistance

Recently, the analysis of the P2-type purine transporter TcoAT1 of *T. congolense* by means of the SSCP led to a simple *Bcl*I-PCR-RFLP test allowing for the rapid identification of DA resistant stocks (Delespaux *et al.* 2006). This test is based on a single nucleotide permutation (G to A) observed in the DA resistant strains that can be easily detected through *Bcl*I restriction of the amplicon. This single point mutation confers a Val 306 Ile permutation in the purine transporter. Interestingly, it appears that in *T. congolense* a single amino acid permutation is sufficient to induce resistance to DA. In *T. brucei*, a conserved set of six point mutations was described in the TbAT1 gene of melarsoprol resistant strains (Mäser *et al.* 1999). Evidences that DA is exclusively accumulated by the TbAT1 gene was reviewed by Delespaux and De Koning (2007). Although resistance to melarsoprol, and more particularly high levels of resistance could be due to additional factors or mechanisms such as intervention of the High Affinity Pentamidine Transporter (HAPT1) or ABC transporters (Luscher *et al.* 2006; Delespaux & de Koning 2007), the role of the TbAT1 gene remains crucial. *Sfa*-NI polymorphism was used to trace DA resistance in *T. brucei* isolates (Delespaux, unpublished results) together with the AS-PCR described by Nerima *et al.* (2007). This AS-PCR correlates 100% with the *Sfa*-NI PCR-RFLP, is cheaper and quicker than the *Sfa*-NI PCR-RFLP.

Correlation with in vivo tests

The *Bcl*I-PCR-RFLP was validated using 26 *T. congolense* strains (Delespaux *et al.* 2006). A correct diagnosis was obtained with 14 strains which were identified as sensitive at 20mg/kg of DA and with 9 being diagnosed as resistant at 20mg/kg in the standardized mouse test. Three strains, sensitive in the mouse test at the commonly accepted discriminatory dose of 20mg/kg, were identified as resistant by the *Bcl*I-PCR-RFLP. However, these 3 strains relapsed at lower doses of DA (5mg/kg). Some *T. congolense* strains (n=9) isolated in Cameroon on the Adamaoua Plateau were tested both by the *Bcl*I-PCR-RFLP and the mouse test (Delespaux, unpublished results). All nine strains were found resistant in both tests.

The excellent correlation between the *Bcl*I-PCR-RFLP and the standardized mouse test in both studies (32/35 or 91.4%) is encouraging but should be confirmed using

a larger number of strains. The fact that 3 strains which were diagnosed as sensitive in the mouse test relapsed at lower doses than the commonly accepted discriminatory dose of 20 mg/kg suggests a higher sensitivity of the molecular test as compared to the mouse test.

Perspectives

The molecular diagnosis of DA resistance in trypanosomes is facilitated by the specificity of the transport mechanism. Further field validation of the *BclI*-PCR-RFLP and *AS*-PCR for *T. congolense* and *T. brucei* respectively, is necessary but the good correlation between in vivo tests and molecular tools is very likely to be confirmed further. The molecular diagnosis of ISM resistance appears to be more complicated because the transport of this hybrid molecule through biological membranes seems to be less specific than the transport of DA. Several pathways are probably implicated in the process and several diagnostic tests will have to be performed depending on the number of importers or extruders that are potentially involved. ISM-resistance might be caused by a combination of reduced uptake and increased efflux, those two phenomena acting synergistically. The higher the efflux, the higher the energy (ATP) consumption, which in turn provokes a decrease in the mitochondrial potential and a correlated reduced accumulation of ISM in the kinetoplast. It is also very likely that the level of expression of the genes coding for those importers or extruders as well as a gene dosage for each of the transporters will be necessary for a more precise definition of the resistant phenotypes. To achieve this, the quantitative Real-time PCR will be a powerful tool but will still require live trypanosomes with all the practical implications involved such as the fact that it is labour intensive and cost.

Conclusions

Although these newly developed molecular markers still need to be validated further, there are good prospects that they will allow a much faster detection of trypanocidal drug resistance (a few days instead of 2 to 3 months). This will provide the opportunity to carry out much needed area-wide resistance surveys to determine the current prevalence and the spread of resistance genes in trypanosome populations. Furthermore, molecular markers for trypanocidal drug resistance will make it possible to determine, for example, the stability of drug resistance genes after withdrawal of the drug selection pressure or to study the dominance or recessiveness of drug resistance alleles and will contribute substantially to our understanding of the epidemiology of drug resistance. This kind of research will improve the insight in the mechanisms contributing to the development of drug resistance and should ultimately lead to the development of better strategies to delay the development of drug resistance in trypanosomes.

References

- Afewerck, Y., Mäser, P., Etschmann, B., Samson-Himmelstjerna, G., Zessin, K.H. & Clausen, P.H. 2006. Rapid identification of isometamidium-resistant stocks of *Trypanosoma b. brucei* by PCR-RFLP. *Parasitol Res* **99**, 253-261.
- Dayo, G.K. 2005. Corrélation entre le test sur souris et la PCR-RFLP pour la détection de la résistance au chlorure d'isometamidium de souches de *trypanosoma congolense* de différentes pathogénicités. IMTA, Thèse de MSSAT **34**, 1-37.
- 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.

- Delespaux, V. & de Koning, H.P. 2007. Drugs and drug resistance in African trypanosomiasis. *Drug Resist Update* **10**, 30-50.
- Delespaux, V., Geysen, D., Majiwa, P.A.O. & Geerts, S. 2005. Identification of a genetic marker for isometamidium chloride resistance in *Trypanosoma congolense*. *Int J Parasitol* **35**, 235-243.
- Eisler, M.C., Brandt, J., Bauer, B., Clausen, P.H., Delespaux, V., Holmes, P.H., Ilemobade, A., Machila, N., Mbwambo, H., McDermott, J., Mehlitz, D., Murilla, G., Ndung'u, J.M., Peregrine, A.S., Sidibe, I., Sinyangwe, L. & Geerts, S. 2001. Standardised tests in mice and cattle for the detection of drug resistance in tsetse-transmitted trypanosomes of African domestic cattle. *Vet Parasitol* **97**, 171-182.
- Luscher, A., Nerima, B. & Mäser, P. 2006. Combined contribution of TbAT1 and TbMRPA to drug resistance in *Trypanosoma brucei*. *Mol Biochem Parasitol* **150**, 364-366.
- Mäser, P., Sutterlin, C., Kralli, A. & Kaminsky, R. 1999. A nucleoside transporter from *Trypanosoma brucei* involved in drug resistance. *Science* **285**, 242-244.
- Nerima, B., Matovu, E., Lubega, G.W. & Enyaru, J.C. 2007. Detection of mutant P2 Adenosine transporter (TbAT1) gene in *T. b. gambiense* isolates from Northwest Uganda using Allele-specific PCR. *Trop Med Int Health* **in press**.
- Peregrine, A.S., Gray, M.A. & Moloo, S.K. 1997. Cross-resistance associated with development of resistance to isometamidium in a clone of *Trypanosoma congolense*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* **41**, 1604-1606.
- Ross, C.A. & Sutherland, D.V. 1997. *Trypanosomiasis and Leishmaniasis: Biology and Control*.
Hide et al.
- Sinyangwe, L., Delespaux, V., Brandt, J., Geerts, S., Mubanga, J., Machila, N., Holmes, P.H. & Eisler, M.C. 2004. Trypanocidal drug resistance in Eastern province of Zambia. *Vet Parasitol* **119**, 125-135.

(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

404

**DETERMINATION OF SEROLOGICAL PREVALENCE OF ANIMAL
TRYPANOSOMOSIS IN THE KACHIA GRAZING RESERVE BY INHIBITION
ELISA**

**DETERMINATION DE LA SEROPREVALENCE DE LA TRYPANOSOMIASE
ANIMALE AVEC LA TECHNIQUE ELISA PAR INHIBITION DANS LE
PATURAGE PROTEGE DE KACHIA**

F. N.C. Enwezor¹ *, E. Authie², G. Bossard², J. U. Umoh³, K. A. N. Esievo⁴ L.T.
Zaria¹ and J.I. Anere¹

¹ Nigerian Institute for Trypanosomiasis and Onchocerciasis Research (NITOR), P. M.
B. 2077, Kaduna, Kaduna State, Nigeria.

² Centre for International Research and Agricultural Development/ International
Laboratory for Research and Development, Montpellier, France

³ Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine,

⁴ Department of Veterinary Pathology and Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine,
Ahmadu Bello University, Zaria, Kaduna State, Nigeria.

Correspondence author*: Dr. Felicia N. C. Enwezor.

Summary

A recombinant hsp 70/Bip antigen for detection of bovine trypanosomosis was evaluated as a means of diagnosis using bovine field serum samples from Kachia grazing reserve, Nigeria. Circulating anti-trypanosomal antibodies were detected in 359 of 545 in inhibition ELISA in cattle with apparent serological prevalence of 65.9% as against 6.1% prevalence overall by buffy coat method. Of 33 serum samples from cattle with parasitologically confirmed diagnosis, 28 had circulating anti-trypanosomal antibodies giving an apparent sensitivity of 84.8%. The apparent specificity was 97.3%. Further specificity of the assay was based on the results of analysis performed on sera samples from cattle infected with *Theileria parva*, *Anaplasma marginale* and *Babesia bigemina*, which tested all negative in the assay. In addition, returned herds and resident herds had significant anti-trypanosomal antibodies and the test was able to detect antibodies of three trypanosomes species *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. b. brucei*. Based on the findings, the test offers promise as a useful tool in sero-diagnosis of cattle trypanosomosis. However, improvement in test sensitivity and further evaluation of the assay are suggested.

Key Words: inhibition ELISA, sero-prevalence, sensitivity, specificity, antitrypanosomal antibodies, recombinant heat shock protein (hsp) 70/Immunoglobulin binding protein (Bip) antigen.

Résumé

Un recombinant de protéine de choc thermique (hsp) 70/antigène de protéine de liaison aux immunoglobulines (Bip) pour le dépistage de la Trypanosomiase bovine a été évalué comme moyen de diagnostic, à l'aide d'échantillons de sérums de bovins prélevés sur le terrain dans le pâturage protégé de Kachia, au Nigeria. Des anticorps anti-trypanosomiens en circulation ont été détectés chez 359 sur les 545 bovins testés avec la technique ELISA par inhibition, et présentaient une séroprévalence apparente de 65,9 % contre 6,1 % de prévalence totale avec la méthode du 'Buffy coat'. Sur 33 échantillons de sérum prélevés sur des bovins dont le diagnostic parasitologique a été confirmé, 28 avaient des anticorps anti-trypanosomiens en circulation, soit une sensibilité apparente de 84,8 %. La spécificité apparente était de 97,3 %. La spécificité de l'expérience a été par la suite évaluée sur la base des résultats de l'analyse effectuée sur des échantillons de sérums prélevés à des bovins infectés par *Theileria parva*, *Anaplasma marginale* et *Babesia bigemina*, qui étaient tous négatifs lors de l'expérience. Par ailleurs, les troupeaux qui sont revenus des paturages et les troupeaux résidents avaient d'importantes quantités d'anticorps anti-trypanosomiens, et le test a pu détecter les anticorps de trois espèces de trypanosomes, à savoir *T. vivax*, *T. congolense* et *T. b. brucei*. Sur la base de ces résultats, ce test s'avère prometteur en tant qu'outil utile pour le sérodiagnostic de la trypanosomiase bovine. Mais il faudra, cependant, améliorer le niveau de sensibilité du test et le niveau d'évaluation du titrage.

Mots-clés : ELISA par inhibition, séroprévalence, sensibilité, spécificité, anticorps anti-trypanosomien, recombinant de protéine de choc thermique (hsp) 70/antigène de protéine de liaison aux immunoglobulines (Bip)

Introduction

The diagnosis of African animal trypanosomosis by parasitological technique is limited in sensitivity. Consequently, several attempts had been made to introduce other improved sensitive methods such as serology (Katende *et al.*, 1987); antigen detection assays based on monoclonal antibody (Nantulya *et al.* 1992; Bengaly *et al.*, 1995) and DNA-based techniques, such as polymerase chain reaction (PCR) (Majiwa *et al.* 1994) to enhance the diagnosis of the disease. The problems with these serological tests were low sensitivity and lack of standardization (ref). The high cost of DNA-based assays gave room for search of serological tests that could be applied on a large scale, at low cost and still discriminate between different trypanosome species (Bossard *et al.*, 2003). A test antigen that could detect infections of bovine with three livestock trypanosomes in a single test and thus serve as a pan trypanosomosis test was developed using recombinant DNA technology encoding a cloned cDNA of 69kDa immuno dominant antigen of *Trypanosoma congolense* (Authié *et al.*, 1992 ; 1993a); Boulangé and Authié, 1994). The test antigen had been screened in assays by inhibition Enzyme Linked Immunosorbent Assays (iELISAs) (Boulangé *et al.*, 2002; Bossard *et al.*, 2003). In the present study the performance of this test assay in iELISA was further evaluated using an anti-Bip monoclonal antibody and a complete fusion protein expressed in *Escherichia coli*.

Materials and methods

Source of diagnostic antigen

The target antigen used was an immunodominant recombinant 69kDa of *T. congolense* identified as a member of the heat shock protein 70 family (70 kDa hsp) related to mammalian immunoglobulin binding protein (Bip) (Boulangé and Authié, 1994). This

antigen was differentially recognized by cattle of differing susceptibility to trypanosomosis (Boulangé and Authié, 1994) and was kindly provided by Drs. Gerard Cuny, Edith Authié and Geraldine Bossard of IRD, Montpellier, France.

Source of serum samples

Serum samples collected during the survey of animal trypanosomosis in the KGR in March and June 2004 and February 2005 were used for the assay. All 228-serum samples collected in February and some 200 and 117 of June and March surveys, respectively, were used for the assay.

Determination of parasite-specific IgG in inhibition ELISA assay

Five hundred and forty five (545) serum samples were analyzed by inhibition ELISA as described by Bossard *et al* 2003. The purified recombinant 69 kDa immunodominant antigen of *T.congolense*, also a member of hsp 70(bip) was diluted in 50mM PBS pH 7.2 at 0.1ng/μl and dispensed into the wells of flat-bottomed 96-well microplates (Maxisorp; Nalge Nunc International, Rochester, N.Y) in 100μl aliquots. After incubation at 37°C for 1h, unabsorbed hsp 70 (bip) was discarded and 100μl/well of blocking solution (0.2% BSA, 0.5% Tween 20 in 50mM PBS 7.2) was added and incubated for 1h at 37°C. 100μl of diluted serum (1:40) with blocking buffer was added to each well; except in control wells. Serum was tested in duplicates. After incubation for 1h at 37°C, the plates were washed once with PBS followed by the addition of monoclonal antibody (mAb) (diluted at 1: 2000 in blocking buffer) and dispensed in 100 μl aliquots. There were control experiments which assessed the quality of the assay. After incubation for 1h at 37°C, plates were washed three times, twice with wash buffer and once with PBS; 100μl of horseradish peroxidase-conjugated goat anti-mouse IgG antibody (diluted 1:2500) in blocking buffer was added in wells except Kblue and incubated for 1h at 37°C. Note, only blocking buffer was added and in the previous step in wells that did not contain mAb. Thereafter, the plates were washed twice with wash buffer containing 0.1% Tween 20 in 50 mM PBS pH 7.2 and once with PBS. Then, a substrate, kblue (neogen) was added 100 μl/well and plates kept away from sunlight for 30mins. Finally, the reaction was read as optical density at 620nm in ELISA machine Reader (Victor Wallac, Perkin Elmer 1420 Multi-label coulter). Cut-off values for a positive or negative result were calculated from mean OD-values plus two standard deviations from the percentage inhibition given by 165 sera from healthy cattle (21%).

Result

Of 545 cattle sera samples screened, the test detected antibodies in 359(65.9%) Also of 33 serum samples from cattle with parasitological confirmed diagnosis, 28 sera were detected positive with circulating anti-trypanosomal antibodies giving an apparent sensitivity of 84.8%. The specificity of the assay was 97.3% (Table 1). Further, evidence for the specificity of the test was provided by analysis of sera from cattle infected with *Theileria parva*, *Anaplasma marginale* and *Babesia bigemina*, which were all negative in the test assay. As shown in Tables 2 and 3, both returned and resident herds had significant anti-trypanosomal antibodies.

Table 1. Sensitivity and specificity of serological diagnosis of trypanosome infections in cattle by iELISA based on HSP70/BIP Recombinant

Antigen

iELISA

	+	-	Total
BCM +	28	5	33
-	331	181	512
Total	359	186	545

Sensitivity = $28/33 \times 100\% = 84.8\%$

Specificity = $181/186 \times 100\% = 97.3\%$

Sero-prevalence = $359/545 \times 100 = 65.9\%$

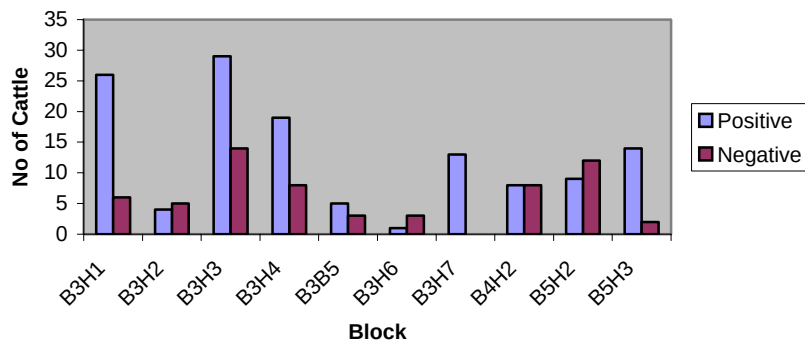


Fig 1: Sero Prevalence of Trypanosomiasis in Resident Cattle

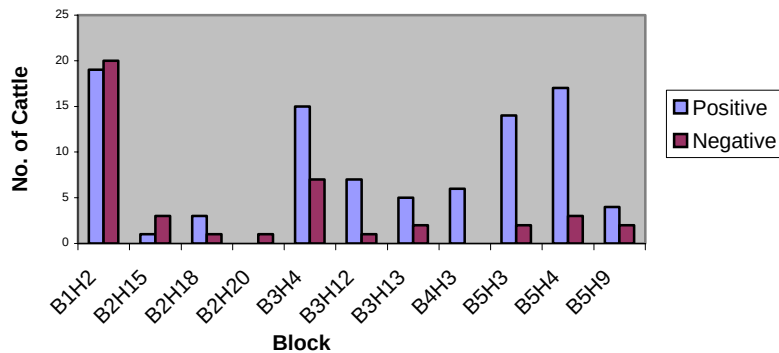


Fig.2: Sero prevalence of trypanosomiasis in returned cattle

Discussion

This study has assessed the current status of bovine trypanosomosis in the KGR as well as ascertained its prevalence by serological technique. The distribution of bovine anti-trypanosomal antibodies indicated that the distribution of bovine trypanosomosis was more widespread (65.9%) than the parasitological prevalence (6.1%) suggested and the specificity of 97.3%% obtained for the test is excellent. The test could be used as screening test for bovine trypanosomosis to facilitate epidemiological studies through determination of level of exposure to trypanosomosis in such animals. Furthermore, the test detected antibodies due to the three trypanosomes species *T. vivax*, *T. congolense* and *T. b. brucei*. This was comparable with the results by Bossard *et al* 2003). The fact that both returned and resident herds had significant anti-trypanosomal antibodies suggested that the Kachia Grazing Reserve was an area with endemic trypanosomosis. There is an urgent need for active surveillance to fight trypanosomosis problem in the grazing reserve. Further work to improve test sensitivity and assay evaluations is suggested in order to confirm diagnostic utility of the test antigen.

Conclusion

The anti-trypanosomal antibody detection by iELISA proved a useful tool in establishing the distribution of bovine trypanosomosis and had identified KGR as area with a high risk from bovine trypanosomosis. For poverty alleviation and reduction to be successfully tackled, urgent control actions are necessary to curb the scourge of trypanosomosis in endemic areas including the grazing reserves.

Acknowledgements

We thank the then Director General, Dr. I. Halid of the Nigerian Institute for Trypanosomiasis and Onchocerciasis Research, Kaduna, Nigeria; the Honourable Minister of Science and Technology, Professor T. Isuon, His Excellency, the French Ambassador to Nigeria; Drs. Phelix Majiwa, Ed. Rege and J. McDermott of the International Livestock Research Institute (ILRI); Camille Menard and Dr. Gerard Cuny of the International Laboratory for Research and Development (IRD), Montpellier, France for their tremendous support in ensuring successful implementation of this project.

References

- Authié, E., Muteti, D.K., Mbawa, Z., Lonsdale-Eccles, J.D., Webster, P. and Wells, C. (1992). Identification of major antigen of *Trypanosoma congolense* as a cysteine protease. *Molecular and biochemical Parasitology*, 56: 103-113.
- Authié, E., Muteti, D.K. and Williams, D.J. (1993a). Antibody responses to invariant antigens of *Trypanosoma congolense* in cattle of differing susceptibility to trypanosomiasis. *Parasite Immunology*, 15: 101-111.
- Bengaly, Z., Kanwe, A.B. and Duvallet, G. (1995). Evaluation of an antigen detection-ELISA test for the diagnosis of trypanosomiasis in naturally infected cattle. *Tropical Medicine and Parasitology*, 4: 284-286.
- Bossard, G., Boulangé, A. and Authié, E. (2003). Progress towards development of serodiagnostic tests based on the use of recombinant hsp70/Bip antigen. Proceedings of the joint DFID Animal health programme/ICPTV workshop on recent advances in the control of human and animal trypanosomiasis: Diagnosis, epidemiology, modelling and decision support, held 1-3 April 2003 at the Fairview Hotel, Nairobi, Kenya.

- Boulangé, A. and Authié, E. (1994). A 69 kDa immunodominant antigen of *Trypanosoma* (Nannomonas) *congolense* is homologous to immunoglobulin heavy chain binding protein (Bip*). *Parasitology*, 109: 163-173.
- Boulangé, A., Katende, J. and Authié, E. (2002). *Trypanosoma congolense*: Expression of a heat shock protein 70 and initial evaluation as a diagnostic antigen for bovine trypanosomosis. *Experimental Parasitology*, 100: 6-11.
- Majiwa, P.A.O., Thatthi, R., Moloo, S.K., Nyeko, J.H.P., Otieno, L.H. and Maloo, S. (1994). Detection of trypanosome infections in the saliva of tsetse flies and buffy coat samples from antigenaemic but apparatusaemic cattle. *Parasitology*, 108: 313-322.
- Nantulya, V.M., Lindqvist, K.J., Stevenson, P. and Mwangi, E.K. (1992). Application of a monoclonal antibody-based antigen detection enzyme-linked immunosorbent assay (antigen ELISA) for field diagnosis of bovine trypanosomiasis at Nguruman, Kenya. *Annales of Tropical Medicine and Parasitology*, 86: 225-230.

(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

405

SURVEY OF BOVINE TRYPANOSOMOSIS IN THE KACHIA GRAZING RESERVE, KADUNA STATE, NIGERIA

ENQUETE SUR LA TRYPANOSOMIASSE BOVINE DANS LE PATURAGE PROTEGE DE KACHIA, DANS L'ETAT DE KADUNA, AU NIGERIA

F. N.C. Enwezor¹*, J. U. Umoh², K. A. N. Esievo³ L.T. Zaria¹ and J.I. Anere¹

¹ Nigerian Institute for Trypanosomiasis and Onchocerciasis Research (NITOR), P. M. B. 2077, Kaduna, Kaduna State, Nigeria.

²Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine,

³Department of Veterinary Pathology and Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Ahmadu Bello University, Zaria, Kaduna State, Nigeria.

* Correspondence author: Dr. Felicia N.C. Enwezor

Résumé

La présente étude a évalué la prévalence de la trypanosomiase chez les bovins dans le pâturage protégé de Kachia en mars et en juin 2004 et en février 2005. Au total, 1 293 prélèvements de sang ont été effectués de façon aléatoire sur les bovins. Ces prélèvements ont été analysés avec la technique du 'Buffy coat' et avec des frottis de sang coloré au Giemsa pour la détection et l'identification des parasites. Le taux d'hématocrite, le dénombrement de globules blancs et le dénombrement différentiel de leucocytes ont également été déterminés. Le taux global de prévalence de la parasitologie était de 8,4 %. Ce taux était de 2,3 % en mars 2004, 11,6 % en juin 2004 et 15,4 % en février 2005. Le taux moyen de l'hématocrite des bovins parasitémiques est descendu à un niveau plus bas que celui des bovins aparasitémiques : $25,99 \pm 1,82$ et $29,31 \pm 1,70$ respectivement. Le dénombrement des globules blancs et le dénombrement différentiel des leucocytes ont révélé que 105 bovins sur 228 (soit 46,1 %) souffraient de leucopénie, parmi lesquels 25 (soit 23,8 %) étaient trypano-positifs ; quatre bovins trypano-négatifs souffraient de leucocytose. Cependant, 11 bovins sur 119 (soit 9,2 %) ayant des dénombrements normaux de globules blancs étaient trypano-positifs. L'influence de l'emplacement des points d'eau et des pâturages sur l'emplacement des enclos de troupeau a été déterminée à l'aide du système global de positionnement (GPS). L'accroissement des taux de prévalence était lié à la proximité des troupeaux par rapport aux points d'eau (x^2 pour la tendance linéaire = 4,447, $P < 0,05$), mais aucun parallèle n'a été établi entre l'emplacement des enclos de troupeaux et celui des pâturages ($x^2 = 2,186$, $P > 0,05$); ce qui semble indiquer que le réseau hydrologique a joué un rôle important dans la transmission de la trypanosomiase. Etant donné que les zébus sensibles étaient la race prédominante dans le pâturage protégé, l'étude préconise l'utilisation judicieuse de

la chimiothérapie et de chimioprophylaxie ainsi que des mesures de lutte contre le vecteur pour combattre le problème de la trypanosomiase en vue d'améliorer la production animale.

Summary

This study assessed the prevalence of trypanosomes in cattle at the Kachia Grazing Reserve (KGR) in March and June 2004 and in February 2005. A total of 1293 cattle blood samples were collected at random. The samples were analysed using the buffy coat technique and Giemsa thin blood films for parasite detection and identification. Packed cell volume (PCV) and white blood cell (WBC) and differential leucocyte counts were also determined. Overall parasitological prevalence was 8.4%. The prevalences in the months of March, June (2004) and February (2005) were 2.3%, 11.6% and 15.4%, respectively. Mean PCV of parasitaemic cattle dropped more than those of apparatusaemic being 25.99 ± 1.82 % and 29.31 ± 1.70 % respectively. Total WBC and differential leucocyte counts showed leucopaenia in 105 out of 228 (46.1%) cattle of which 25 (23.8%) were trypanosome-positive cases and leucocytosis in four trypanosome-negative cattle. However, 11 of 119 (9.2%) cattle with normal WBC counts were trypanosome-positive cases. The effects of herd pen location to watering and grazing point's distances were determined using the global positioning system (GPS). Increased prevalence was associated with proximity of herd pens to watering point's distances (χ^2 for linear trend = 4.447, $P < 0.05$), but no association of herd pens to grazing point distances ($\chi^2 = 2.186$, $P > 0.05$); suggesting that hydrological network played an important part in trypanosomosis transmission. Since susceptible Zebu cattle were the predominant breeds in the reserve, the study advocates effective use of chemotherapeutic and chemoprophylaxis as well as vector control measures to fight the problem of trypanosomosis towards improved livestock production.

Introduction

Trypanosomosis occurs in sub-Saharan Africa within the area of distribution of the tsetse fly and causes fever, severe anaemia, weight loss (cachexia), oedema and reproductive disorders (Isoun and Anosa, 1974; Ikede *et al.*, 1988, FAO, 2002) with death ensuing if untreated. In the Kachia Grazing Reserve (KGR) in Kachia Local Government Area of Kaduna State, trypanosomosis had impacted negatively on animal and mixed farming production systems and consequently led to the abandonment of the reserve in 1985. In 1988 under the auspices of the World Bank/FAO/UNDP assisted Second Livestock Development Project (SLDP), some control measures that involved treatment with trypanocidal drugs and insecticide pour-on were applied on livestock to reduce the incidence of the disease and thus encourage the re-settlement of pastoralists (NLPD, 1988). In the absence of the disease and the vector, estimates suggested that, the reserve could contribute about one billion Naira (N1.0 billion) annually to the wealth of the nation in terms of milk, meat and agricultural production (NITOR, 2004). Trypanosomosis-induced annual losses in cattle production alone were estimated in the range of 1.0 to 1.2 billion dollars in sub-Saharan Africa (FAO, 2002). For over 16 years of these control activities, documented reports on trypanosomosis status in the KGR appeared scanty or unavailable. Knowledge of trypanosome-infection status of cattle and risk posed by the disease to the cattle in the KGR will allow for targeted interventions against trypanosomosis. To clarify the status of trypanosomosis, surveys of cattle were conducted twice in 2004 and then once in 2005. Presented herein are the results of a longitudinal study that determined the extent of bovine trypanosomosis in the reserve.

Materials and methods

The study was conducted in the Kachia Grazing Reserve, Kaduna State, in the months of March and June 2004 and February, 2005. A total of 1293 cattle were sampled at random, examined clinically by general physical examination and bled from the jugular vein. Blood samples were examined in the field using the buffy coat method (Murray *et al.*, 1977) and Giemsa thin film for parasite detection and identification. The dwellings by which animals were penned during the night and their watering points at the end of the dry season in March 2004 were ascertained. The geographic positions of each dwelling and the watering point (s) were determined by global positioning system (GPS) (Garmin TM). Distances from pens to watering and grazing were taken using a vehicle kilometre distance and ranged from 1km to 3km and 1km to 7km respectively. A questionnaire was used to collect information on trypanosomosis awareness by respondents, frequency of disease control, whether treatment was given regularly at yearly intervals, sporadically (not yearly) or never. Data were analysed using chi square, odds ratio, Wilcoxon paired sample test and Kruskal-Wallis test, as appropriate. Animals found to be infected with trypanosomes were treated with diminazene aceturate (Diminavet) at 3.5mg/kg.

Results

Diagnosis

Of the 1293 cattle, 882(68.2%) were females and 411 (31.8%) males. The buffy coat examination showed that 8.4% were infected with trypanosomes (Table 1). *Trypanosoma vivax* accounted for the majority of the infections (96.3%). *T. congolense* was 1.9%. *T. brucei* 0.9%; mixed infection of *T. congolense* and *T. vivax* 0.9%. Clinical examination showed that 354 (27.4%) of the animals were emaciated of which (82.5%) had pale mucous membranes. The remaining 937 (72.6%) were in good body condition. However, there was no statistical difference suggesting that infection does not depend on body condition of the animals. (p-value =0.9993, p>0.05). Analysing for sex as a factor of trypanosome infection, Table 2, sex was not a risk factor of animal trypanosomosis, (OR = 1.01, CI = 0.65 – 1.58).

Table1: Sex distribution of trypanosomosis

Sex	Positive	Negative	Total
Cow	75	807	882
Bull	34	377	411
Total	109	1184	1293

(8.4%)

Prevalence of trypanosomes by watering and grazing point distances (1km-3km)

The GPS mapping of the coordinates realised is shown in Fig. 1. Blocks 3, 4 and 5 were quartered proximal to the watering points. Out of 529 cattle investigated in the dry season of March 2004, 325 (61%) trekked 1km distance from pen to watering points before

returning to pen, followed by 143 (27%) and 61 (12%) that trekked 2km and 3 km distances. There were twelve positive cases. 92% of these positive cases trekked 1km and only 8% trekked 2km distances to and fro watering points. There was an association between trypanosome infection and watering point distances. The χ^2 for linear trend revealed that trypanosome infection increased with decrease in watering point distance. (χ^2 for linear trend = 4.447, $P < 0.05$). By grazing point distances gave no statistical difference from the pens (χ^2 for linear trend = 2.186, $P > 0.05$).

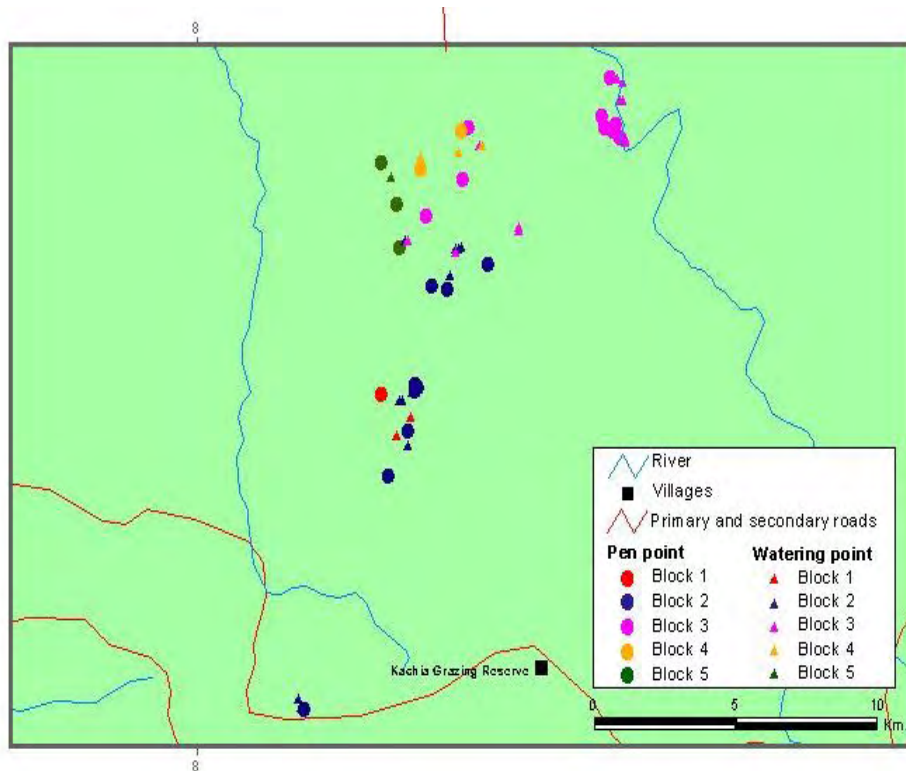


Fig.1:
Map showing the effect of watering points on trypanosomosis prevalence in the KGR (Feb, 2004) (Source: Software Arcview)

Trypanosome prevalence by blocks of residence and age

Block 3 had the highest trypanosome prevalence of 9.7% followed by blocks 1 and 4 with prevalence of 9.4% and 8.2% respectively. Blocks 2 and 5 were almost at par with 7.3% and 7.2% prevalence (fig.2). However, the prevalence between the blocks were not statistically significant ($P > 0.05$). By age, infections were observed in all the age groups studied with 0-1 year age group having the highest percentage of 17% trypanosome-positive cases. The infection in the different age groups was statistically significant ($P < 0.05$) and the pattern of infection as shown by correlation coefficient decreased with increasing age ($r = -0.94$; $r^2 = 89.1\%$, $9 \neq 0$).

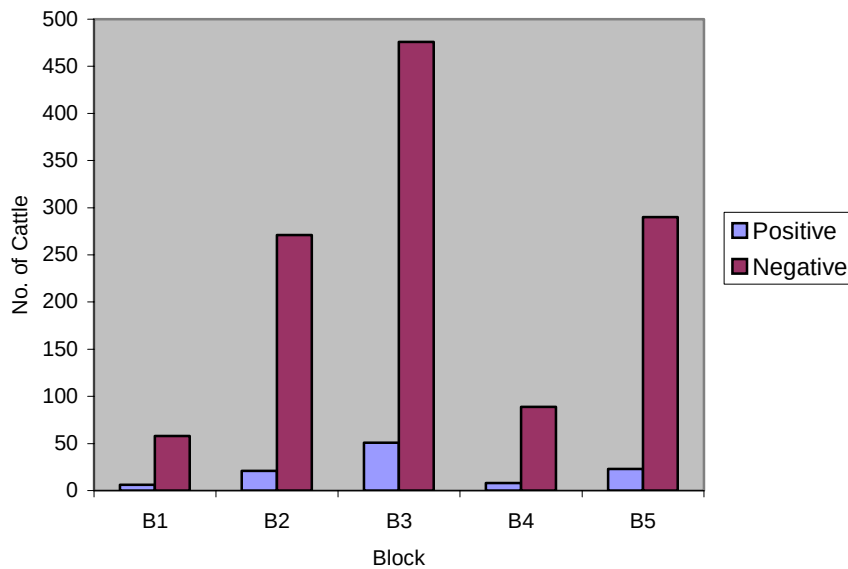


Fig 2: Prevalence of trypanosomosis by block of residence

Awareness of trypanosomosis and management practices by respondents

All of the 27 heads of households interviewed (100%) said that they were aware of trypanosomosis, which they called 'samore'. They also said that the disease could be obtained by the riverside following bites of an infected tsetse fly, known as 'kudan tsando'. The respondents further said that they treated their animals. Ninety six percent said they treated their cattle 'sporadically', meaning 'treatment given not every year' while four percent said they treated regularly. However, priority attention was given to cattle in terms of treatment coverage compared to sheep and goats because of high cost of drugs.

Discussion

This study has shown that trypanosomes with a prevalence of 8.4% constitute a health problem to cattle rearing in the KGR. The findings support the result of a sociological survey which reported severe trypanosomosis there (NLPD, 1988) and compared favourably with the prevalence of trypanosomes 9.4% and 9.1% reported in cattle by Agu *et al* (1989) and Abenga *et al* (2004) respectively in other areas of Kaduna State. Factors that might have facilitated the prevalence were the breed which was essentially the trypanosusceptible Zebu (white Fulani) and proximity of herd pens to watering point's distances. That hydrological network played an important part in trypanosomosis infection was not surprising. Our finding of an association between increased trypanosome infections with decreasing watering point's distances to herd pen corroborated that by Michel *et al* (2002) which reported that the hydrological network and land occupation patterns in the savanna-type country side were key considerations in structuring a trypanosomosis space. It appeared reasonable to suggest that 1km distance, the shortest pen to watering point distance that provided the highest infection was within the flying strength abilities of the flies; hence the flies could fly in search of blood meal and return to watering point habitats. It might have also provided the best 'fly- animal contact'. The 0-1year age group being most vulnerable to trypanosome infection could be explained that either the infections were still recent or that particular age group was most

in number. Emaciation observed in some animals might be due to muscular degeneration as reported by Fiennes (1970).

Conclusion

Trypanosomosis is still a threat to animal health in the KGR. Awareness of the disease by the heads of households interviewed makes it easier for implementation of more effective control measures against the disease with community participation in mind. Also, trypano-susceptible Zebu cattle are the predominant breeds in the reserve. This study suggests effective use of chemotherapeutic and chemoprophylaxis as well as vector control measures to fight the problem of trypanosomosis in the reserve for improved livestock development.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge the acceptance to proceed on this study in the KGR by the National Livestock Projects Division and the Kaduna State Ministry of Agriculture and Rural Development. We express profound appreciation to the former Director General of NITOR, Dr. I Halid for his central role in ensuring implementation of this project. Support received from the followings, the Chairman, Kachia Local Government, the Executive Secretary, the National Commission for Nomadic Education, Kaduna, Dr. Nefisa Mohammed and her staff; Dr. Y. Audi, Director, Kaduna State Veterinary Services and his staff at Kachia LGA; Messers Francis Doro, James Gazama and late Marcus Maikaje are also duly acknowledged. Finally, we thank the District Head and the entire council member of the KGR for their cooperation in the study.

References

- Abenga, J.N., Enwezor, F.N.C., Lawani, F. A. G., Osue, H. O. and Ikemereh, E. C.D. (2004). Trypanosome prevalence in cattle in Lere Area in Kaduna State, North Central Nigeria. *Revue Elévage de Médecine Vétérinaire Pays Tropicaux*, 57 (1-2): 45-48.
- Agu, W.E., Kalejaiye, J.O. and Olatunde, A.O. (1989). Prevalence of bovine trypanosomosis in some parts of Kaduna and Plateau states, Nigeria. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, 37:161-166.
- Armitage, P. (1980). *Statistical Methods in Medical Research*. Blackwell Scientific Publications, Oxford London Edinburgh Bristol Melbourne, 5th ed.
- FAO (2002). *Food, Agriculture and food security: The global dimension*, WFS02/Tech/Advance Unedited Version, FAO, Rome pp19-28.
- Fiennes, R.N.T.W. (1970). Haematological studies in trypanosomiasis of cattle. *Veterinary Research*, 66: 423-434
- Ikede, B.O., Elhassan, E.O. and Akpanie, S.O. (1988). Reproductive disorders in African trypanosomiasis : A Review. *Acta Tropica*, 45: 5-10.
- Isoun, T. T. and Anosa, V.O.(1974). Lesions in the reproductive organs of sheep and goats experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. *Tropenmedizin und Parasitologie*, 25: 469-476.
- Michel, J.F., Dray, S., De La Rocque, S., Desquesnes, M., Solano, P., De Wispelaere, G. and Cuisance, D. (2002). Modelling bovine trypanosomosis spatial distribution by GIS in an agro-pastoral zone of Burkina Faso. *Preventive Veterinary Medicine*, 56: 5-18.

- Murray, M., Murray, P.K. and McIntyre, W.I.M. (1977). An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. Transactions of the Royal Society for Tropical Medicine and Hygiene, 71: 325-326.
- NITOR (2004). NITOR briefs. Grazing reserves pp 11-12
- NLPD (1988). Second livestock development project. Development of Grazing Reserves, Resource and Socio-economic survey. Kachia Grazing Reserve, Kaduna State. Pp 40

**VARIATIONS SAISONNIERES ET FACTEURS DE RISQUES DES
TRYPANOSOMIASES ANIMALES DANS UN CONTEXTE DE
CHIMIORESISTANCE DANS LA ZONE DE SIKASSO AU MALI**

**SEASONAL VARIATIONS AND FACTORS OF RISKS OF THE ANIMAL
TRYPANOSOMIASES IN A CHEMORESISTANCE CONTEXT IN THE
SIKASSO AREA IN MALI**

Talaki E.^{1*}, Sidibé I.¹, Diall O.², Belem A.M.G.³, Pangui L.J.⁴, Affognon H.⁵, Grace D.⁶,
Djiteye A.², Bocoum Z.², Diarra B.⁷

¹ Centre International de Recherche Développement sur l'Elevage en zone Subhumide
(CIRDES) 01 B.P. 454 – Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

² Laboratoire Central Vétérinaire de Bamako (LCV), Mali

³ Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

⁴ EISMV de Dakar, Sénégal

⁵ Université d'Hannover, Allemagne

⁶ Université Libre de Berlin, Allemagne

⁷ Unité Centrale de Lutte Contre la Trypanosomiase (UCLT) de Bamako, Mali

* Correspondance et tirés à part, e-mail : talakiessodina@yahoo.fr

Résumé

Une série de trois enquêtes longitudinales sur des bovins a été conduite entre Août 2003 et Avril 2004 dans 11 sites du cercle de Sikasso au Mali. Ces enquêtes avaient pour objectif de réaliser une étude épidémiologique saisonnière des Trypanosomiasés animales dans un contexte de chimiorésistance aux trypanocides. Du point de vue parasitologique, il existe une hétérogénéité dans l'évolution de la maladie. De fortes prévalences parasitologiques ont été enregistrées au mois d'Août, correspondant à la saison pluvieuse, dans les sites de Diassadié (34%) et de Wahibéra (28,89%). Ces deux villages ont été les seuls à présenter une variation saisonnière significative (au seuil 5%) des valeurs de prévalences observées. Les infections sont majoritairement dues au *Trypanosoma congolense* enregistré dans 64,81 à 67,12% des cas, suivi de *Trypanosoma vivax* rencontré dans 28,77 à 35,19% des infections et rarement de *Trypanosoma brucei* avec 1,37% de cas seulement. La valeur moyenne de l'hématocrite enregistrée en saison pluvieuse était forte ($26,49\% \pm 0,43$) avec une variation saisonnière significative. Sur le plan entomologique, deux espèces de glossines riveraines ont été identifiées en toute saison avec des densités apparentes par piège (DAP) allant de 3,45 à 5,29 pour l'espèce *Glossina palpalis gambiensis* et variant entre 0,98 et 2,80 pour *Glossina tachinoides*. Une corrélation significative ($\alpha=0,05$) entre la densité apparente de *Glossina palpalis gambiensis* et le taux d'infection des bovins a été observée en saison pluvieuse. Des échecs de traitement (résistance) à l'acéturate de diminazène ont été suspectés dans plusieurs sites.

Mots clés : Saison, Trypanosomiasés, chimiorésistance, Sikasso, Mali.

Summary:

A set of three longitudinal surveys was carried out on cattle between August 2003 and April 2004 in 11 sites at Sikasso in Mali. The goal was to make a seasonal epidemiological assessment of the animal TRYPANOSOMIASEs in a chemoresistance context. From a parasitological viewpoint, heterogeneity exists in the evolution of the disease. High parasitological prevalences were recorded during the rainy season (August) at Diassadiè (34%) and at Wahibéra (28.89%). These two villages were the only to present a significant seasonal variation (threshold 5%) of the observed prevalence values. The infections were mostly caused by *Trypanosoma congolense* (64.81 - 67.12%), followed by *Trypanosoma vivax* (28.77 - 35.19%) and rarely by *Trypanosoma brucei* (1.37%). The hematocrit average value was the highest in the rainy season ($26.49\% \pm 0.43$) with a significant seasonal variation. Entomologically, two species of tsetse flies were identified during all seasons with apparent fly densities per trap (DAP) of 3.45 to 5.29 for *Glossina palpalis gambiensis* and 0.98 to 2.80 for *Glossina tachinoides*. A significant correlation ($\alpha = 0.05$) between the density of *Glossina palpalis gambiensis* and the rate of infection on the cattle was observed during the rainy season. Diminazene aceturate treatment failures (resistance) were suspected in several sites.

Keywords: Season, TRYPANOSOMIASEs, chemoresistance, Sikasso, Mali.

Introduction

En Afrique Subsaharienne et plus particulièrement en zone subhumide cotonnière de l'Afrique de l'Ouest, l'élevage joue un rôle important dans les systèmes de production agricole. Cet élevage est généralement pratiqué en mode extensif et en exploitation de type familial où les normes rationnelles de conduite de troupeau sont presque reléguées au second plan. Considéré comme une source importante de revenu pour les populations rurales à travers la vente du bétail, l'élevage fournit du fumier pour les champs et intervient également dans le transport et la traction attelée (JAEGER et MALTON, 1990). Toutefois, sa productivité est entravée par les Trypanosomiasés qui constituent un problème majeur à la fois de santé et au développement, affectant les hommes et les animaux. Chez l'homme, la Trypanosomiasé humaine africaine ou maladie du sommeil sévit sous une forme endémo-épidémique. Quant aux Trypanosomiasés animales africaines (TAA), elles restent largement répandues. Dans la lutte contre ces Trypanosomiasés animales, la chimiothérapie reste le moyen le plus utilisé. Cette méthode s'appuie sur des molécules anciennes et en nombre limité (GEERTS et HOLMES, 1998) dont les utilisations répétées et parfois anormales ont favorisé l'apparition de la chimiorésistance des trypanosomes dans certaines régions (EISLER et al., 2000 ; PINDER et AUTHIE, 1984 ; KUPPER et WOLTERS, 1983). Les glossines (*Glossina* sp.) qui en sont les principaux vecteurs occupent généralement les meilleures terres. Au Mali, 17 % du territoire national, soit une superficie d'environ 240 000 km² est concernée par ce fléau. Le cercle de Sikasso, qui est une zone frontalière avec le Burkina Faso et caractérisé par une importante culture cotonnière, est fortement touché. Comme dans la province du Kénédougou au Burkina Faso, plusieurs études menées dans certaines localités de cette zone ont révélé l'existence de la résistance des trypanosomes aux trypanocides (TALAKI et al., 2006 ; McDERMOTT et al., 2000 ; CLAUSEN et al., 1992 ; AUTHIE, 1984). Le présent travail, conduit dans le cadre du projet ILRI/BMZ-2, se propose de faire une étude saisonnière des Trypanosomiasés animales dans un contexte de chimiorésistance dans la région de Sikasso au Mali.

Materiel et Methodes

Zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans une partie du cercle de Sikasso, frontalière avec le Burkina Faso (Figure 1). Dans cette zone, la population est en majorité paysanne et joue un rôle important dans l'économie nationale. L'agriculture au sens large, occupe une place prépondérante avec l'élevage associé à une importante culture cotonnière. L'élevage bovin essentiellement de type agropastoral, fournit des bœufs pour les travaux champêtres et le transport des intrants, du fumier pour la fertilisation des sols et constitue un moyen d'épargne et de capitalisation des revenus tirés de la vente du coton. Les bœufs de labour constituent 25-30% des effectifs bovins à génotype essentiellement zébu. Il s'agit d'une zone subhumide avec une végétation de type soudanais. La pluviométrie variant entre 1000 et 1200 mm/an, est favorable à la production agricole et à la valorisation des sous produits en production animale. Par ailleurs, elle crée des conditions favorables au développement des glossines qui sont les principaux vecteurs des Trypanosomiasés animales dans cette zone.

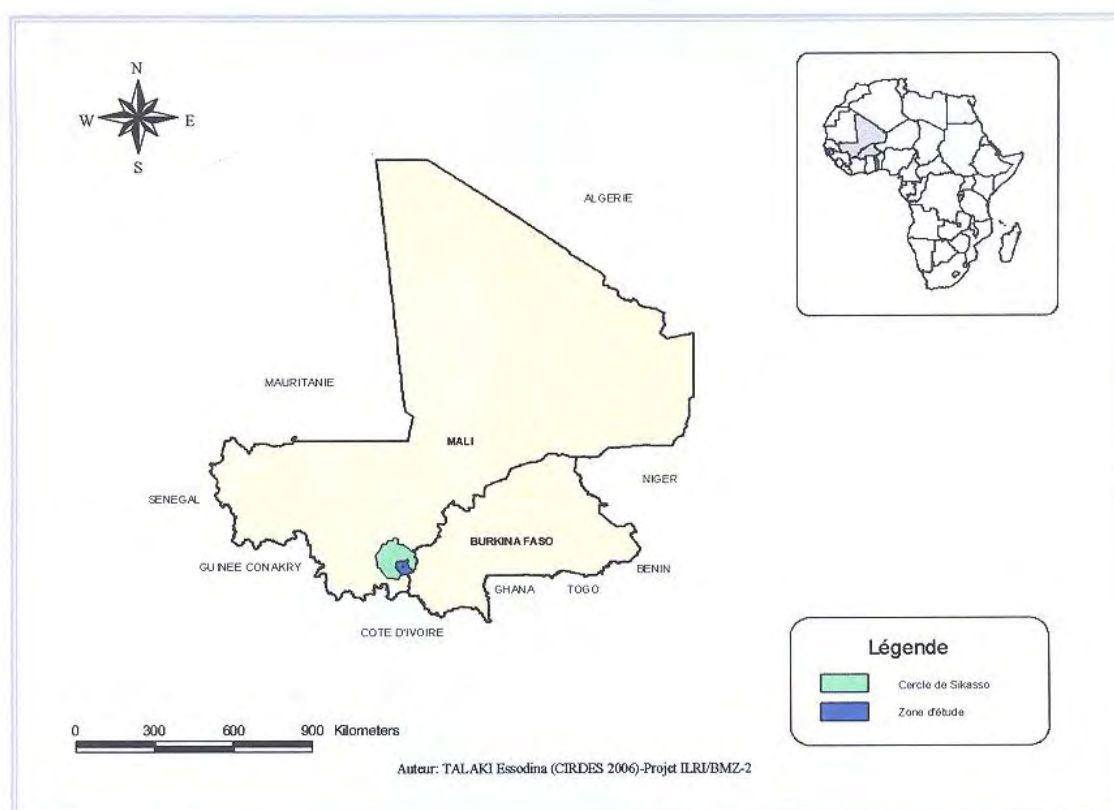


Figure 1 : Zone d'intervention

Méthodes

Trois enquêtes, à intervalles réguliers de 4 mois, ont été conduites entre Août 2003 et Avril 2004 dans 11 villages du cercle de Sikasso pour une rapide évaluation épidémiologique des Trypanosomiasés animales suivant la saison. La première enquête a

eu lieu en Août, une période qui correspondant à la saison pluvieuse, la seconde en Décembre pour la saison sèche froide et la dernière enquête en Avril pour la saison sèche chaude. Ces enquêtes avaient pour objectif d'étudier le facteur « saison » sur le risque trypanosomien (prévalence des infections chez les bovins, densité et taux d'infection des mouches tsé-tsé) dans un contexte de chimiorésistance. Pour chaque enquête, un échantillon de 30 à 90 bovins sédentaires (tableau I) âgés de plus d'un an a été constitué par village. Le choix du matériel animal a été aussi aléatoire que possible. Chaque troupeau du village a été représenté par un échantillon proportionnel à son importance numérique afin que l'échantillon soit le plus possible représentatif du cheptel bovin villageois. Sur le plan parasitologique, à chaque enquête et pour chaque animal, du sang a été prélevé à la veine jugulaire dans un tube avec anti-coagulant pour la recherche au microscope des trypanosomes vivants par la technique du 'Buffy Coat' (MURRAY et *al.* 1977). A cette recherche de trypanosomes a été associée une évaluation de l'état d'anémie à travers le test de l'ématocrite, parasitologiquement positif ou ayant un PCV inférieur à 25 % a été traité à l'acéturate de diminazène de façon aléatoire (par jet de pièce d'argent) soit à la dose de 3,5 mg/kg (dose simple), soit à la dose de 7 mg/kg (dose double). Un contrôle parasitologique a été effectué 15 jours après le traitement. Parallèlement à ces enquêtes parasitologiques, des enquêtes entomologiques ont été menées. Ainsi, 10 pièges de capture de type Challier-Laveissière ont été placés par localité en galerie pour une durée de 8 heures. Les informations obtenues à la suite de ces enquêtes ont été saisies et analysées à l'aide des logiciels Excel et XLSTAT version 6.1.9 pour les données quantitatives. Quant aux données qualitatives, le logiciel « Statiscal Package for the Social Science/Personal Computer (SPSS/PC) version 10.0, a été utilisé pour les analyses descriptives (fréquences, pourcentages et tables croisées).

Tableau I : Effectifs de bovins suivis par village et par période

Villages	Août	Décembre	Avril
Bamadougou	52	50	48
Diassadiè	50	35	37
Farako	72	86	85
Finibougou	59	71	74
Finkolo	49	74	61
Kafouziéla	54	47	46
Kapala	60	66	79
Niangassoba	59	31	30
Niankorobougou	52	56	51
Tiogola	70	90	86
Wahibéra	45	45	54
Total	622	651	651

Resultats et Discussion

Prévalences parasitologiques et types d'infection

Le tableau II rapporte les prévalences parasitologiques obtenues par village et par période durant l'étude.

Tableau II : Prévalences parasitologiques par village et par période

Villages	Prévalences par périodes (%)			Comparaison au seuil 5%	
	Août (SP)	Décembre (SSF)	Avril (SSC)	Khi ²	Signification
Bamadougou	0,00	4,00	2,08	2,083	NS
Diassadiè	34,00	22,86	10,81	6,333	S
Farako	11,11	10,47	5,88	1,616	NS
Finibougou	3,39	7,04	14,86	5,802	NS
Finkolo	10,20	10,81	8,20	0,272	NS
Kafouziéla	3,70	4,26	2,17	0,330	NS
Kapala	11,67	9,09	5,06	2,037	NS
Niangassoba	6,78	12,90	6,67	1,143	NS
Niankorobougou	9,62	16,07	19,61	2,070	NS
Tiogola	14,29	16,67	5,81	5,237	NS
Wahibéra	28,89	13,33	11,11	6,147	S
Moyenne	12,15	11,59	8,39	4,917	NS

S : différence significative

SP : saison pluvieuse

SSC : saison sèche chaude

NS : différence non significative

SSF : saison sèche froide

Ces résultats traduisent une hétérogénéité de l'évolution de la maladie (Trypanosomiasés animales) suivant les saisons. Sur l'ensemble des résultats, de très fortes prévalences ont été enregistrées en saison pluvieuse (Août) dans les villages de Diassadiè (34%) et de Wahibéra (28,89%). Dans ces deux localités, ces prévalences ont baissé en saison sèche froide (Décembre) pour atteindre respectivement des valeurs de 10,81% et 11,11% en saison sèche chaude (Avril). Il ressort de la comparaison de ces valeurs par le test de Khi², que cette variation du taux d'infection observée au niveau de ces deux villages est significative au seuil 5% et traduit une plus grande ampleur des Trypanosomiasés animales en saison pluvieuse. Cette ampleur diminue progressivement en saison sèche froide puis en saison sèche chaude. Cependant, les 9 autres villages ont présenté une situation différente. Dans ces villages, bien que plusieurs tendances de l'évolution des Trypanosomiasés animales aient été observées, aucune variation saisonnière significative (seuil 5%) de l'ampleur de ces Trypanosomiasés n'a pu être conclue. C'est l'exemple de Bamadougou où aucune infection n'a pu être décelée en Août, mais il a été enregistré respectivement des prévalences de 4% et de 2,08% en Décembre et en Avril dans cette localité. Cette hétérogénéité dans l'évolution des prévalences suivant la période pourrait s'expliquer par des facteurs écologiques, la présence et l'abondance du vecteur, la localisation des zones de pâturage, la présence ou l'absence de chimiorésistance, et par la conduite du troupeau (traitements périodiques). En effet, même si de façon générale les possibilités de contact des glossines avec les hôtes mammifères diminuent en saison sèche, elles sont toutefois accrues dans les régions où les glossines se concentrent près des abreuvoirs ou des pâturages en saison sèche

(ITARD, 1981). Concernant le type d'infection, trois espèces de trypanosomes ont été identifiées (*Trypanosoma congolense*, *Trypanosoma vivax* et *Trypanosoma brucei*). La figure 2 représente les différents types d'infection rencontrés dans chacun des villages sur les trois périodes.

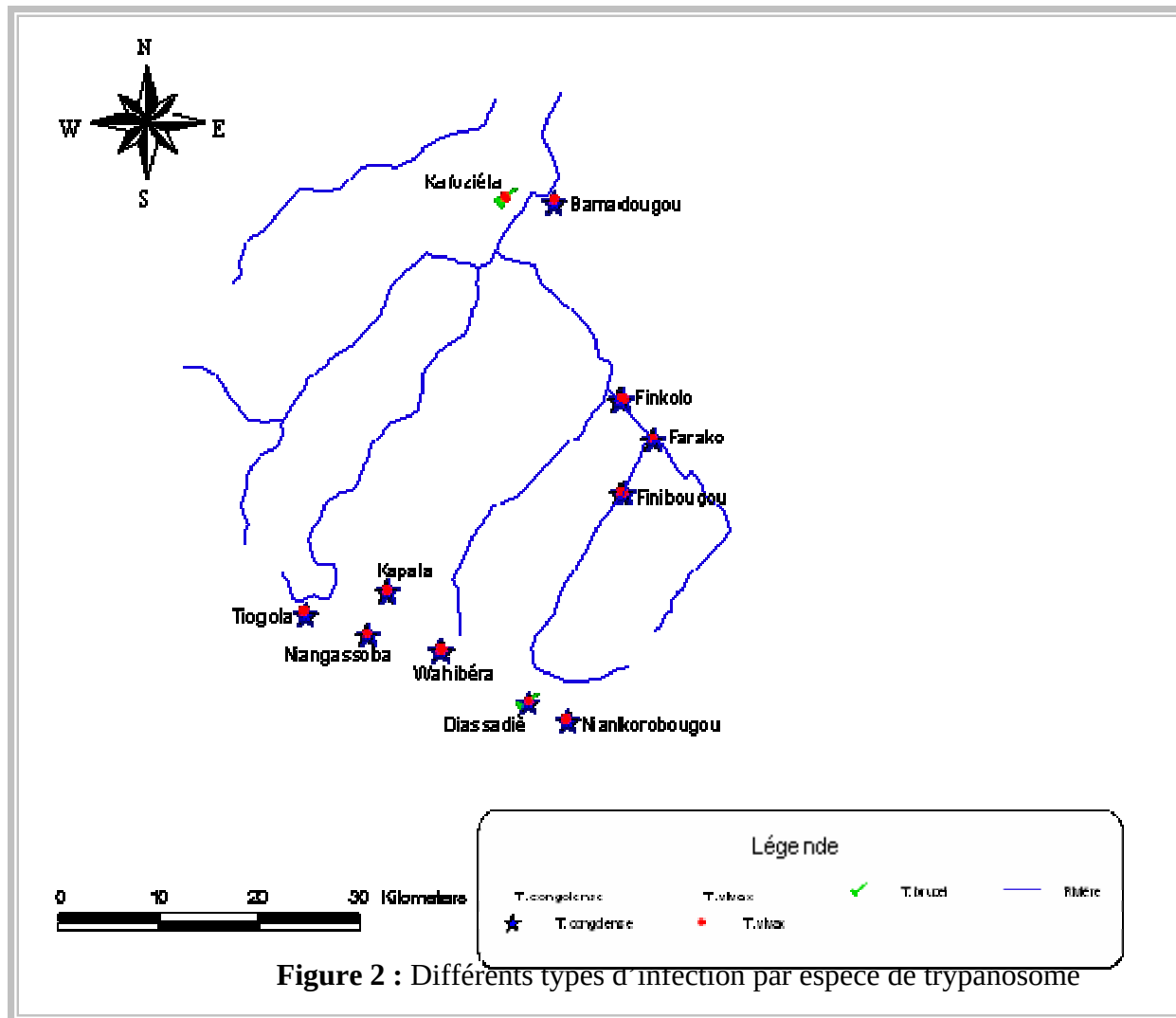


Figure 2 : Différents types d'infection par espèce de trypanosome

Sur l'ensemble des résultats, on a noté une très forte prédominance de *Trypanosoma congolense* (64,81 - 67,12% des cas), suivi de *Trypanosoma vivax* (28,77 - 35,19% des infections) et parfois de *Trypanosoma brucei* dans 1,37% des cas en Août. En plus de ces infections monospécifiques, des infections mixtes à *Trypanosoma vivax* - *Trypanosoma congolense* et à *Trypanosoma vivax* - *Trypanosoma brucei* ont été respectivement enregistrées en Décembre dans 2,70% des cas et en Août dans 2,74% des cas (Figure 3).

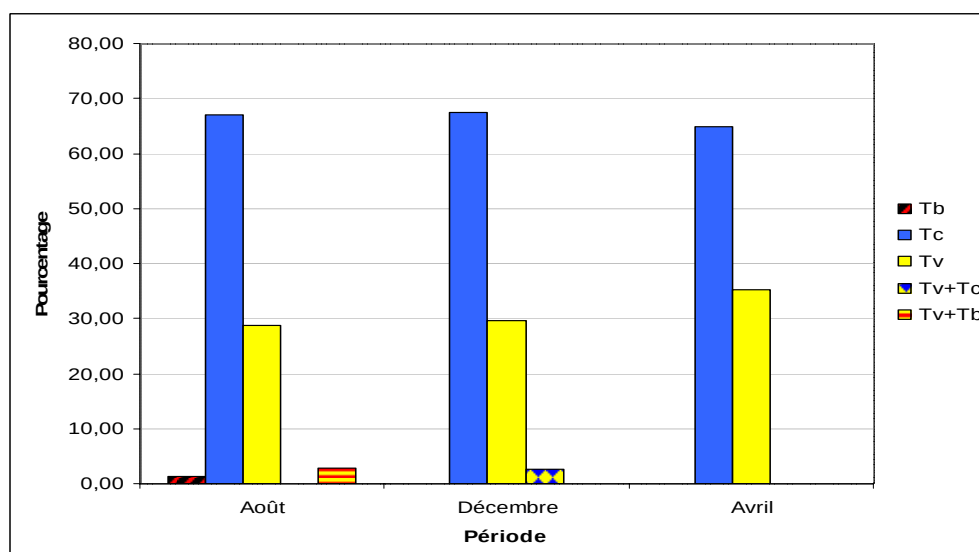


Figure 3 : Pourcentage des infections par espèce de trypanosome et par période

Hématocrite (Packed Cell Volume : PCV)

Les valeurs moyennes de l'hématocrite déterminées en fonction des différentes périodes et du statut parasitologique sont consignées dans le tableau III.

Tableau III : PCV moyen en différentes périodes par statut parasitologique

		Période		
Statut parasitologique	Paramètres	Août	Décembre	Avril
Négatifs	PCV moyen à J_0 (%)	27,05	25,24	25,91
	Écart type	5,26	5,84	5,02
	Intervalle de confiance ($\alpha=0,05$)	27,05 $\pm$ 0,44	25,24 $\pm$ 0,48	25,91 $\pm$ 0,40
	Effectif	549	576	595
Positifs	PCV moyen à J_0 (%)	22,29	21,08	22,28
	Écart type	5,12	5,78	4,93
	Intervalle de confiance ($\alpha=0,05$)	22,29 $\pm$ 1,17	21,08 $\pm$ 1,32	22,28 $\pm$ 1,32
	Effectif	73	74	54
PCV moyen par période (%)		26,49 $\pm$ 0,43	24,76 $\pm$ 0,46	25,61 $\pm$ 0,39

Sur l'ensemble des résultats analysés, l'hématocrite moyen enregistré sur les trois périodes varie entre 24,76% $\pm$ 0,46 pour la période de Décembre et 26,49 $\pm$ 0,43 pour la période d'Août, passant par une valeur moyenne de 25,61 $\pm$ 0,39 obtenue pour la période d'Avril. Cette variation des valeurs de l'hématocrite entre ces différentes périodes est significative par rapport au seuil de 5% (comparaison basée sur l'écart réduit). La même tendance dans l'évolution de l'hématocrite a été notée dans le groupe constitué d'individus parasitologiquement négatifs. Cette variation de l'hématocrite en fonction de la période serait liée à l'alimentation du point de vue qualité et disponibilité suivant les périodes. En effet, la période d'Août correspondant à l'hivernage (période de pluie) se

caractérise par une importante disponibilité alimentaire et de bonne qualité. La faible valeur moyenne de l'hématocrite enregistrée en Décembre serait liée à la sécheresse, période pendant laquelle le pâturage consommé devient rare et est de mauvaise qualité. Le faible redressement de l'hématocrite observé en Avril pourrait s'expliquer par la présence mais non abondante de jeunes pousses d'herbe améliorant ainsi la qualité de l'alimentation par rapport à la période de Décembre. D'une manière générale, ces valeurs de l'hématocrite moyen sont inférieures à celles enregistrées par Desquesnes et *al.* (1999) dans la zone de Sidéradougou au Burkina Faso, où un hématocrite moyen de 30,52% a été observé dont 31,6% chez les taurins, 30% chez les métis et 30,9% chez les zébus. Dans le groupe constitué d'individus parasitologiquement positifs, la valeur moyenne de l'hématocrite calculé pour les trois périodes se situe entre 21,08 % et 22,29%, sans une fluctuation saisonnière significative de ladite valeur. La comparaison de la valeur de l'hématocrite moyen entre les deux groupes (négatifs et positifs), révèle une chute significative de cet hématocrite dans le groupe des animaux parasités. Ceci n'est pas surprenant lorsqu'on sait que les trypanosomes sont des parasites sanguins pouvant provoquer une anémie sévère du sujet hôte. Shimelis Dagnachev (2005) et Kidanemariam *et al.* (2002) ont également noté en Ethiopie, une différence significative des valeurs de l'hématocrite entre les sujets des deux groupes avec des valeurs moyennes comparables. Cependant, en dehors des Trypanosomiasés, il existe plusieurs autres facteurs pouvant affecter les valeurs de l'hématocrite. C'est l'exemple des helminthoses, des hémoparasitoses, de l'infestation par les tiques et du déséquilibre alimentaire.

Entomologie

Les résultats entomologiques ne prendront en compte que les données collectées dans 8 villages. En effet, à cause des inondations, des piégeages n'ont pas pu être effectués en Août dans les villages suivants : Farako, Kafoziéla et Bamadougou. Deux espèces de glossines toutes riveraines ont été identifiées : *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina tachinoides*. Au total, 1 420 glossines ont été capturées dont 400 en Août, 392 en Décembre et 628 en Avril. La figure 4 représente les densités apparentes par piège (DAP) correspondant à chaque période pour les différentes espèces de glossine. Pour l'ensemble des résultats, la DAP moyenne par période varie entre 3,45 et 5,29 pour *Glossina palpalis gambiensis* alors qu'elle varie entre 0,98 et 2,80 pour *Glossina tachinoides*. Les plus fortes densités ont été enregistrées pour les deux espèces en Avril qui correspond à la saison sèche chaude, alors que les plus faibles densités ont été obtenues en Août pour *Glossina palpalis gambiensis* et en Décembre pour l'espèce *Glossina tachinoides*. Ces résultats montrent bien que la période pluvieuse (Août) ne correspond pas à la période de la plus importante capture. Même si l'on sait qu'il y a une importante prolifération de glossines en saison pluvieuse, cette capture relativement faible de glossines pourrait s'expliquer par une plus grande dispersion de celles-ci. En effet, en cette période d'hivernage, les conditions climatiques deviennent plus favorables à la dispersion des glossines et celles-ci se retrouvent dans tout milieu écologique favorable à leur vie. Alors qu'en saison sèche, elles se rassemblent dans les zones à microclimat favorable à leur survie, réduisant ainsi leur aire de dispersion Djiteye *et al.*(1997).

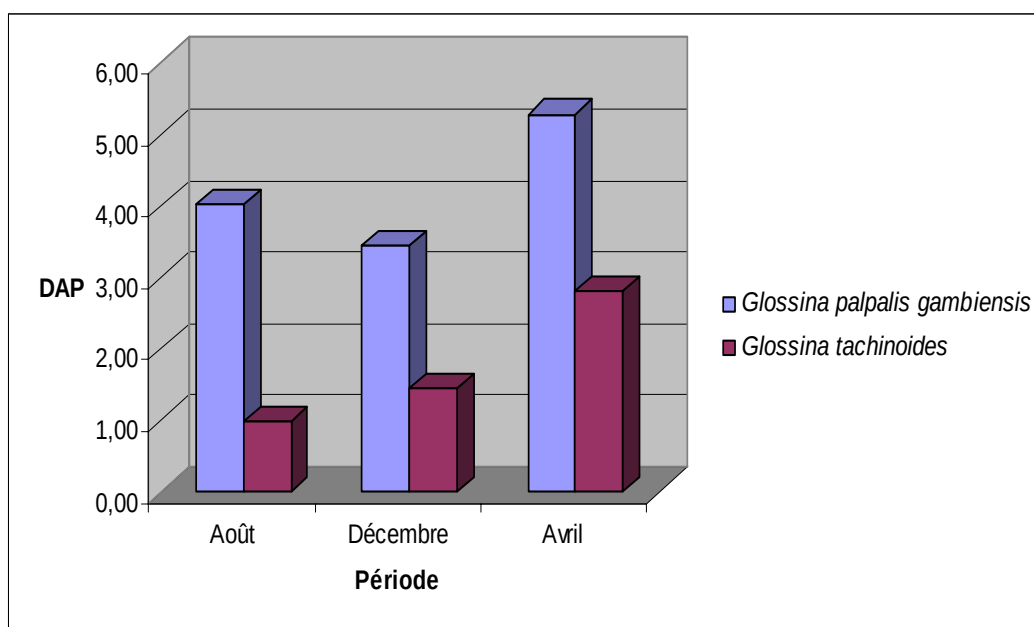


Figure 4 : DAP par espèce de glossine et par période

Pour toute période, il a été noté une nette prédominance de *Glossina palpalis gambiensis* représentant 64,81 à 80,5% des captures (figure 5). Une comparaison de ces proportions (χ^2) montre une différence significative au seuil 5% entre le pourcentage de *Glossina palpalis gambiensis* obtenu en saison de pluies (Août) et ceux obtenus en saisons sèches (Décembre et Avril). Cependant, au seuil 5%, aucune différence significative n'a été notée entre les proportions de *Glossina palpalis gambiensis* enregistrées en saisons sèches. En d'autres termes, la proportion de *Glossina palpalis gambiensis* capturée est plus élevée en saison pluvieuse. Cette différence observée s'expliquerait par une relative faible dispersion de *Glossina palpalis gambiensis*.

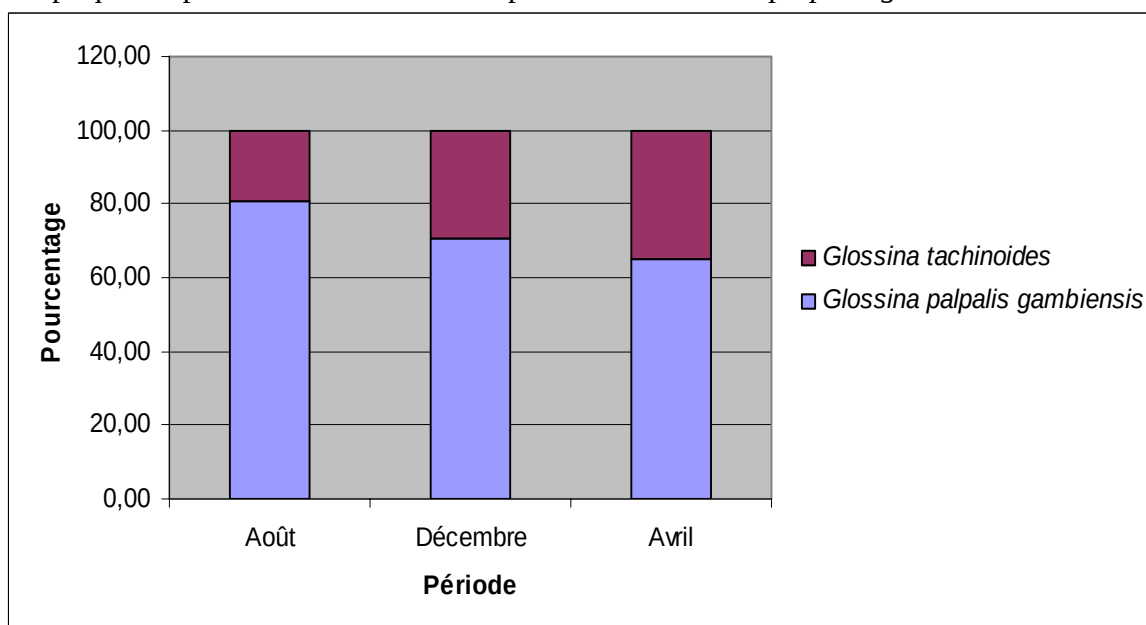


Figure 5 : Proportion des espèces de glossines capturées par période

Un dénombrement des mouches par sexe a permis de noter dans l'espèce *Glossina tachinoides*, un ratio par sexe en faveur des mâles qui représentaient 53,05 à 61,76% des captures de ladite espèce. Une situation inverse a été observée pour *Glossina palpalis gambiensis* où les femelles étaient plus abondantes en Août (56,13%) et en Décembre (58,83%). Toutefois, dans cette même espèce, il a été noté 50,95% de mâles contre 49,05% de femelles en Avril. Djiteye *et al.* (1997) ont trouvé des résultats similaires dans le gîte de Tienfala au Mali pour *Glossina palpalis gambiensis* où les femelles représentaient 60,74% de l'échantillon total capturé avec une situation inverse en début de saison pluvieuse où le rapport mâles/femelles était égal à 1,31. Les résultats de la dissection sur différentes périodes permettraient de comparer la capacité vectorielle des glossines en termes de taux d'infection de glossines en différentes périodes. Pour des raisons techniques, cette dissection n'a pas pu être réalisée pour la période de Décembre limitant ainsi l'exploitation des résultats de la dissection dans cette étude.

Relation entre la densité des glossines et le taux d'infection chez les bovins

Une analyse sur deux variables (DAP et prévalence) en différentes périodes a conduit à la réalisation des figures 6, 7 et 8. La moyenne obtenue sur les trois périodes a été utilisée comme critère de classification des données. Elle est égale à 6 pour la DAP et de 13% pour la prévalence. Ainsi, une DAP ou une prévalence inférieure à cette moyenne est qualifiée de faible. La densité considérée dans cette analyse prend en compte les deux espèces de glossines identifiées. Une analyse de ces figures révèle qu'en saison pluvieuse (Août), tous les villages dans lesquels de fortes densités de mouches ont été enregistrées correspondent à des sites de hautes prévalences et inversement pour les villages à densités faibles. Cette situation traduit une corrélation entre la densité des mouches et la prévalence de la maladie (Trypanosomiasés animales). Le test de corrélation de Pearson (test paramétrique) au seuil de signification $\alpha=0,05$ a permis de confirmer cette corrélation entre la DAP de glossines et le taux d'infection chez les bovins avec un coefficient de corrélation égal à 0,888. La ligne de régression associée à cette corrélation a pour équation : $y = 0,3563x - 1,268$ et pour coefficient de détermination $R^2 = 0,8056$ (figure 9). Cependant, lorsqu'on prend en considération les DAP par espèce de glossine et la prévalence combinée des trois espèces parasitaires identifiées en cette période de pluie, on obtient au même seuil ($\alpha=0,05$) une corrélation significative entre la densité enregistrée pour *Glossina palpalis gambiensis* et la prévalence pour un coefficient de corrélation égal à 0,898 alors qu'il n'y a pas de corrélation significative dans le cas de l'espèce *Glossina tachinoides*.

Pour les autres périodes (saisons sèches) aucune corrélation significative entre la densité des glossines et la prévalence de la maladie n'a pu être démontrée. En effet, nous sommes en présence de glossines riveraines dont la répartition est essentiellement limitée aux formations arborées du réseau hydrographique en saison sèche. En cette période, si la fréquentation des points d'eau situés dans les galeries forestières est une obligation pour certains propriétaires de grands troupeaux, elle ne l'est pas pour les éleveurs de petits troupeaux qui ont la possibilité de bénéficier de l'eau des puits ou des forages pouvant ainsi éviter les sites dangereux de la rivière De La Rocque (1999). Par contre, en saison pluvieuse, les vecteurs de la maladie (glossines) ont la possibilité de se disperser, sortant ainsi de leurs biotopes traditionnels pour atteindre les savanes avoisinantes, envahissant ainsi des gîtes péridomestiques (Laveissiere *et al.*, 1986 ; Kuzoe *et al.*, 1985 ; Challier, 1980 ; Baldry, 1970) qui pourront être à l'origine de systèmes épidémiologiques temporaires De La Rocque *et al.*(1999). Hendrickx et Napala (1999) ont, quant à eux, montré surtout qu'au Nord du Togo la *Glossina tachinoides* était la seule espèce parmi les différentes espèces de glossines à montrer des corrélations significatives entre les

cartes de densités glossiniennes et les Trypanosomiasés animales. Aussi, elle constitue l'espèce la plus répandue et la plus abondante dans cette partie du pays. Dans ce sens, nos résultats corroborent ceux de ces derniers auteurs, étant donné que dans notre étude l'espèce *Glossina palpalis gambiensis* est prédominante et est la seule à montrer une corrélation significative entre la densité de glossines et la prévalence des Trypanosomiasés animaux en période de pluie. Ceci d'autant plus que les pièges ont été posés en galerie et l'on plus que les pièges ont été posés en galerie et l'on sait que *Glossina palpalis gambiensis* est plus exigeante du point de vue cours d'eau, préférant les milieux fermés et inondés en permanence, alors que *Glossina tachinoides* s'accommode à des conditions plus arides et à des milieux plus ouverts (De La Rocque et *al.*, 1997).

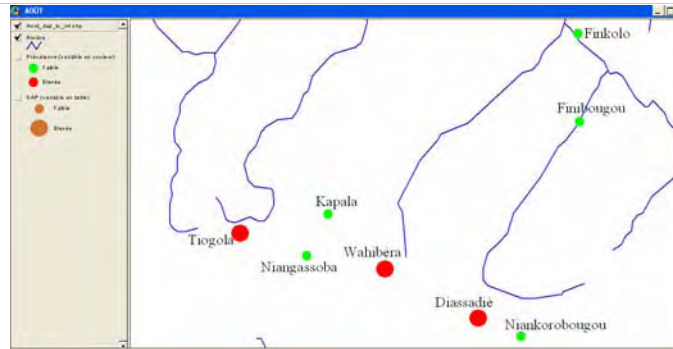


Figure 6 : DAP et Prévalence en saison pluvieuse (Août)

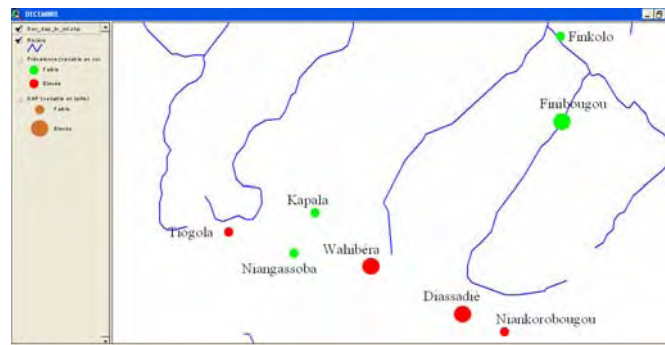


Figure 7 : DAP et Prévalence en saison sèche froide (Décembre)

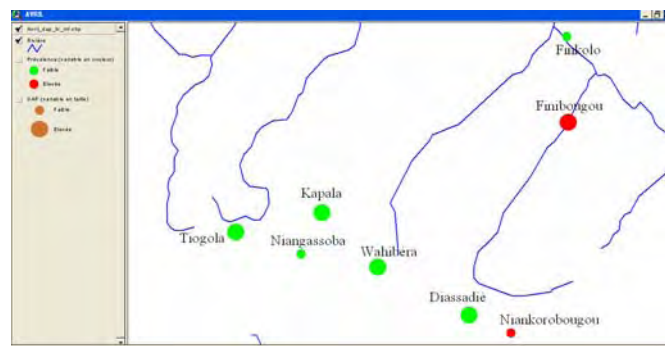


Figure 8 : DAP et Prévalence en saison sèche chaude (Avril)

Taux d'infection chez les bovins et DAP de glossines

- # Prévalence et DAP faibles
- # Prévalence élevée DAP et faible
- # Prévalence faible et DAP élevée
- # Prévalence et DAP élevées
- Rivière

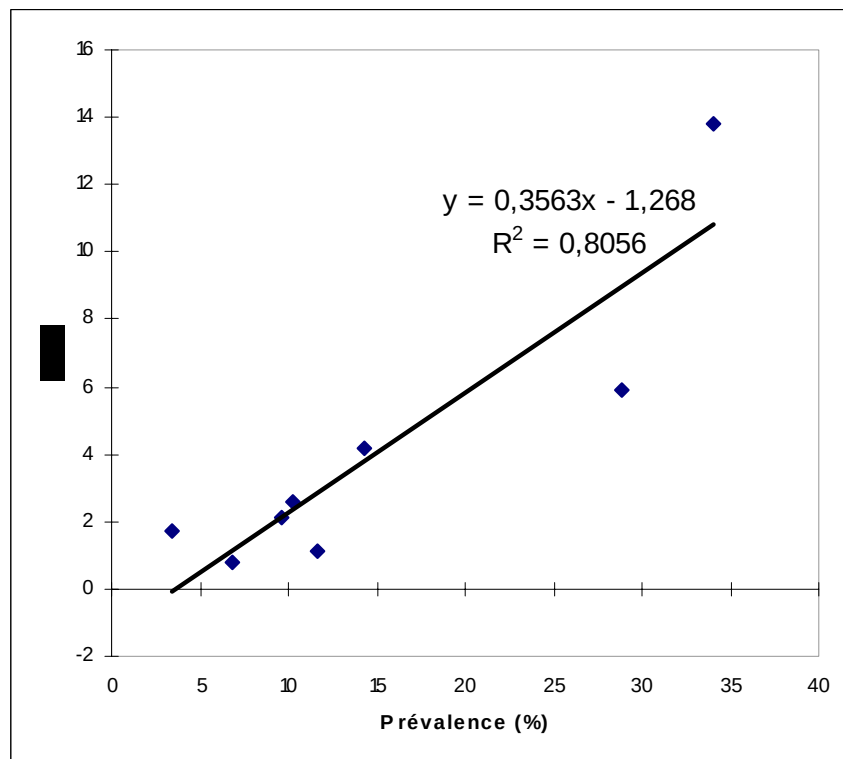


Fig. 9 : Courbe de corrélation entre la densité et la prévalence

sait que la *Glossina palpalis gambiensis* est plus exigeante du point de vue cours d'eau, préférant les milieux fermes et inondés en permanence, alors que la *Glossina tachinoides* s'accommode à des conditions plus arides et des milieux plus ouverts (De la Roque *et al* 1997)

Résistance à l'acéturate de diminazène.

Les résultats cumulés (sur les trois périodes d'enquêtes) de mise en évidence des échecs de traitement à l'acéturate de diminazène sont consignés dans le tableau IV. Seuls les animaux positifs, traités à J₀ et ayant fait l'objet de contrôle parasitologique au quatorzième jour post-traitement ont été pris en considération. Les taux de rechute varient entre 0 et 60 % dans le cas des traitements à la simple dose (3,5 mg/kg) contre 0 à 25% pour les infections traitées à la dose double (7 mg/kg). Etant donné que la résistance est la perte héritable de sensibilité d'une population de micro-organismes à un produit auquel il était préalablement sensible, si nous nous fixons 25% comme la valeur seuil du taux d'échec à partir de laquelle on pourra conclure à une chimiorésistance dans le cas du traitement à la dose simple, les sites de Diassadiè, Farako, Kapala, Niangassoba et Niankorobougou révèlent des suspicions de résistance au diminazène. Excepté le site de Kapala où des travaux antérieurs réalisés par Talaki *et al.* (2006), ont révélé la présence de résistance à l'isométnidium dans les villages de Diassadiè, Farako et Niankorobougou et à une suspicion de chimiorésistance à Niangassoba. Au vu de ces résultats, on suspecterait une résistance à la fois à l'isométnidium et à l'acéturate de diminazène dans les quatre derniers villages. Le traitement à une dose élevée (double dose) à l'acéturate de diminazène pourrait constituer une solution alternative, car en dehors du site de Diassadiè où il a été enregistré 3 rechutes sur les 12 infections traitées, le traitement s'est révélé efficace (tableau IV) dans les autres villages. Cependant, la technique de diagnostic parasitologique et le contrôle post-traitement effectué au quatorzième jour ont certainement sous estimé le taux d'échec de traitement à l'acéturate de diminazène dans la présente étude. En effet, le diagnostic parasitaire est effectué uniquement sur la base de recherche de trypanosomes vivants par la BCT ; or on sait très bien qu'une analyse complémentaire par la PCR pourrait indiquer des infections 2,5 fois supérieures à celles décelées par la BCT (Desquesnes *et al.*, 1999 ; Solano *et al.* 1999 ; Masiga *et al.*, 1992). Aussi, la brièveté du suivi qui est limité au quatorzième jour post-traitement n'a pas permis de prendre en considération les rechutes tardives.

Tableau IV : Echec de traitement à l'acéturate de diminazène

Villages	Dose simple (3,5 mg/kg)			Dose double (7 mg/kg)		
	Positifs traités à J ₀	Cas de rechute à J ₁₄	Taux de rechute (%)	Positifs traités à J ₀	Cas de rechute à J ₁₄	Taux de rechute (%)
Bamadougou	2	0	0	0	-	-
Diassadiè	14	5	35,71	12	3	25
Farako	9	3	33,33	8	1	12,5
Finibougou	5	0	0	9	1	11,11
Finkolo	8	2	25	7	0	0
Kafoéziéla	3	0	0	1	0	0
Kapala	5	3	60	10	1	10
Niangassoba	3	1	33,33	6	0	0
Nankoroboug ou	12	6	50	11	0	0
Tiogola	17	0	0	11	1	9,09
Wahibéra	14	1	7,14	9	0	0
Ensemble des villages	92	21	22,83	84	7	8,33

Conclusion

Les Trypanosomiasés animales africaines constituent encore une des contraintes majeures au développement de l'agriculture et de l'élevage dans la zone de Sikasso au Mali. La fluctuation annuelle de l'ampleur de ces Trypanosomiasés varie suivant les localités. La densité glossinienne considérée comme un des facteurs de risque de la maladie est fonction des périodes de l'année. Des échecs de traitement à l'acéturate de diminazène ont été révélés dans plusieurs localités de la zone et conduisent à une suspicion de la chimiorésistance.

References Bibliographiques

- Authie E., 1984. Mise en évidence d'une résistance aux trypanocides parmi les souches de *Trypanosoma congolense* récemment isolées au Burkina Faso. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., **37** (no. spécial): 219-235.
- Baldry D.A.T., 1970. Observations on the peridomestic breeding behaviour and resting sites of *Glossina tachinoides* West. near Nsukka, East Central State, Nigeria. Bull. Entomol. Res., **59**: 585-593.
- Challier A., 1980. Ecology and epidemiological importance of *Glossina palpalis* in the Ivory Coast forest zone. Insect Sci. Appl., **1**: 77-83.
- Clausen P-H., Sidibe I., Kabore I. et Bauer B., 1992. Development of multiple drug resistance of *Trypanosoma congolense* in Zebu cattle under high natural tsetse fly challenge in the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso, Acta Tropica, **51** : 229-236.
- De La Rocque S., 1997. Identification des facteurs discriminants majeurs de la présence des glossines dans une zone agro-pastorale du Burkina Faso. Intérêt pour la prévision du risque trypanosomien. Thèse de Doctorat en Biologie des Populations et Ecologie (Parasitologie), Université de Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc.

- De La Rocque S., Bengaly Z., Michel J.F. et *al.*, 1999. Importance des interfaces spatiales et temporelles entre les bovins et les glossines dans la transmission de la TRYPANOSOMIASE animale en Afrique de l'Ouest. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52** (3-4): 215-222.
- Desquesnes M., Michel J.F., De La Rocque S. et *al.*, 1999. Enquête parasitologique et sérologique (Elisa-indirect) sur les trypanosomes des bovins dans la zone de Sidéradougou, Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52** (3-4) : 223-232.
- Djiteye A., Moloo S.K., Foua Bi K. et *al.*, 1997. Variations saisonnières de la densité apparente et du taux d'infection par *Trypanosoma spp.* de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) en zone soudanienne au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** (2): 133-137.
- Eisler M.C., Ndung'u J.M., Murilla G.A. et *al.*, 2000. Area-wide appraisal of drug resistance in trypanosomes infecting cattle in East and Southern Africa. *ICPTV*, 2: 16-18.
- Geerts S. et Holmes P.H., 1998. Drug management and parasite resistance in bovine trypanosomiasis in Africa. PAAT Technical Sciences Series, N° 1 FAO, Rome, 31 p.
- Hendrickx G. et Napala A., 1999. Le contrôle de la TRYPANOSOMIASE «à la carte» : une approche intégrée basée sur un Système d'Information Géographique. Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, Classe des Sciences naturelles et médicales, Mémoire in-8°, Nouvelle Série, Tome 24, fasc. 4, Bruxelles.
- Itard I., 1981. Les TRYPANOSOMIASES animales africaines. In: Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Maisons-Alfort. France, IEMVT, 305-469.
- Jaeger W.K. et Malton P.J., 1990. Utilisation, profitability, and the adoption of animal draft power in West Africa. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 35-48.
- Kidanemariam A., Hadgu K. et Sahle M., 2002. Parasitological prevalence of bovine TRYPANOSOMIASEs in Kindo Koisha district, Wollaita zone, South Ethiopia. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **69** (2): 107-113.
- Kupper W. et Wolters m., 1983. Observations on drug resistance of *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* and *Trypanosoma (Duttonella) vivax* in cattle at a feedlot in the Northern Ivory Coast. *Tropenmed. Parasit.*, 34: 203-205.
- Kuzoe F.A.S., Baldry D.A.T., Van Der Vloedt A. et Cullens J.R., 1985. Observation of an apparent population extension of *Glossina tachinoides* Westw. in Southern Ivory Coast. *Insect Sci. appl.*, 6: 55-58.
- Laveissiere C., Couret D. et Hervouet J.P., 1986. Localisation et fréquence du contact homme/glossines en secteur forestier de Côte d'Ivoire. 1. Recherche de points épidémiologiques dangereux dans l'environnement végétal. *Cah. Orstom Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 24 : 21-35.
- Masiga D.K., Smyth A.J., Hayes P. et *al.*, 1992. Sensitive detection of trypanosomes in tsetse flies by DNA amplification. *Int. J. Parasitol.*, 22: 909-912.
- Mcdermott J.J., Sidibe I., Bauer B. et *al.*, 2000. Field studies on the development and impact of drug resistant animal trypanosomes in market-oriented production systems in the southern Guinean Zone of West Africa. *ICPTV*, 2: 18-21.
- Murray M., Murray P.K. Et Mc Intyre W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg.* , 71: 325-326.

- Pinder M. Et Authie E., 1984. The appearance of isometamidium resistant *Trypanosoma congolense* in west Africa. *Acta Tropica*, 41: 247-252.
- Shimelis Dagnachew, Sangwan A.K. et Getachew Abebe, 2005. Epidemiology of bovine TRYPANOSOMIASEs in the Abay (Blue Nile) basin areas of Northwest Ethiopia. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 58 (3): 151-157.
- Solano P., Michel J.F., Lefrancois T. et *al.*, 1999. Polymerase Chain Reaction as diagnosis tool for detecting trypanosomes in naturally infected cattle in Burkina Faso. *Vet. Parasitol.*, 86: 95-103.
- Talaki E., Sidibe I., Diall O. et *al.*, 2006. Répartition spatiale des TRYPANOSOMIASEs animales en relation avec la chimiorésistance dans la zone cotonnière de l'Afrique de l'Ouest (Mali et Guinée). *RASPA*, 4 (1-2): 45-50.
- Woo P.T.K., 1970. Haematocrit centrifugation technique for the diagnosis of African TRYPANOSOMIASEs. *Acta Tropica*, 27: 384-386.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Coopération Allemande qui a financé cette étude sous le projet ILRI/BMZ-2, projet coordonné par International Livestock Research Institute (ILRI) en partenariat avec plusieurs institutions dont le Centre International de Recherche Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES). Ils remercient également Dr Seyni H., Dr Dao B. B., Dr Adakal H., Dr bengaly Z., Dr Souley Kouato B. et Mme Soura T. pour les différentes remarques et suggestions apportées au manuscrit.

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

408

MODELLING THE PRODUCTIVITY OF TRYPANOCIDES IN VILLAGES UNDER THE RISK OF DRUG RESISTANCE IN WEST AFRICA: EVIDENCE OF THE INCENTIVES TO FARMERS TO CONTINUE USING MORE AND MORE DRUGS

MODELISATION DE LA PRODUCTIVITE DES TRYPANOCIDES DANS LES VILLAGES SOUS LE RISQUE DE LA CHIMIORESISTANCE EN AFRIQUE DE L'OUEST: PREUVE DE L'UTILISATION PERMANENTE DES TRYPANOCIDES PAR LES ELEVEURS

H. Affognon¹, T. Randolph¹, H. Waibel² and D. Grace¹

¹ International Livestock Research Institute (ILRI), Livestock & Human Health, Nairobi, Kenya

² Faculty of Economics and Management, University of Hanover, Hanover, Germany

Résumé

Les systèmes de production dans la zone cotonnière de l'Afrique de l'Ouest sont axés sur l'utilisation intensive des bœufs de labour, ce qui explique l'utilisation des zébus trypanosensibles qui ont pratiquement remplacé les animaux trypanotolérants. Ce remplacement a entraîné l'utilisation accrue des trypanocides qui, à son tour, a augmenté la chimiorésistance. Cette dynamique évolue le plus souvent vers un phénomène appelé le syndrome de la dépendance aux médicaments: l'utilisation de médicaments crée l'effet négatif de la chimiorésistance, qui réduit l'efficacité des médicaments avec pour conséquence des pertes de production. Paradoxalement, on assiste en même temps à une augmentation de la productivité des médicaments. L'objet de l'étude est de déterminer si l'utilisation des trypanocides est caractérisée par le syndrome de la dépendance. Un modèle de contrôle des dégâts a été utilisé pour l'analyse de la productivité des trypanocides et pour évaluer les pertes de production. Les résultats des valeurs du produit marginal de l'isométymidium dans toutes les conditions épidémiologiques et du diminazène en conditions de prévalence et de chimiorésistance élevées, révèlent une sous-utilisation des deux molécules. Par ailleurs, en situation de sous-utilisation des trypanocides, les avantages découlant de l'augmentation des trypanocides sont plus élevés que les pertes qui varient de 10% à 23% de la production bovine. Les gains économiques potentiels que les éleveurs pourraient réaliser en augmentant l'utilisation des trypanocides et la dépendance aux médicaments indiquent que les éleveurs vont continuer à utiliser de plus en plus de trypanocides à moins que les conditions épidémiologiques changent.

Mots-clés: Trypanosomiase, chimiorésistance, syndrome de la dépendance, productivité, Afrique de l'Ouest.

Summary

Farming systems in the cotton zone of West-Africa are more oriented towards intensive use of draught animals in crop production. This explains the increasing use of zebu cattle displacing the trypanotolerant breeds. The increasing introduction of trypanosusceptible zebu has increased the use of trypanocides which in turn increases drug resistance. This dynamic is creating a situation referred to as path dependency: drug use creates the negative externality of drug resistance, which reduces the efficacy of drugs in terms of reducing disease losses, but at the same time paradoxically increases the economic returns to drug use. The objective of this study is to determine whether path dependency characterizes the situation of trypanocide use in West Africa. It applies a damage control framework to assess the productivity effects of trypanocides use under different epidemiological conditions and to quantify avoided cattle production output losses. The results show that, the marginal value products (MVP) of isometamidium in all epidemiological conditions and the MVP of diminazene in conditions of high disease prevalence and high drug resistance, reveal a sub-optimal (under-use) of these two molecules. Moreover, at the current sub-optimal level of isometamidium use, investing in more drug use would be more than compensated by avoided production losses which represent 10% to 23% of output of cattle keeping. The potential economic gains farmers could realize increasing drug use and the path dependency syndrome suggest that farmers would resist any attempt to limit their drug use, and will continue to use increasing quantities unless epidemiological conditions change.

Key Words: Trypanosomosis, drug resistance, path dependency, productivity effects, West Africa.

Introduction

In the West African cotton zone, where the livestock production system is described as a cotton-maize-sorghum-livestock system (Fernandez-Rivera *et al.*, 2004), farming has become more oriented towards intensive use of draught animals. In certain francophone countries cotton production was promoted through the provision of inputs and animal traction that led to a dramatic growth of animal power technology. Between 1960 and 1999 these efforts resulted in quadrupled cotton yields, and the use of animal traction equipment rose from near zero to 50% of households in Burkina Faso and Côte d'Ivoire and to 90% in Mali (Follin and Deat, 1999). This successful innovation for cotton production has led to the introduction of susceptible Zebu cattle better suited than trypanotolerant cattle for animal traction (Grace, 2006). The introduction of more Zebu cattle in the zone has increased the risk of African Animal Trypanosomosis (AAT) (Hendrickx *et al.*, 1999; Leperre and Claxton, 1994). AAT is a vector-borne disease of domestic livestock and wildlife and strategies for its control in cattle farming include the control of the tsetse fly vector, keeping trypanotolerant cattle breeds and the use of prophylactic or curative trypanocidal drugs. The use of drugs remains the most commonly used strategy (McDermott and Coleman, 2001). Cattle farmers' high reliance on drugs for the control of the disease makes them very vulnerable however, to the emergence of drug resistance. The objective of this study is to determine whether the situation of trypanocide use in West Africa has evolved into a path dependency scenario. An econometric model is developed to assess the productivity effect and the avoided production losses related to drug use. The paper is organized as follows: the next section

describes the conceptual framework and the methodology used in the study. The results are presented in the third part, and the paper ends by a concluding discussion.

Conceptual framework and methodology

The concept of path dependency

There are a number of specific mechanisms that, in the context of certain conditions, can produce path dependency. However, little is known about the relative importance and prevalence of these potential mechanisms (Martin and Sunley, 2006). A process of economic allocation is path dependent when the history of the process has lasting effects on subsequent allocation. In its loosest sense, path dependency means that current and future states, actions or decisions depend upon the path of previous states, actions or decisions, suggesting that past events and choices can influence and in some cases determine the outcomes of economic processes (David, 1985; Page, 2005). According to Page (2005) the concept of path dependency is very general in scope, referring to the tendency for a particular technology to become locked into a trajectory, even though alternative and possibly more efficient technologies are available. It also refers to the development of phenomena driven by a process of increasing returns in which various externalities and learning mechanisms operate to produce positive feedback effects, thereby reinforcing existing development paths. A third view of path dependency is the tendency for formal and informal institutions, social arrangements and cultural forms to be self-reproducing over time, in part through the very systems of socio-economic action they engender and serve to support and stabilize. Two important studies of historical events leading to path dependency have now been carried out: the first on the QWERTY typewriter keyboard (David, 1985); and the second on alternating current (David and Bunn, 1987). In both cases increasing returns arise mainly from externalities. As mentioned by Arthur (1989), a promising empirical case that may reflect lock-in through learning is the nuclear-reactor technology competition. The US nuclear industry is dominated by light-water reactors, originally adapted from a highly compact unit designed to propel the first nuclear submarine launched in 1954. A series of circumstances – among them political expediency, the Euratom programme, and the behaviour of key personalities – acted to favour development of light water rather than other reactor types (Bupp and Darian, 1978).

In the context of West African cotton production history, the dramatic growth of animal power technology, the choice of cattle breed, the use of trypanocidal drugs, and the development of drug resistance represent factors that may lead to path dependency of drug use. Cattle farmers have a choice among alternative technologies namely vector control, use of trypanotolerant cattle and drug usage. However, as such technologies compete, random events in the adoption process or development pathway tilted competition in favor of one technology against all the others (Arthur, 1989). The choice of cattle breed and the regular treatment of susceptible Zebus using drugs create the negative externality of drug resistance, which compromises the efficacy of drugs in terms of reducing disease losses but at the same time the growth of animal power technology in the farming systems increases the value of cattle keeping output that may outweigh the impact of drug resistance. In this study we hypothesized that the increasing returns to drug use when resistance increases and the high value of the avoided disease losses compared to the extra expenses on trypanocides encourage farmer to continue using more trypanocidal drugs leading to the syndrome of path dependency. To test the hypothesis, we estimated the productivity effect of trypanocides and computed the value of the

avoided disease losses at the economically optimum use of trypanocide using a damage control framework.

Damage control framework

In this study we applied the damage control framework (Lichtenberg and Zilberman, 1986) to assess the productivity effects of trypanocides use under different epidemiological conditions and to quantify avoided cattle production output losses. The damage control framework assumes that the actual output of cattle keeping is considered as a combination of the attainable output and losses that are caused by AAT. The framework also assumes that inputs in livestock production are divided into two types: yield enhancing and damage reducing inputs. Based on the separability of the input vector and the sub-function of damage control inputs, the actual livestock output Q can be expressed as a function of the potentially attainable output and a damage control function:

$Q = F(Z) * [G(X)]$ (1) where the attainable output $F(Z)$ is a function of direct inputs Z , and the term $G(X)$ is the damage control function.

We assume a Cobb-Douglas production function with an integrated damage control function. Different functional forms that meet the criteria of a damage control function can be assumed, however, given that the most appropriate function still remains unknown (Fox and Weersink, 1995; Lichtenberg and Zilberman, 1986), we used the exponential damage control function. The exponential function was chosen because of its computational tractability and ease of interpretation. We also estimated the logistic damage control function and found that the exponential best fits the data using the Akaike's Information Criterion (Burnham and Anderson, 2002; Carrasco-Tauber and Moffit, 1992). Many sources of damage can be included in the production function integrating a damage control function. In this study, we included in the model two sources of damage, trypanosomosis which is controlled by the use of trypanocides and other diseases which are controlled by the use of other veterinary inputs. In the study area no significant interaction between trypanosomosis and other common diseases has been shown (Grace, 2006), therefore we assumed that the two sources of damage are independent, and the damage control function can be written in equation (1) as follows:

$$\ln Q_h = \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k \ln(Z_{kh}) + \sum \beta_m D_m + \ln[(1 - \exp(-\beta_d X_{dh} - \beta_m D_m)) * (1 - \exp(-\beta_v X_{vh}))] \quad (2)$$

The notations used in equation (2) are defined as follows:

$\beta_0 = \ln(a)$, where $\ln$ is the natural logarithm,

h = the h th household ($h = 1, \dots, 206$),

β = vector of parameters to be estimated,

Z_k = vector of production inputs,

D_m = vector of dummy variables,

X_d and X_v = vector of damage control inputs. X_d is a vector of damage control inputs related to trypanosomosis, X_v is the aggregate of other veterinary inputs.

Methodology of data collection and variables

Herds were selected for monitoring from eighteen villages for which levels of trypanosomosis disease prevalence and trypanocidal drug resistance were known (6 in Burkina Faso and 12 in Mali). The six villages of Burkina Faso were from an earlier trypanocidal drugs resistance study in which 25 villages had been randomly selected from the sampling frame of 73 villages in southwest Burkina Faso (McDermott *et al.* 2003). The six villages with highest prevalence participated in the present study. In Mali, 25 villages were also randomly selected from a sampling frame of 100 villages. Of these,

five with high prevalence were selected along with eight which were adjacent to these high prevalence villages. A total of 206 herds, representing 206 cattle farmers keeping a total of 3565 animals (696 in Burkina Faso and 2869 in Mali) were monitored from June 2003 to May 2004. Apart from blood sampling and month-to-month recording of veterinary inputs and events in the herds, all management decisions were made by the owners of the herd, without external interference. Additional price data were collected in local markets and abattoirs, and through focus group discussions.

To measure productivity of cattle production systems using the production function approach, it is necessary to identify an appropriate indicator that describes the different outputs of the system. Under the conditions of small-scale cattle producers in West Africa there are six types of outputs considered in the valuation of cattle production. These can be divided into direct outputs of milk, meat, draught power, manure, and indirect outputs including financing and insurance benefits of keeping cattle (Moll, 2005). In order to find a common measure for production inputs and cattle outputs, it is necessary that these be measured using a common unit. A variety of indices have been used in livestock productivity studies. The difference in indices is due to differences in the purpose of the analysis. The majority of indices have specified output (often confined to meat and/or milk) in terms of value, mass or energy (James and Carles, 1996). In the production function framework, many productivity studies use models in which the dependent variable (output) and some of the input variables are expressed in monetary terms. The same approach is followed in this study because it allows a direct interpretation of the marginal productivity estimates of the various inputs as marginal returns to a unit of input.

Dependent variable

Output (Q) converted to its logarithmic form is the dependent variable representing the economic value of the aggregate output of cattle production. The output is composed of liveweight gain, milk, manure, draught animal power, insurance and financial benefits expressed in monetary value [in €] per Tropical Livestock Unit (TLU) and year. Draught power and manure represent 63% to 78% of output at herd level, with draught power alone accounting for 57% to 74% of the value of production (Affognon, 2007). The cattle keeping valuation showed that the insurance and financing benefits of keeping cattle range from 12% to 20% of output. This substantial contribution to output may explain why farmers keep unproductive animals in their herd for insurance or financing motives, thereby reducing the biological performance of the herd. Liveweight gain accounts only for 7% to 14% of total output. The value of the amount of milk extracted for sale and home consumption is low and accounts only for 1% to 4% of the output (Affognon, 2007).

Explanatory variables

Preventive trypanocide (ISMM) (X_1) is the total annual expenditure [in €]³ per TLU for preventive trypanocides used in each herd during the monitoring period (12 months).

Curative trypanocide (DIM) (X_2) is the total annual expenditure [in €] per TLU for curative trypanocides used in each herd during the monitoring period.

Interaction between preventive trypanocide and curative trypanocide (X_1X_2): it is assumed that the two types of trypanocide may have a synergistic effect as their modes of action are different. The possibilities of trypanocidal drug synergy have been examined by Williamson *et al.* (1982). The assumption is that, although their modes of action are not similar, they are not independent; the effect of one may be influenced by the level of the other. When ISMM use is high, one additional unit of DIM will only have a small impact, but when ISMM use is low, one additional unit of DIM will have a larger impact on productivity.

Other veterinary inputs (X_3) are annual collective expenditure [in €] on antibiotics, antihelmintics (treatment against parasitic worms), vaccines, insecticides and acaricides (treatment against ticks) per TLU per household. Apart from trypanocides to control trypanosomosis, the use of other veterinary inputs may help to control other diseases, with a positive impact on cattle production output.

Salt and feed (Z_1) represents annual expenditures [in €] for salt and feed purchased per TLU per household during the monitoring period. Trypanosomosis is frequently associated with under-nutrition reducing thus draught work output, milk yield and reproductive capacity (Holmes *et al.*, 2000). Mineral supplementation of grazing livestock is essential for maximizing production. Salt intakes improve livestock growth rate, feed utilisation efficiency and milk yield, leading to a positive effect on livestock output.

Herd size (Z_2) is the total TLU managed by a farmer. The stock of animals expressed in total TLU is a proxy for the stock of capital in cattle production. Evidence from Kenya has shown that wealthier households with larger herds milk their animals less intensively and extract less output from them than average and poor households (ILRI, 1995). In the smallholder livestock production system in the study area, the herd size might have an influence on output and therefore is considered as a variable in the production function.

Interaction between salt and feed purchased and herd size (Z_1Z_2): When the herd size is small, the feed and salt purchased might have different effects on production. In the study area, small herds have a high proportion of working animals (oxen); these are more productive and have higher nutritional needs than other animals. Supplementation may be on a regular basis in a small herd compared to large herd, with a more positive effect on production.

Disease prevalence (D_1) is a dummy variable representing villages that exhibited average prevalence above 10% during the monitoring period. Ten percent prevalence of trypanosomal infection is considered high in the study area (McDermott *et al.* 2003).

Drug resistance (D_2) is a dummy variable representing villages with high treatment failure derived from experimental field-tests for isometamidium resistance and measured as maximum risk reduction superior or equal to 75%. No village has exhibited

³ 1 [€] = 655.9 FCFA (FCFA = The currency of the French-speaking African Economic Community)

evidence for resistance to diminazene using the threshold of the maximum risk reduction superior or equal to 75%. Hence, for the economic analysis of trypanocide use in this paper, trypanocidal drug resistance refers only to resistance to isometamidium.

Country (D_3) is a dummy for the country, being 1 when cattle farmers are from Burkina Faso and 0 otherwise. The country dummy represents all of the unmeasured factors associated with the policy environment and access to services that may affect farmers' knowledge and management practices. The farming system in Burkina Faso is more intensive with greater integration in the market economy (Toulmin and Guèye, 2003). It is expected that cattle farmers in Burkina Faso will perform better. **Experience** (D_4): the most common specification error in studies of production relations involves the omission of a variable related to management. Generally, the reason for omitting management is the lack of a metric for its direct measurement or as a proxy (Mundlak, 1961). It is assumed that the number of years the farmer has been keeping cattle will reflect experience and managerial ability in livestock production. Most cattle farmers acquired their knowledge of production through experience and may have become more efficient through trial and error. The number of years the farmer has been keeping cattle as a proxy for livestock keeping experience and management was included in the model as a dummy variable taking the value of 1 if the cattle farmer has been keeping cattle for over 15 years (the average for the whole sample) and 0 otherwise.

Natural conditions such as climate and rainfall can be regarded as homogenous for the whole study area and are not included in the production function models. Also, labour for herding is not included in the model. Almost all livestock keepers use children as herdsmen and in a few cases adults may be used. However, it was difficult to collect data on the herding time and labour inputs. It is assumed that the quasi uniform use of children as herdsmen will not influence the outcomes of the model. Due to the difficulties in allocating the production of grazing cattle to a particular area of land, only the value of purchased feed is introduced in the models. Table 1 gives the mean values and standard deviations of variables used in the model.

Table 1: Descriptive statistics of the variables included in the model

Variable	Minimum	Maximum	Mean	S.D	Unit
Output	45.30	430.68	118.02	67.69	€ per TLU
Salt and feed	0.00	12.61	2.02	2.29	€ per TLU
Experience	1.00	50.00	15.03	10.65	Years
Herd size	1.00	63.00	11.63	12.09	TLU
Other veterinary inputs	0.00	13.14	2.05	1.78	€ per TLU
Isometamidium (ISMM)	0.00	3.98	0.62	0.83	€ per TLU
Diminazene (DIM)	0.00	6.45	1.58	1.12	€ per TLU
Disease prevalence	0	1	0.56	0.50	Dummy
Drug resistance	0	1	0.504	0.50	Dummy
Country	0	1	0.30	0.46	Dummy

Source: Own survey

Estimation procedure

In estimating production functions, inputs are generally treated as exogenous. This may cause a simultaneity problem and correlation between inputs and the error term may render the estimates inconsistent (Wooldridge, 2003). Although the problem applies to all inputs, it is especially important for trypanocides as they are used in response to trypanosomosis threat, compared to pesticides as damage control inputs in crop

protection, since they are often applied sequentially, in response to production shocks in the form of pest attacks (Shankar and Thirtle, 2005; Huang *et al.*, 2002). If the disease prevalence is not incorporated in the model, which is not the case in this paper, high levels of disease prevalence may be correlated with lower outputs and it is possible that the covariance of trypanocides and the residuals of the cattle output function is non-zero, a condition that would bias parameter estimates of the impact of trypanocides on output. Although the disease prevalence is incorporated in the model, the potentially omitted variables and correlations may lead to the endogeneity problem. We then performed a test for endogeneity of trypanocides that shows whether 2SLS is necessary (Wooldridge, 2003). The Wu-Hausman F-test and the Durbin-Wu-Hausman Chi-square test both suggest that there is no evidence for trypanocide endogeneity and the null hypothesis that trypanocide use is exogenous was accepted. The production function with an integrated damage control function (equation 2) was then estimated using non-linear PROC MODEL in SAS. A sample estimation of the correlation between the explanatory variables in the model shows significant correlation between some of the variables. However, the Variance Inflation Factors (VIFs), which attain a maximum value of 8.97 for the variable representing the interaction between herd size and salt and feed (Z_1Z_2), indicates there are no important collinearity problems. There are no formal criteria for determining the magnitude of VIFs that causes poorly estimated coefficients. Values exceeding 10 may be cause for concern (Myers, 1990). Using the Breusch-Pagan test (Breusch and Pagan, 1979), the model was tested for heteroskedasticity and correction was made using the non-linear Generalised Methods of Moments (GMM) procedure (Greene, 2003).

Results

Results of parameter estimates are presented in Table 2. The models have a relatively high explanatory power with an adjusted R-squared of 0.639. The signs of the estimated coefficients are as expected, except the negative sign of the interaction term between isometamidium and diminazene.

Table 2: Results of the estimated model

Variables	Production function (Equation 4)		
	Coefficient	Standard errors.	t-value
Intercept	5.428	0.159	34.20***
Salt and feed	0.375	0.103	3.64***
Experience	0.084	0.050	1.70*
Herd size	-0.305	0.052	-5.92***
Interaction (Herd size*Salt and feed)	-0.187	0.049	-3.81***
Country	0.174	0.055	3.19***
Damage control function			
Disease prevalence	-0.512	0.276	-1.86*
Drug (ISMM) resistance	-0.455	0.232	-1.97*
Other veterinary inputs	1.939	0.668	2.90***
Isometamidium (ISMM)	1.377	0.474	2.91***
Diminazene (DIM)	0.456	0.134	3.40***
Interaction (ISMM*DIM)	-0.260	0.105	-2.49**
N = 206			
F = 34.05***			

Adjusted R² = 0.639

* Significant at the 10% level, ** Significant at the 5% level, *** Significant at the 1% level Source: own survey

Marginal productivity of trypanocides

The aggregate cattle production output and production inputs are expressed in terms of monetary value, thus the estimated coefficients can be used to directly compute their marginal value products (MVP) of trypanocides using the following equation (Affognon, 2007):

$$\frac{\partial Q}{\partial X_1} = \frac{Q * (\beta_1 + \beta_3 X_2) \exp(-\beta_1 X_1 - \beta_2 X_2 - \beta_3 X_1 X_2 - \beta_4 D_1 - \beta_5 D_2)}{1 - \exp(-\beta_1 X_1 - \beta_2 X_2 - \beta_3 X_1 X_2 - \beta_4 D_1 - \beta_5 D_2)} \quad (3)$$

Where X and D are values of variables as defined above and β vector of parameters estimated. Based on the prevalence of the trypanosomosis disease and the severity of trypanocidal drug (isometamidium) resistance, the marginal value products were computed for four different epidemiological conditions: (i) low-prevalence-low-resistance, (ii) low-prevalence-high-resistance, (iii) high-prevalence-low-resistance, and (iv) high-prevalence-high-resistance. Table 3 presents the estimated marginal productivity of trypanocides. The marginal value product of isometamidium and diminazene increases when disease is common and drug resistance high. The high marginal value products greater than one of isometamidium in all epidemiological conditions and the marginal value product superior to one exhibited for diminazene in high-prevalence-high-resistance conditions suggest that cattle farmers in the study zone under use trypanocidal drugs in those conditions. This confirms results of other epidemiology studies comparing drug use to trypanosomosis prevalence, that also suggest current usage of trypanocide in the study zone is inappropriately low (Grace, 2006). In a strict economic interpretation, this implies that cattle farmers could increase the profitability of cattle farming if they increase trypanocide input beyond current levels.

Table 3: Estimated marginal value product of trypanocides [in €]

Epidemiological conditions	Isometamidium	Diminazene
Low-prevalence-low-resistance	8.60	0.40
Low-prevalence-high-resistance	12.5	0.60
High-prevalence-low-resistance	14.30	0.70
High-prevalence-high-resistance	22.50	1.10

Note: Computed from production function coefficients in Table 2; Source: own survey

Cattle production output loss

Using the production function estimates, the damage controlled at current trypanocide levels is computed for different epidemiological conditions, incorporating the estimated coefficients (Table 2) and the average values of trypanocides. The resulting factor $G(X_d)$ represents the proportion of the attainable output realised due to the current use of trypanocides (X_d). The value of $G(X_d)$ is defined on the $[0, 1]$ interval; for example a value of 0.95 means that 95% of the attainable output is realised and the attainable output is reduced by 5%. The 5% is the actual output loss that cannot be controlled by the trypanocidal drugs used. Table 4 presents the proportion $G(X_d)$ of the attainable output realised and the output loss at the average use of all inputs. The proportion of the attainable output realised is much higher when disease prevalence and

resistance are both low, indicating a low level of the actual output loss in those epidemiological conditions.

Table 4: Damage controlled by trypanocidal drugs at current use level $G(X_d)$ and actual output loss in different epidemiological conditions

Epidemiological conditions	Value of damage control function $G(X_d)$	Actual output loss [%]
Low-prevalence-low-resistance	0.9025	9.75
Low-prevalence-high-resistance	0.8463	15.37
High-prevalence-low-resistance	0.8373	16.27
High-prevalence-high-resistance	0.7435	25.65

Note: Values are computed from the coefficients of the production function integrating the damage control function in Table 2, Source: Own survey

Optimal use of isometamidium and related output loss

The actual level of isometamidium use is not optimal because the marginal value product of the drug is more than unity in all epidemiological conditions (see Table 3). As the variables are measured in monetary units, the marginal value product represents the increase in output realised from the application of an additional €1.00 of a given input. The economically optimum level of isometamidium use at mean value of all other inputs can then be derived using Figure 1. The intersection of the marginal value product curves with the horizontal line crossing the Y-axis (marginal value product axis) at one gives the economically optimal use of isometamidium in different epidemiological conditions. The optimal use of isometamidium ranges from €4.50 to €5.70 per TLU and year depending on the epidemiological conditions (Table 5). These values are far higher than the current use level (€0.32 to €0.92 per TLU and year). Results confirm the substantial under-use of isometamidium in the study area. At the economically optimum level of isometamidium use, the projected output loss compared to the current output loss is very low in all epidemiological conditions ranging only from 1.3% to 1.5% of the output. Table 6 shows that the difference between the actual use and the optimum use of isometamidium is outweighed by the potential economic gains farmers could realize increasing drug use.

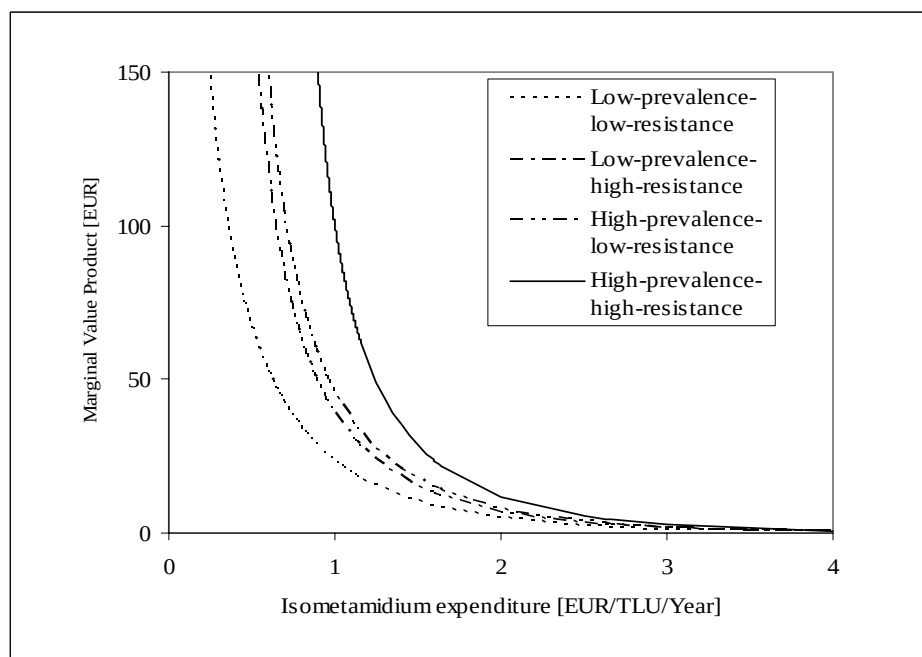


Fig.1: Marginal value product of isometamidium in different epidemiological conditions,
Source: Own survey

Table 5: Economically optimal use of isometamidium in different epidemiological conditions

Epidemiological conditions	Optimal use of isometamidium [€ TLU ⁻¹ Year ⁻¹]
Low-prevalence-low-resistance	4.60
High-prevalence-low-resistance	5.20
Low-prevalence-high-resistance	5.00
High-prevalence-high-resistance	5.70

Note: Values are computed from the coefficients of the production function analysis in Table 2

Source: Own survey

Table 6: ISMM use, output and output losses in different epidemiological conditions

Epidemiological conditions	ISMM use, output and output losses [in €] per TLU and Year							
	Actual ISMM use	Optimal ISMM use	Difference in ISMM use ^a	Actual output	Optimal output	Actual loss ^b	Optimal loss ^c	Economic Gains ^d
Low-prevalence-low-resistance	0.92	4.60	3.68	112.30	122.90	11.00	1.50	9.50
High-prevalence-low-resistance	0.32	5.20	4.42	104.20	122.80	17.00	1.60	15.40

Low-prevalence-high-resistance	0.58	5.00	4.88	97.30	122.70	15.00	1.80	13.20
High-prevalence-high-resistance	0.70	5.70	5.00	92.50	122.60	23.70	1.90	21.80

Note: Values of output and output losses are computed from the coefficients of the production function in Table 2

^a The difference is the optimal use of ISMM minus the actual use

^b The actual output loss is the output loss at the current trypanocides use

^c Output loss at optimum level of isometamidium use

^d The economic gains are actual loss minus optimum loss

Concluding discussion

The syndrome of path dependency suggests that past events and choices influence and in some cases determine the outcomes of current and future economic processes. It is mainly driven by a process of increasing returns in which various externalities and learning mechanisms operate to produce positive feedback effects, thereby reinforcing existing development paths. The successful history of the innovation of cotton production in West Africa which led to the growth of animal power technology in the region has shown that trypanotolerant cattle are less preferred by cattle farmers and when Zebu cattle which are trypanosusceptible can be raised they displace the trypanotolerant breeds (Grace, 2006). In order to keep draft animals productive, cattle farmers increase the use of trypanocides which is the main technology used for trypanosomosis control at farm level. The cotton production innovation created favourable conditions for susceptible Zebu cattle to replace trypanotolerant cattle leading to more drug usage and the increasing negative externality of drug resistance. The introduction of susceptible Zebu has increased the risk of trypanosomosis and drug resistance but at the same time the growth of animal power technology contributes substantially to total cattle output (Affognon, 2007). The results of marginal value products generated for isometamidium in different epidemiological conditions and the marginal value product for diminazene in high-prevalence-high-resistance conditions suggest that economically, cattle farmers substantially under-use trypanocides and they could increase the profitability of cattle keeping in those conditions if they increase trypanocide inputs beyond their current levels. This confirms results of other studies comparing drug use to trypanosomosis prevalence, that also suggest current usage of trypanocides in the study zone is inappropriately low (Grace, 2006). The optimum use of isometamidium and its corresponding very low output loss and the potential economic gains farmers could realize increasing drug use support the path dependency syndrome and suggest that farmers would resist any attempt to limit their drug usage, and will likely continue to use increasing quantities unless epidemiological conditions change.

References

Affognon, H. D. (2007): Economic analysis of trypanocide use in villages under risk of drug resistance in West Africa. PhD Diss. Leibniz University of Hannover, Hannover, Germany.

- Arthur, W. B. (1989): Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *The Economic Journal*, Vol. 99, No. 394 (Mar., 1989), pp. 116-131.
- Breusch, T. S. and A. R. Pagan (1979): A simple test for heteroskedasticity and random coefficient variation. *Econometrica*, 47(5): 1287-1294.
- Bupp, I. and J. Derian (1978): *Light water: How the nuclear dream dissolved*. New York: Basic Books, 241 pp.
- Burnham, K. P. and D. R. Anderson (2002): *Model selection and multimodel inference: a practical information theoretic approach*, 2nd edition. Springer-Verlag, New York.
- Carrasco-Tauber, C., and L. J. Moffit (1992): Damage control econometrics: Functional specification and pesticide productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, 74: 158-162
- David, P. and J. Bunn (1987): *The economics of gateway technologies and network evolution lessons from electricity supply history*. Centre for Economic Policy Research, Paper 119, Stanford.
- David, P. A. (1985): Clio and the Economics of QWERTY. *Economic History*, 75: 332–337.
- Fernandez-Rivera, S., I. Okike, V. Manyong, T. O. Williams, R. L. Kruska, and S. A. Tarawali (2004): Classification and description of the major farming systems incorporating ruminant livestock in West Africa. In: Williams P. O., Tarawali, S. A., Hiernaux P., Fernandez.Rivera, S (eds), 2004: *Sustainable crop-livestock production for improved livelihoods and natural resource management in West Africa*. Proceedings of an international conference held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 19–22 November 2001. ILRI, Nairobi, Kenya and CTA, Wageningen, The Netherlands. 528 + 12 pp.
- Follin, J. and M. Deat, (1999): Le rôle des facteurs techniques dans l'accroissement des rendements en culture cotonnière. *Coton et Développement Hors Series* (Septembre 1999):14-23.
- Fox, G. and A. Weersink (1995): Damage control and increasing returns. *American Journal of Agricultural Economics*, 77: 33-39.
- Grace, D. (2006): *Epidemiology and control of cattle trypanosomosis in villages under risk of trypanocide resistance in West Africa*. PhD thesis, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany.
- Greene, H. W. (2003): *Econometrics analysis*. 5th edition. Pearson Education, Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey, USA. pp 1026.
- Hendrickx, G., A. Napala, B. Dao, K. Batawui, P. Bastiaensen, R. De Deken, A. Vermeilen, J. Vercruyse and J. H.

- W. Slingenbergh (1999): The area-wide epidemiology of bovine trypanosomosis and its impact on mixed farming in sub-humid West Africa: a case study in Togo. *Veterinary Parasitology*, 84: 13-31.
- Holmes, P. H., E. Katunguka-Rawakishaya, J. J. Bennison, G. J. Wassink and J. J. Parkins (2000): Impact of nutrition on the pathophysiology of bovine trypanosomosis. *Parasitology*, 120: 73-85.
- Huang, J., R. Hu, S. Rozelle, F. Qiao and C. E. Pray (2002): Transgenic varieties and productivity of smallholder cotton farmers in China. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 46 (3): 367-387.
- ILRI (1995): Livestock policy analysis. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya.
- James A. D. and Carles A. B. (1996): Measuring the Productivity of Grazing and Foraging Livestock. *Agricultural Systems*, Vol. 52, Nos 2/3: 271-291.
- Leperre, P. and J. R. Claxton (1994): Comparative study of trypanosomosis in Zebu and N'dama cattle in the Gambia. *Tropical Animal Health and Production*, 26 (3): 139-145.
- Lichtenberg, E. and D. Zilberman (1986): The econometrics of damage control: Why Specification Matters. *American Journal of Agricultural Economics*, 68, 261-273.
- Martin, R., and P. Sunley (2006): Path dependence and regional economic evolution. *Journal of Economic Geography*, 6: 395-437.
- McDermott, J., T. Woitag, I. Sidibé, B. Bauer, B. Diarra, D. Ouédraogo, M. Kamuanga, A. Peregrine, M. Eisler, K-H. Zessin, D. Mehlitz and P-H. Clausen (2003): Field studies of drug-resistance cattle trypanosomes in Kénédougou Province, Burkina Faso. *Acta Tropica*, 86: 93-103.
- McDermott, J. J. and P. G., Coleman (2001): Comparing apples and oranges- model-based assessment of different tsetse-transmitted trypanosomosis control strategies. *International Journal for Parasitology*, 31: 603-609.
- Meyers, R. H. (1990): Classical and modern regression with application, 2nd edition. Boston: PWS-KENT, pp 488
- Moll, H.A.J (2005): Costs and benefits of livestock systems and the role of non-market relationships. *Agricultural Economics*. Vol. 32 Issue 2: 181- 193.
- Mundlak, Y. (1961): Empirical production function free of management bias. *Journal of Farm Economics*, 43(1): 44-56.
- Page, E. S. (2005): An essay on the existence and causes of path dependence. University of Michigan, USA. Pp 37.

- Shankar, B. and C. Thirtle (2005): Pesticides productivity and transgenic cotton technology: The South African smallholder case. *Journal of Agricultural Economics*. Vol. 56, No 1: 97-116.
- Toulmin, C. and B. Guèye (2003): Transformations in West African agriculture and the role of family farms. International Institute for Environment and Development (iied). Issue paper No. 123.
- WHO (1987): The rational use of drugs. Report of the conference of experts, Nairobi, 25-29 November 1985. World Health Organisation, Geneva, Switzerland.
- Williamson, J. J. C. March, and T. J. Scott-Finnigan (1982): Drugs synergy in experimental African trypanosomosis. *Tropenmed Parasitol*, 33 (2): 76-82.
- Wooldridge, J. M. (2003): *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Second edition South-Western College Publishing, 863 pp.

(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANÇAIS

411

SERO-PREVALENCE OF NON-TSETSE TRANSMITTED *TRYPANOSOMA EVANSI* INFECTIONS IN PREWEANED CAMEL CALVES IN PASTORAL HERDS IN NORTHERN KENYA.

SEROPREVALENCE DES INFECTIONS A *T. EVANSI* NON TRANSMISES PAR LES TSETSE CHEZ LES CHAMELONS PRE-SEVRES DES TROUPEAUX PASTORAUX AU NORD DU KENYA

Njanja J C*, Gathuma J M, Gitau G K, Njeruh F M, Ngugi R K

* Corresponding author's address: KARI-NALRC, Marsabit, P O Box 147-60500, Marsabit. Email-karimar@africaonline.co.ke/njanjachomba@yahoo.com

Résumé

Dans le cadre de l'amélioration de la santé des chameaux des troupeaux pastoraux au Nord du Kenya, une étude épidémiologique participative de la séroprévalence des infections à *T. evansi* non transmises par les tsé-tsé chez les chameaux pré-sevrés a été menée chez 287 chameaux répartis dans 60 ménages. L'étude a observé l'état clinique des chameaux, déterminé les taux de l'hématocrite et évalué les niveaux de séroprévalence ponctuelle de tests d'agglutination directe d'anticorps, à l'aide du kit® CATT/*T. evansi*. On a également déterminé les principaux facteurs liés à l'infection. Les résultats étaient associés aux techniques de diagnostic pastoral pour dégager un consensus et faire prendre conscience. Le niveau global de séroprévalence ponctuelle était de 14,3 % et n'était pas très lié au sexe, aux zones agro-écologiques, aux sous-lieux ou au traitement précédent ($p > 0,05$). En dépit de l'homogénéité de l'environnement et de la gestion pastorale, les niveaux de séroprévalence ponctuelle ont varié d'un sous-lieu à un autre, et les plus élevés étaient de 23,4 % à Ilaut et les plus bas de 9,1% à Loglogo respectivement. Aucun état clinique d'infection n'a été observé chez les chameaux séropositifs, ce qui confirmait l'impression des pasteurs selon laquelle la maladie n'était pas présente dans la zone. Le taux moyen global d'hématocrite des chameaux sains était de 21,1 %, et n'était pas très différent de celui des chameaux séropositifs (19,8 %) ($P < 0,05$). L'étude a conclu qu'en dépit de l'état endémique des infections à *T. evansi* dans les troupeaux pastoraux au Nord du Kenya, le traitement prophylactique n'est pas recommandé chez les chameaux, un phénomène qui est acceptable lorsque l'on maîtrise le diagnostic pastoral.

Summary

As part of improvement of camel health in pastoral herds in northern Kenya a participatory epidemiological study on sero-prevalence of non-tsetse transmitted *T.evansi* infections in preweaned camel calves was carried out in 287 camel calves in 60 households. The clinical status of camel calves were observed, packed cell volumes (PCVs) determined and point sero-prevalence levels evaluated from direct antibody agglutination tests using the CATT/ *T.evansi* kit . Major factors associated with the infections were also determined. The findings were related to the pastoral diagnostic skills to build a consensus and awareness. The overall point sero-prevalence level was 14.3% and was not significantly related to sex, agro-ecological zones (AEZ), sublocations or previous treatment ($p \leq 0.05$). Despite the homogeneity in environment and pastoral management the point sero-prevalence levels varied within the sublocations with the highest as 23.4% and the lowest as 9.1% in Ilaut and Loglogo respectively. No clinical status of infections was observed in the sero-positive camel calves in agreement with the pastoral perceptions that the disease was not present. The overall mean PCV of the healthy camel calves was 21.1% and was not significantly different from that of sero-positive ones (19.8%) ($p < 0.05$). It is concluded that despite the endemic status of *T.evansi* infections in pastoral herds in northern Kenya, prophylactic treatment is not recommended in camel calves a phenomenon acceptable with pastoral diagnostic knowledge.

Introduction

Trypanosoma evansi the parasite that causes camel trypanosomosis, is wide spread throughout the world. The disease also known as “surra” is transmitted by biting flies like the camel fly *Hippobosca camelina* (Lesos 1980; Soulsby 1982; Luckins 1988). In Kenya, trypanosomosis in camels is considered the most important disease constraining productivity (Wilson *et al.* 1981, 1983; Waitumbi 1990; MOA&RD 1999; KCF 2000). The disease is of economic importance but the exact prevalence is unknown due to lack of comprehensive studies and efficient diagnostic test tool kits. Limited studies carried out in the past gave guidelines on general chemotherapeutic control, but there has been little adherence to them. Most of the “humanitarian and veterinary response” organisations operating in these areas provide blanket chemotherapeutic control with little consideration of disease epidemiology (*per. observ.*).

Effective control of camel trypanosomosis requires accurate epidemiological information on occurrence of the disease among the different classes and knowledge of the husbandry practices (Cartley, and Mohammed 1996; Dia *et al* 1997; El Bashir and Saeed 1998; Dirie *et al* 1989). The chronic form of camel trypanosomosis is the most prevalent characterised by severe anaemia, poor body condition, abortions and may result in death. The disease is reported to be closely associated with camels aged between 5-10 years (Dia *et al* 1997). Ngaira *et al* (2002) did not find any association of the disease with host factors but Wilson *et al* (1983) and Waitumbi (1990) reported low preweaned incidence in camel calves. Anemia has been recognised as a major sign of trypanosomosis. However, there is need to carry out differential diagnosis from malnutrition and helminthosis which are also common and are manifested by low packed cell volume (Meyerstein *et al* 1981; Murray and Dexter 1988).

Screening tests are increasingly gaining importance in diagnosis of camel trypanosomosis although no single test suffices in this process. Veroo *et al* (1997) confirmed that card agglutination Trypanosomosis test/*T. evansi* (CATT/*T. evansi*) was suitable for the diagnosis of *T. evansi* infections. This test in combination with clinical

diagnosis and indigenous knowledge of the pastoralists was used for confirmation of *T. evansi* infections in preweaned camel calves during this cross section survey.

Therefore it was of interest to study the prevalence of *T. evansi* infections in pre-weaned camel calves in order to provide effective and rational guidelines for control of the disease in this important replacement class. The pastoral perceptions and their knowledge of clinical diagnosis were considered during the study. Secondly, it was the aim of the study to compare the indigenous knowledge with the scientific findings and draw complimented control regimes.

Materials and Methods

Study areas

The study was carried out in six sub locations in agro-ecological zones (AEZs) V and VI in South-western Marsabit District. The sub locations were: Ilaut, Ngurunit and Olturot in AEZ V and Kargi, Korr and Loglogo in AEZ VI (Figure 1) (Jaetzold and Schmidt, 1983). The study was conducted during the favourable environmental conditions after the short rains in November December and January

Data collection

The study design involved a cross-sectional survey. Sixty households, 10 from each of the six sub locations were randomly selected from the sampling frame (Moore and McCabe, 1999). Each household provided at least five preweaned camel calves between one to 18 months old for examination and sampling. A structured questionnaire (SQ) was administered to each household head or livestock manager. A geographical positioning system (GPS) was used to record the coordinates of the main camps (*Goob/Manyattas*) or satellite (*fora*) where the herds were located (Figure 1). It was at these sites that the SQs were administered and samples taken from the animals during the visits. The average herd size was 22 camels and two calves. None of the preweaned camel calves had previously received any treatment for trypanosomosis since birth.

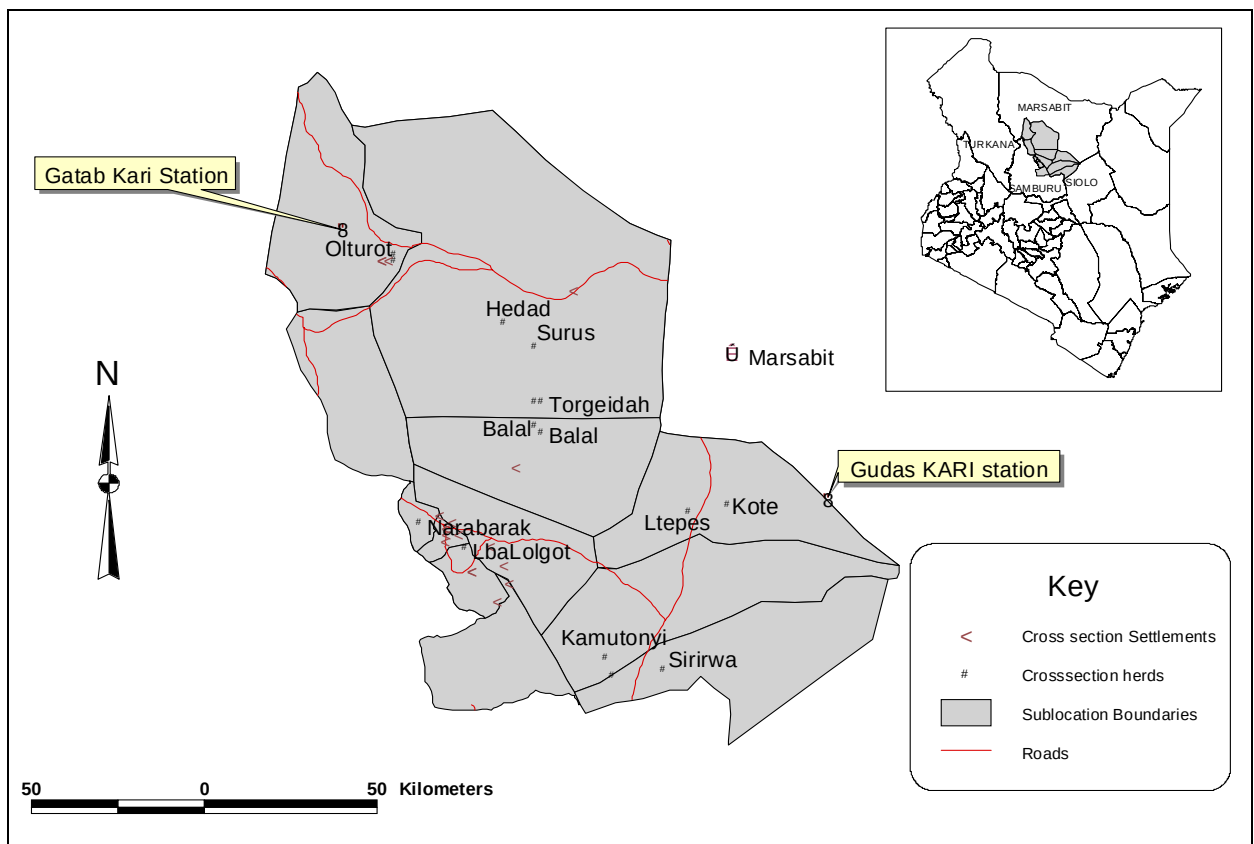


Figure 1: Map of the study area showing the sites where livestock were located during cross-sectional study, Marsabit district, Kenya

Information on the households' perception of trypanosomosis and the camel were obtained and recorded on the forms. Each preweaned camel calf was manually restrained inside the enclosure (*boma*) or in the open range and visual and clinical examination carried out. Nutritional status of the body was determined on each individual animal and qualitative body condition score given as follows: 5 = very good, 4 = good, 3 = fair, 2 = poor, 1 = very poor. Where a calf was found to be sick, a clinical diagnosis was made and treatment or a health recommendation made.

Point Prevalence for trypanosomosis was calculated as follows:

Point Prevalence trypanosomosis

= $\frac{\text{No. sick/CATT/T. evansi (+) preweaned camel calves at a particular point in time}}{\text{No of preweaned camel calves at risk at that point in time}}$

No of preweaned camel calves at risk at that point in time

All camel calves born were considered at risk, sero-positive apparent point prevalences were determined from laboratory results of the cases of preweaned young stock sampled.

Collection of blood samples

Whole blood samples were collected from the jugular vein of the calves using gauge G19* 1" bleeding needle. One portion of the blood was collected into vacuum tubes of 5ml size with EDTA for determination of the packed cell volume (PCV) and the

other into a 10 ml size tube without anticoagulant for serum collection. PCVs were determined in the field using a battery operated haematocrit mini centrifuge (Compur M 1101[®], Bayer Diagnostics mfg Ltd.). The serum was packed in 3 microlitre (μ L) vials and preserved in a battery operated portable refrigerator. Thereafter the sera were transported to ILRI-Nairobi and preserved in freezers (-20⁰C) before examination (Sloss and Kemp, 1978; HMSO, 1986; Van Meirvenne and Magnus, 1993).

Trypanosoma evansi antibody determination

Detection of *Trypanosoma* antibody was carried out using the CATT/T. *evansi* kits. Diluted antigens consisting of bloodstream form of *Trypanosoma* Ro Tat 1-2T common to all T. *evansi* was placed in a plastic card and mixed with the diluted serum. The mixture was agitated for three minutes for any agglutination to occur. Blue clumping occurred as indication of positive result. The test was conducted using the standard laboratory procedures described by Van Meirvenne and Magnus (1993). The results were qualitatively scored as; (-) negative, (+) weakly positive, (++) positive or (+++) strongly positive. Positive and negative controls were used as reference points in interpretation of the results (Plate 1)

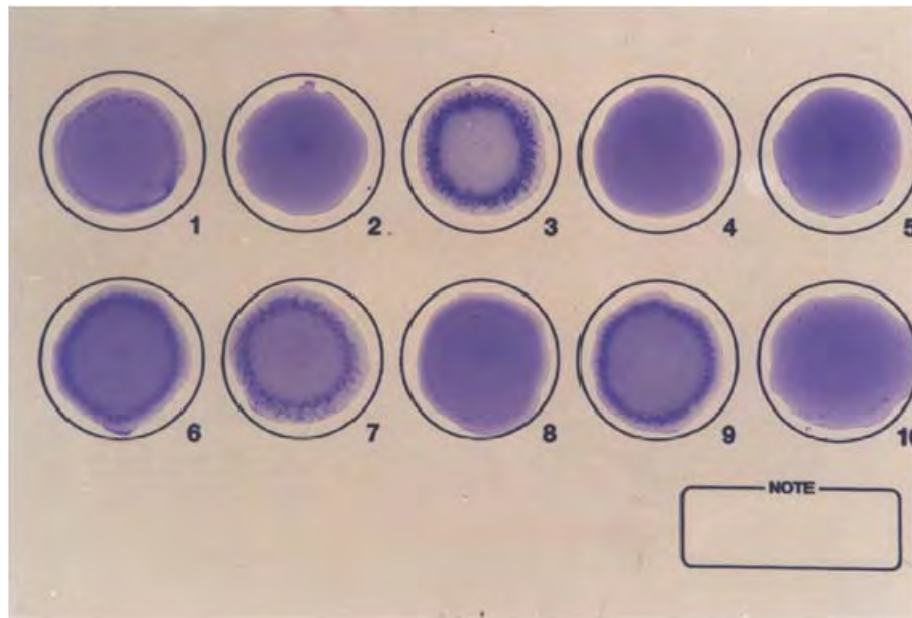


Plate 1: 1=(+) positive control; 2=(-) negative; 3,7=(+++) strongly positive; 4,5,8=(-) negative; 9=(++) positive; 6, =(+) weakly positive; 10=(-) negative control

Data analysis

The data was coded and separate tables were developed into a template of relational database. Descriptive analyses were used to determine point estimates and variances on herd sizes, camel calf class within the herd and PCVs. Comparison of means were carried out using the student's t tests, analysis of variances (ANOVA) and χ^2 . Where more than two means were analysed the Tukey's test was used to generate the pairwise comparisons. Independent factors were considered significant at p5% level

(<0.05). Proportionate frequencies were generated from the discrete data. The potential independent factors (AEZs, sub locations, previous treatment and sex) were statistically analysed for any association with *Trypanosoma evansi* antibody using the generalised linear regression models (GLM). The logic link was logit for the binomial analysis of either sick or healthy and CATT/*T. evansi* positive or negative camel calves. Each variable was evaluated for significance based on the backward and forward process of elimination at p 5% level (<0.05). A final model included both the main effects and interaction terms. The procedures were performed using the Genstat (Genstat® 2002) and Stata (Stata®, 1997) software programmes.

Results

A total of 287 camel calves were screened for presence of *Trypanosoma evansi* antibodies. The overall mean apparent point prevalence rate of *T. evansi* was 14.3%. There was no significant association in any of the independent variables and

Table 1: Mean apparent point sero-prevalence rate±SE (%) of *T. evansi* antibodies and associated factors

Factors	Levels	No of c' calves		Prevalence rate	Chi ² prob	
		No at risk	CATT/T(+)	Mean <u>±</u> SE	95% confidence limits	
Sex	Male	111	16	14.4 <u>±</u> 3.3	7.8, 21.0	0.902
	Female	137	19	13.9 <u>±</u> 3.0	8.0, 19.7	
AEZ	V	136	22	16.2 <u>±</u> 3.2	9.9, 22.4	0.267
	VI	115	13	11.3 <u>±</u> 3.0	5.4, 17.2	
Location	Kargi	44	4	9.1 <u>±</u> 4.4	0.2, 17.9	0.381
	Loglogo	30	3	10.0 <u>±</u> 5.6	1.4, 21.4	
	Olturot	40	4	10.0 <u>±</u> 4.8	0.3, 19.7	
	Ngurunit	49	7	14.3 <u>±</u> 5.0	4.1, 24.4	
	Korr	41	6	14.6 <u>±</u> 5.6	3.3, 25.9	
	Ilaut	47	11	23.4 <u>±</u> 6.2	10.8, 36.0	
seropositivity of <i>T.evansi</i> (p>0.05). The highest mean apparent point prevalence rate was in Ilaut (23.4%) and the lowest in Kargi (9.1%) camel calves (Table 1).						
Previous treatment	None	134	19	14.2 <u>±</u> 3.0	8.2, 20.2	0.809
	<u>≥</u> Once	47	6	12.8 <u>±</u> 4.9	2.9, 22.7	
Total		251	36	14.3 <u>±</u> 2.2	1.0, 18.7	

The overall mean PCVs of CATT/*T. evansi* positive camel calves was 20.8% and was not significantly different from that CATT/*T. evansi* negative ones (21.3%). The proportion of CATT/*T. evansi* positive camel calves in very good and good body condition was 42% while that of CATT/*T. evansi* negative ones in the same condition was 46%. Most of the other camel calves were in fair body condition (CATT/*T. evansi*: positive, 36%; negative 42.8%).

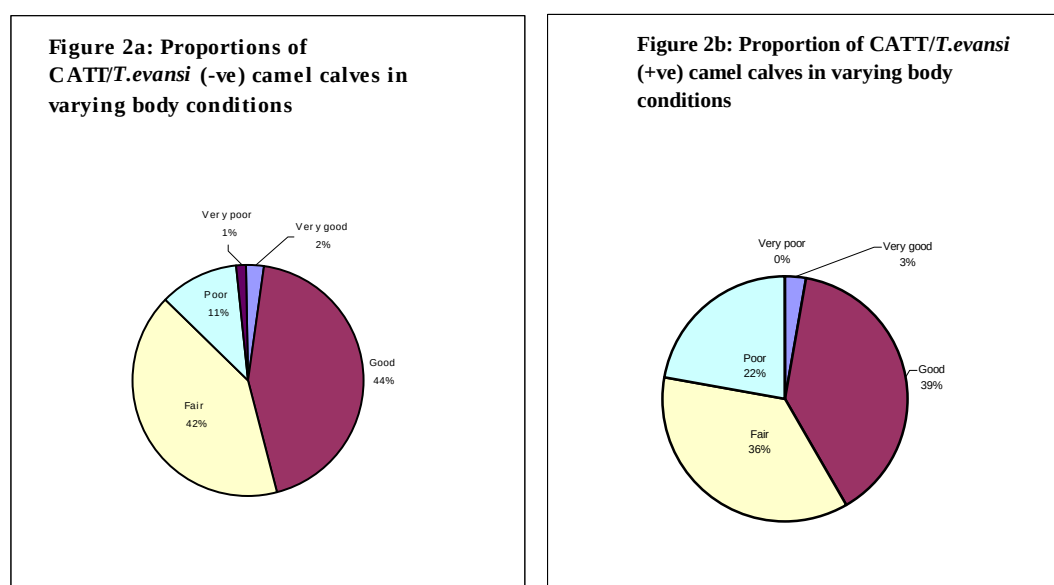


Figure 2: Proportions of CATT/*T. evansi* positive and negative camel calves in varying body condition

No camel calf had clinical trypanosomosis but one mature camel was presented for treatment of the disease and was CATT/*T. evansi* positive. The proportions of CATT/*T. evansi* positive camel calves by age are shown in Figure 3. All camel calves screened in the first month of birth were CATT/*T. evansi* positive. The proportion of CATT/*T. evansi* seropositive camel calves dropped to 50 % and 30% by the age of 2 and 4 months respectively. Seropositivity was maintained in camel calves at low proportions up to the age of 12 months.

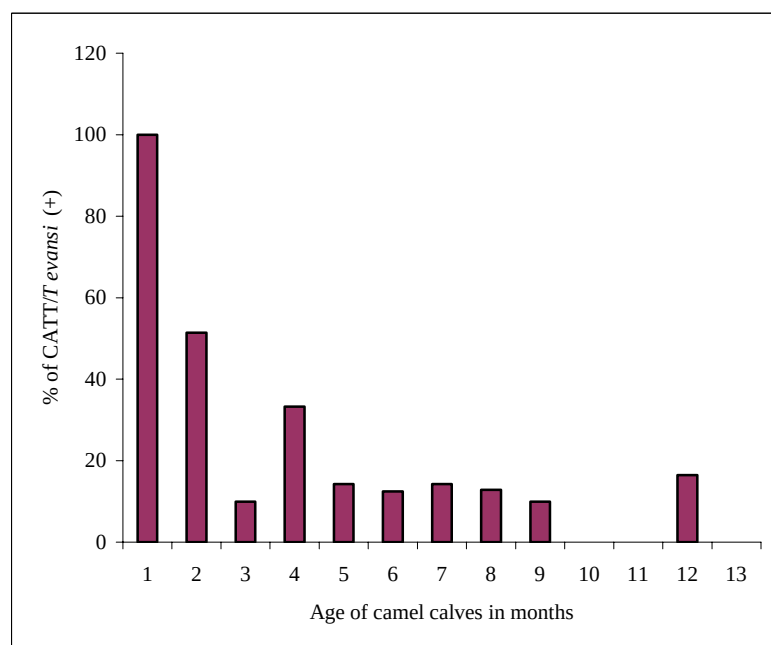


Figure 3: Percentage of CATT/*T. evansi* positive camel calves by age

The pastoralists considered trypanosomosis a disease of weaners adult camel but not the preweaned calves. They ranked it 5th in importance (6.2%) after pox “*Afturo*”

(9.7%), diarrhoea causing disease (9.9%), worms (10.1%), and ticks (14.8%). They described symptoms of the disease as poor appetite, poor body condition and drop in milk yield. Pastoralists claimed that the disease causes abortion and males in poor body condition do not rut. Overall, 55% of the households had moved their main camps (*Goob/Manyatta*) at least once in the last two years and 92% of the households had satellite camps (*fora*) herds. Boys were most important source of labour in herding of adult and preweaned classes of camels at home (adult, 60.9%; preweaned, 45.6%) and in *fora* (adult, 64.1%; preweaned, 62.2%) while most of the very young camel calves both at home (41.9%) and in *fora* (40%) were left behind and were not herded. Seventy seven percent of the herders ensured that the newborns suckled immediately after birth. Pastoralists at home (56.7%) and in *fora* herds (30%) stated that calves, which took the colostrum, grew strong.

Discussion and conclusions

The point sero-prevalence of non-tsetse transmitted *T. evansi* infections in preweaned camel calves in pastoral herds in northern Kenya of 14.3% reported in this study was a good indication of the levels of the disease in these endemic areas. The level of disease was lower than of the general situation reported in camel herds by Rutagwenda (1985) of 20.4%. Verloo *et al* (1997) described CATT/*T. evansi* test as suitable for diagnosis of *T. evansi* infections. Olaho-Mukami *et al* (1993) found compatibility of four tests while Ngaira *et al* (2002) demonstrated a low level of agreement between parasitological tests and serodiagnosis. Antibody detection can therefore be used not only to provide reliable picture of the infection status but also as a source of basic information for formulating control strategies. Thus although the tests cannot be wholly used to confirm the infections they make biological sense and accurately reflects the epidemiology of the infections in an areas.

The findings that no apparent clinical trypanosomosis was diagnosed in camel calves exposed to natural infection in this endemic area was in agreement with those of low incidence reported by Wilson *et al* (1983) and Waitumbi (1990). The camel calves were protected by passive immunity acquired from the colostrum suckled in the early life. The camel calves had high levels of *T. evansi* antibodies from birth a situation which had not been documented before in the study area, Waitumbi (1990) had only managed to recruit calves of about six months old where the immunoglobins had already waned. Pastoralists were also aware that trypanosomosis is a disease of weaners and adults and that camel calves which suckled colostrum immediately after birth grew strong. The epidemiological findings support the observations that preweaned camel calves may only require therapeutic treatment on individuals with the disease.

Trypanosomosis has been associated with anaemia determined by low levels of PCVs (Murray and Dexter (1988; Merk & Co; Ngaira *et al* 2002). Similar low PCVs in animals in pastoral areas may also be due helminthosis or malnutrition which are also common in camels (Rutagwenda 1985; Njanja 2007). It is corollary therefore that low PCVs should only be used as possible guide on differential diagnosis of these infections and should be interpreted with caution. There was no association between PCVs and CATT/*T. evansi* positive cases. The level of mean PCV in CATT/*T. evansi* negative camel calves (21.3%) were lower than those described for the normal range (24-42%) (Higgins 1986; Wilson 1998) but were similar to those reported in healthy camel calves in other pastoral areas (Njanja 1991, 2007). These variations may be due to the physiological adaptation of the camel and the pastoral management practices. The erythrocytes in camels are capable of expanding by up to 200 times (Mayerstein *et al*

1981) while pastoralists keep camel calves off water for several days hence the possibility of these variations. It can therefore be argued that the conventional PCVs levels are from well-hydrated animals and the seemingly low levels established in pastoral systems may be considered normal values.

T. evansi infections are transmitted by biting flies but not tsetse. In the past attempts to show presence of tsetse flies in the study areas failed (Waitumbi 1990; Kangethe and Milok1993) hence the only trypanosome described in the areas is termed *Trypanosoma evansi*. Any trypanosomosis control in camels should target *T. evansi* infections.

Recommendations

From the findings of this study and in line with other studies it is recommended that CATT/*T. evansi* test is suitable for diagnosis of *T. evansi* infections. In addition the disease is not severe in preweaned camel calves therefore control measures should target treatment of individual clinical cases with trypanocidals but not chemoprophylaxis. The indigenous knowledge demonstrated was good enough to compliment any diagnosis process of the disease.

Acknowledgements

The authors thank the pastoralists involved in the cross-sectional study for providing their camels. Many thanks also to the Government of Kenya personnel in the Office of the President and Ministry of Livestock and Fisheries Development and also community based assistants for their support and assistance in the field work. The ILRI staff in particular Carol, Massawe and Omenya are acknowledged for the backstopping in analysis, GIS and laboratory work respectively. The Director KARI and NALRC, Marsabit staff are gratefully acknowledged for their invaluable support. This project was funded by KARI/ EU; ARSPII and KASAL programmes.

References

- Bajyana Songa E and Hamer R, 1988. A card agglutination test CATT for veterinary use based on early VAT ROT at ½ of *Trypanosoma evansi* .Ann. Soc. Belg. Med Trop. 67: 51-57
- Bennet S C J, 1992. The mercuric chloride test for camel trypanosomiasis , *Journal of comparative Pathology*,46: 74-185
- Carles A B, 1983. Sheep production in the tropics. Oxford University Press, New York,
- Cartley A P and Mohammed A A, 1996. The use of livestock disease scoring by a primary animal health project in Somaliland. *Preventive Veterinary Medicine*, 28: 175-186.
- Dia M L, Dio PC, Aminetou M, Jacquet P and Thiam A, 1997. Some factors affecting the prevalence of *Trypanosoma evansi* in camels in Mauritania, *Veterinary Parasitology*, 72: 111-120
- Dirie M F, Wallbanks K R, Aden A A, Bornstein S, Ibrahim, M D, 1989. Camel trypanosomiasis and its vectors in Somalia. *Veterinary Parasitology*, 32: 285-291.
- Elamin EA, El-Bashi M A and Saeed E M A, 1998. Prevalence and infection pattern of *Trypanosoma evansi* in camels in Mid Eastern Sudan. *Tropical animal health and production*, 30: 107-114
- Genstat[®], 2002. Genstat Edition 6.1. Lawes Agricultural Trust, Rothamsted Experimental Station. U SA.

- Higgins A, 1986. The camel in health and disease. Bailliere Tindall. London
- HMSO (Her Majesty Service Office). 1986. Manual of veterinary parasitological laboratory techniques. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. HMSO, London
- Jaetzold R and Schmidt H, 1983. Farm management handbook of Kenya. Vol II. Atlas of agro-ecological zones of Ministry of Agriculture. Nairobi, Kenya.
- Kangethe E K and Milok S, 1993. Trypanosomiasis vector control: The role of biting flies in the transmission of Trypanosomiasis to livestock in Marsabit, District. Consultancy report for Marsabit Development Programme, Marsabit
- KCF (Kenya Camel Forum). 2000. Proceedings of the Kenya Camel Forum. Yare club and camp, Maralal, Samburu District, Kenya.
- Lesos G J, 1980. Diseases caused by *Trypanasoma evansi*; a review. Veterinary Research Communications, 4:165-181
- Luckins A G, 1988. *T. evansi* in Asia. Parasitology Today, 4:137-142
- Merck and Co., 1998. The Merck's Veterinary Manual. Merck & Co., Inc. Rahway, NJ, USA.
- Meyerstein N, Mazor D, Etzion Z and Yagil R, 1981. Camel's, red blood cells: factors and theories. Israel Journal of Medical Science 15,5
- Microsoft® 2001. Microsoft office. Inc., Microsoft Corp. USA
- Murray M and Dexter T M, 1988. Anaemia in bovine African trypanosomiasis. A review. *Acta Tropica* 45: 389-432
- MOA&RD (Ministry of agriculture and rural development 1999. Marsabit District Annual Report 1988, Department of Veterinary Services. MOA&RD, Marsabit.
- Ngaira, J M, Bett B and Karanja S M, 2002. Animal-level factors for *Trypanosoma evansi* infection in camels in eastern and central parts of Kenya. Ondestepoort Journal of Veterinary Research, 69: 263-271.
- Moore and McCabe, 1999. Introduction to the practice of statistics. W. H. Freeman and Co. New York.
- Njanja J C, 2007. Major factors associated with high morbidity, mortality and poor performance of camel calves, kids and lambs in the Rendille and Samburu pastoral herds in Marsabit District, Kenya, PhD Thesis, Department of Veterinary Public Health, Pharmacology and Toxicology, University of Nairobi, Nairobi, Kenya
- Njanja J C, 1991. Livestock ecology in Central Turkana. TREMU Technical Report, E-1. UNESCO, Nairobi
- Nantulya V M, Bajyana Songa E and Hamers R, 1989a. Detection of circulating trypanosomal antigens in *Trypanasoma evansi* infected animals using a *T. brucei* group specific monoclonal antibody. Tropical Medicine and Parasitology, 40:263-266
- Olaho-Mukami W, Munyua W K, Mutugi M W, Njoroge A R, 1993. Comparison of antibody and antigen selection enzyme immunoassays for the diagnosis of *Trypanosoma evansi* infections in camels. Veterinary Parasitology, 45: 231-240.
- Olaho-Mukami W and Njoka P K, 1993. Identification of a variable antigen type (VAT) of *Trypanosoma (T).brucei evansi* suitable for use in the diagnosis of surra. 12th Ann. Med. Sci. Conf., KETRI/KEMRI pp 83-87

- Raisinghai P M, Lodha K R, Bhala J S and Dwarakanath P K, 1981. Variation in haematological and serum electrolyte levels during the first 20 bouts of experimental surra in camels. *Indian Journal of Animal Science*, 51: 724-729
- Rutagwenda T, 1985. The control of important camel diseases in the IPAL study area. IPAL Technical report, E-7. UNESCO, Nairobi
- Sloss M W Kemp R S, 1978. *Veterinary clinical parasitology* (5th Eds) Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA.
- Soulsby E J L, 1982. *Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals* (7th Ed) Braille're Tindall, London,
- Stata[®], 1997. *Statistics data analysis*. [7.0]. Stata Inc., College Station, Texas. USA.
- Van Meirvenne N, Magnus E, 1993. CATT/*T.evansi*-Card agglutination test for trypanosomiasis. Institute of Tropical Medicine. B-2000 Antwerp, Belgium.
- Verloo D, Van Meirvenne N, Lejon V, Magnus E, Bascher P, 1997. Evaluation of serological tests in rabbits experimentally infected with *T. Evansi* stocks and clones from different origin. International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC), 24th Meeting ,Maputo, Publication 119, OAU/ISCTRC, Nairobi, Kenya
- Waitumbi J N, 1990. Studies on the epidemiology and chemotherapy of *Trypanosoma evansi* infections in camels. Ph.D. Thesis, University of Nairobi. Nairobi, Kenya.
- Wilson R T, 1998. *Camels*. Tropical Agriculturists, ACTA. Macmillan Publishers Ltd. London, pp 1-134.
- Wilson A J, Dolan R and Olaho W M, 1981. Important camel diseases in selected areas in Kenya. IPAL Technical Report, E-6. UNESCO, Nairobi.
- Wilson A J, Schwart H J, Dolan R and Olaho W M, 1983. A simple classification of different types of trypanosomiasis occurring in four camel herds in selected areas of Kenya. *Tropenmedizin und Parasitologie* 34:220- 224

**SITUATION EPIDEMIOLOGIQUE DE LA TRYPANOSOMIASE CAMELINE
EN MAURITANIE, EN ALGERIE, AU MAROC
ET EN TUNISIE**

M.L. Dia¹, D. Boushaki², A. Dakkak³, T. Atarhouch⁴, T. Rami⁴, M.H. Jemli⁵ & L.
Touratier⁶.

¹CNERV, Laboratoire de Parasitologie, BP. 167, Nouakchott, Mauritanie,
mldia@mr.refer.org

²Direction des Services Vétérinaires, Ministère de l'Agriculture, Algérie

³Département de Parasitologie et des Maladies Parasitaires, INAV Hassan II, BP 6202,
Instituts Rabat, Maroc

⁴Laboratoire de Biologie moléculaire, Département de Parasitologie et de Maladies
Parasitaire, INAV Hassan II, BP 6202, Instituts Rabat, Maroc

⁵Directeur de l'Ecole nationale vétérinaire, 2020, Sidi Thabet, Tunisie

⁶Secrétaire général, Groupe ad hoc OIE sur les TANTG, 12 rue de Prony, 75017 Paris,
France

Summary

The dromedary livestock in Mauritania, Morocco, Algeria and Tunisia is estimated around 2,346,000 heads. Trypanosomosis caused by *Trypanosoma evansi* is considered, as a whole by camel drivers, as the most serious and propagated disease of their dromedary camels. In these four countries the overall epidemiological situation of the disease is as follows: In Mauritania, between 1994 and 2003, parasitological prevalence had a variation of 1.1 % to 13.2 % in regard to a seroprevalence, with the CATT, of 15.6 % to 42.5 %. Identified vectors in the transmission are Tabanids and *Stomoxys* spp. of which *Atylotus agrestis* (65.5%), *Tabanus taeniola* (23.4%), and *T. sufis* (9.1 %) for Tabanids and *Haematobia minuta* (85%) and *H. irritans* (15 %) for *Stomoxys* spp. In Algeria, research work on camel Trypanosomosis was initially indebted to the main research work of Sergent and Donatien between 1904 and 1921 with an estimate of a parasitological prevalence of 10 %. In that period, described vectors were Tabanids with *Tabanus* (*Atylotus*) *nemoralis*, *T. (Atylotus) fomentosus* and *T. bovinus* according to the obsolete nomenclature of the time. - In 1999, a parasitological survey was carried out in a very important herd of dromedary camels with a reported prevalence of 0.5 %. Between November 2005 and December 2006 another survey was conducted using parasitological and serological procedures: the obtained prevalences were 2.3 % with the parasitological procedure and 20.3% with the CATT/*T. evansi* RoTat1.2 respectively.

In Morocco, between 1997 and 1998, a wide survey in 5 Saharian provinces gave a whole parasitological prevalence of 7 % and serological prevalences of 14.1 % with the CATT and 18.2 % with an Ab-ELISA respectively. This research work deserved to link

parasitological prevalence to a sophisticated complementary molecular study (PCR). Moreover , a longitudinal study evidenced the post-treatment negativeness of infected dromedaries after injection of melarsomine (Cymelarsan®) giving rise to a basis for a control method. In Tunisia , camel Trypanosomosis was mentioned in the South in 1924. In 1988 , a serological survey with CFT – of which the antigen was *T. equiperdum* – gave a prevalence of 17 %. In 1996 , many abortions which were attributed to *T. evansi* occurred in she-camels . In 1997 , 34 mortalities due to Trypanosomosis in dromedaries were reported . these four countries , a strong variation of prevalences of the disease is observed according to the years , periods of samplings and locations (provinces and/or wilayas).

Résumé

L'effectif des dromadaires en Mauritanie, en Algérie, au Maroc et en Tunisie est estimé à 2.346.000 têtes. La Trypanosomiase à *Trypanosoma evansi* est considérée par les chameliers comme la pathologie la plus grave et la plus répandue parmi les dromadaires. Dans ces quatre pays, la situation épidémiologique de la Trypanosomiase cameline est la suivante :

En Mauritanie, entre 1994 et 2003, la prévalence parasitologique variait de 1,1 à 13,2% contre une séroprévalence au CATT de 15,6 à 42,5%. Les vecteurs incriminés sont les tabanidés et les stomoxes dont les espèces sont *Atylotus agrestis* (65,5%), *Tabanus taeniola* (23,4%) et *T. sufis* (9,1%) pour les tabanidés et *Haematobia minuta* (85%) et *H. irritans* (15%) pour les stomoxes.

En Algérie, les recherches sur la Trypanosomiase cameline doivent beaucoup aux importants travaux de Sergent et de Donatien entre 1904 et 1921, qui ont rapporté des prévalences parasitologiques de 10%. Les vecteurs décrits sont des tabanidés dont les principales espèces sont *Tabanus (Atylotus) nemoralis*, *T. (Atylotus) tomentosus* et *T. bovinus*, nomenclature qui n'est plus d'actualité. En 1999, une étude conduite sur un effectif important de dromadaires a rapporté une prévalence parasitologique de 0,5%. Entre novembre 2005 et mars 2006, une enquête couvrant différentes wilayas a permis de mettre en évidence une prévalence parasitologique globale de 2,3 % contre une prévalence sérologique au CATT de 20,3%.

Au Maroc, entre 1997 et 1998, une vaste enquête conduite dans cinq provinces sahariennes a rapporté une prévalence parasitologique globale de 7% contre une séroprévalence au CATT de 14,1% et à l'Ab-ELISA de 18,2%. Ce travail a en outre le mérite d'associer au sondage des prévalences parasitologiques une étude complémentaire très poussée en biologie moléculaire (PCR). Par ailleurs, une étude longitudinale a mis en évidence la séronégativité après traitement des animaux infectés à la mélarsonine (Cymelarsan®), ce qui permet d'envisager la mise en place d'une stratégie de lutte contre cette affection.

En Tunisie, la Trypanosomiase cameline fut signalée dans le sud en 1924. En 1988, une enquête a rapporté une prévalence sérologique par fixation du complément de 17% dont l'antigène était *T. equiperdum*. En 1996, beaucoup d'avortements de chamelles furent associés à la Trypanosomiase. En 1997, une enquête a fait état d'une

séroprévalence au Suratex de 40% et en 1999, 34 cas de mortalité ont été signalés à cause de la Trypanosomiase.

On observe dans ces quatre pays une très forte variation des prévalences selon les années, les périodes de prélèvement et les provinces ou wilaya enquêtées.

Mots-clés : Algérie, Maroc, Mauritanie, Tunisie, Trypanosomiase, *T. evansi*, dromadaires

Introduction

L'effectif des dromadaires en Mauritanie, en Algérie, au Maroc et en Tunisie est estimé à 2 346 000 têtes dont le plus grand cheptel se trouve en Mauritanie (Faye, 1997). Ces dromadaires élevés de façon extensive sont exposés à toutes sortes de pathologies (Dia, 1997a). Dans les pays où l'élevage du dromadaire est pratiqué, de nombreux auteurs s'accordent sur l'importance économique de la Trypanosomiase pour cette espèce animale (Touratier, 2000 ; Ouhelli et Dakkak, 1987 ; Sergent et Donatien 1921 ; Sergent, 1905). D'après Curasson (1947), cette maladie est la principale cause de mortalité directe ou indirecte chez les dromadaires car l'affaiblissement organique et l'amaigrissement qu'elle cause, entraînent la mort par complications diverses. En Algérie, au Maroc, en Mauritanie et en Tunisie, le dromadaire constitue une composante importante dans le développement économique pour certaines populations, voire le pays entier. C'est pourquoi, ces pays portent un grand intérêt à maîtriser les pathologies qui les affectent. Hélas, les connaissances en matière de pathologies du dromadaire reposent dans la plupart des cas sur des observations et des prélèvements effectués sur des animaux abattus ou de façon ponctuelle lors d'enquêtes. A l'exception des formes aiguës de la Trypanosomiase et de l'héamochose, les maladies parasitaires internes ont une expression clinique limitée sans signe pathognomonique dominée par une diminution des productions (Dakkak, 2000). Le présent travail tente de faire la synthèse et d'analyser les données bibliographiques relatives à la Trypanosomiase cameline en Algérie, au Maroc, en Mauritanie et en Tunisie.

Matériels et méthodes

En Algérie, en 1999 des enquêtes ont été menées dans les wilayas de Laghouat, de Ourgla, d'El Bayadh, de Ghardaia et de Djelfa sur un effectif de 1125 dromadaires. La détection de la Trypanosomiase cameline a été réalisée par l'examen des frottis sanguins. Très récemment entre novembre 2005 et mars 2006, une nouvelle enquête couvrant différentes wilayas (Ourgla, El Bayadh, Tamanrasset, Béchar, Adrar, Tindouf) a sondé 1074 dromadaires dont 73,1% de femelles et 26,9 % de mâles. Ils appartiennent aux classes d'âges suivantes : < 1 an : 3 % ; 1-2 ans : 24,4% ; 2-4 ans : 7 % ; 4-15 ans : 58,7% et > 15 ans : 6,9%. Les prévalences de l'infection ont été déterminées par l'examen des frottis sanguins et par le CATT/*T.evansi* (Bajyana Songa and Hamers, 1988).

Au Maroc, des enquêtes ont été menées dans le Sud entre 1997 et 1998. Ils ont couvert les localités suivantes : Tiznit, Guelmin, Tata, Tafilalet, Merzouga, Ouarzazate et Zagora. Au total 1460 dromadaires ont été sondés à raison de 5 à 50 dromadaires par troupeau. Ils sont répartis en différentes classes d'âges : 0-1 an ; 1-3 ans ; 3-5 ans ; 5-7 ans ; 7-10 ans ; 10-15 ans et > 15 ans. La prévalence parasitologique est déterminée par l'examen des frottis sanguins et dans certains cas par inoculation du sang des animaux aux souris (Balb/C). Quant aux analyses sérologiques, c'est l'Elisa par la détection des anticorps et le CATT/*T.evansi* qui ont été employés. Après cette enquête, une étude

longitudinale tous les 4 mois de mai 1998 à juin 1999 a été menée dans la localité de Mezouga. Ce suivi a concerné 291 dromadaires. Après chaque visite, les animaux ont été traités au Cymelarsan®.

En Mauritanie, de 1994 à 1996, une enquête a couvert différentes wilaya (Trarza, Barkna, Adrar, Assaba, Hodh El Chargui et autour de Nouakchott). Au total, 2300 dromadaires ont été sondés dont 25 % de mâles et 75 % de femelles. Ils appartiennent aux groupes d'âges suivantes : < 1 an : 9,5% ; 1-2 ans : 5,7 % ; 2-5 ans : 18,3% ; 5-10 ans : 47,7% et > 10 ans : 18,8%. La prévalence parasitologique est déterminée par examen des frottis sanguins et dans certains cas par inoculation du sang des animaux aux souris. Pour les analyses sérologiques, le CATT, l'IFI et l'Elisa par détection des anticorps ont été utilisés (Rae and Luckins, 1984). Pendant cette période, un inventaire d'insectes piqueurs a été conduit autour du lac de Rkiz dans la région du Trarza. Les insectes ont été récoltés à l'aide du piège bipyramidal (Gouteux, 1991).

En 2000, une nouvelle enquête a été menée de nouveau dans les wilaya suivantes : Hodh El Chargui, Hodh El Garbi, Assaba, Brakna, Trarza et Gorgol. La détection parasitologique est faite par le test 'buffy coat' (Woo, 1970) et le test sérologique par le CATT/*T. evansi*

En Tunisie, une enquête a été réalisée en 1989 la région du Douze. Deux ans après une nouvelle enquête a été menée sur des animaux malades. Les tests sérologiques (IFI et CATT) ont été employés pour détecter la séroprévalence des sujets. En 1997 une enquête a été de nouveau conduite dans le Douze. Elle a concerné 500 dromadaires. Le test sérologique utilisé a été le Suratex. En 1999, l'enquête a concerné de nouveau le secteur du tourisme du Douze et du Sousse.

Résultats

Algérie

L'enquête de 1999 a permis d'enregistrer les résultats suivants (**tableau 1**).

Tableau 1. Résultats enregistrés en 1999

Wilaya	Nombre de dromadaires prélevés	Frottis +	
		Nb	%
Laghouat	389	0	0
Ouargla	200	6	3
El Bayadh	317	0	0
Ghardia	46	0	0
Djelfa	122	0	0
Tamanrasset	51	0	0
Total	1123	6	0,5

La prévalence totale est de 0,5 %. Seuls les animaux originaires de la wilaya de Ouargla étaient infectés (3%).

Les résultats enregistrés entre 2005 et 2006 sont regroupés dans le **tableau 2**. Cette enquête a montré que la Trypanosomiase à *T. evansi* est bien présente en Algérie. La prévalence parasitologique globale est de 2,3% contre une séroprévalence globale 20,3%. Les parasites observés au microscope sont typiques de *T. evansi*. Les animaux infectés ont des taux d'hématocrite plus faibles que ceux des non infectés ($p < 0,0001$). La wilaya la plus infectée est celle de Béchar suivie de celles de Tamanrasset et de l'Adrar.

Tableau 2. Résultats enregistrés en 1999

Wilaya	Nombre de dromadaires prélevés	Frottis +		CATT +	
		Nb	%	Nb	%
El Bayadh	135	0	0	0	0
Ouargla	260	0	0	8	3,1
Béchar	163	20	12,3	112	68,7
Tamanrasset	265	5	1,9	65	24,5
Tindouf	131	0	0	6	4,6
Adrar	120	0	0	27	22,5
Total	1074	25	2,3	218	20,3

L'infection concerne toutes les classes d'âges. Elle varie entre 9,1 % chez les jeunes animaux âgés de moins d'un an à 23,4 % pour les sujets âgés de plus de 4 à 15 ans. Cependant, statistiquement, aucune différence significative n'a été observée. Au niveau du sexe, aucune différence significative n'a été également observée entre les mâles et les femelles.

Maroc

Au niveau de l'examen parasitologique, 25 dromadaires se sont révélés infectés. L'inoculation aux souris a permis d'isoler 15 stocks de *T. evansi* sur des animaux originaires de Zagora et de Merzouga. Les résultats sérologiques enregistrés sont les suivants (**Tableau 3**).

Tableau 3. Séroprévalence selon les localités et le test sérologique

Localités	Nombre dromadaires prélevés	CATT+		Ab-Elisa+	
		Nb	%	Nb	%
Tiznit	73	0	0	1	14
Guelmin	178	4	2,3	8	4,5
Tata	118	2	1,7	6	5,1
Tafilat	351	23	6,6	32	9,1
Merzouga	302	91	30,1	107	35,4
Ouarzazate	207	9	4,4	12	5,8
Zagora	231	77	33,3	100	43,3
Total	1460	206	14,1	266	18,2

La séroprévalence totale est de 14,1% avec le CATT et de 18,2% avec l'Ab-Elisa. La concordance entre les deux tests sérologiques est de 94,1% ; 72,9% sont positifs aux deux tests. Les localités les plus infectées sont celle de Zagora avec 33,3% au CATT et 43,3% à l'Ab-Elisa et celle de Merzouga avec respectivement de 30,1% et 35,5%.

Les animaux de tous les groupes d'âges sont infectés mais avec une certaine hétérogénéité ($p < 0,001$). La séroprévalence augmente avec l'âge de 1,5% pour les animaux âgés de moins d'un an à 26,9% chez ceux âgés de 7 à 10% puis diminue à 15,5% pour ceux âgés de plus de 15 ans. La moyenne du taux d'hématocrite des animaux infectés est de 21,4% et celle des animaux négatifs de 25,3%. Il existe une différence significative entre les deux groupes d'animaux ($p < 0,001$).

L'étude longitudinale a permis de réduire la séroprévalence de 58% à 19% ; la moyenne des valeurs de l'Ab-Elisa de 0,52 avant le traitement à 0,12 (ce qui est au dessous du niveau du seuil). Il a également été observé un effet saison. La séroprévalence totale a

diminué entre le printemps 1999 et l'été 1999 sans traitement, tandis qu'un effet négatif a été enregistré pour l'hématocrite de beaucoup de dromadaires trouvés anémiés en été qu'au printemps

Mauritanie

Entre 1994 et 1996, les résultats enregistrés sont les suivants (tableau 3). La prévalence parasitologique totale est de 1,1%. Tous les trypanosomes observés sur les frottis sanguins ont le corps allongé, l'extrémité antérieure effilée et la membrane ondulante bien développée. Leur longueur moyenne mesurée sur plus de 300 spécimens est de $24,5 \pm 2,8 \mu\text{m}$. L'inoculation aux souris a permis d'isoler des stocks de *T. evansi*. La séroprévalence totale est de 15,6 % au CATT, de 23 % en IFI et de 13,3 % en ELISA. D'après le pourcentage de co-positivité : 77 % d'animaux positifs au CATT le sont en IFI contre 36 % en Ag-Elisa ; 50 % de positifs en IFI le sont au CATT contre 32 % en Ag-Elisa ; 44 % de sujets positifs en Ag-Elisa le sont au CATT contre 57 % en IFI.

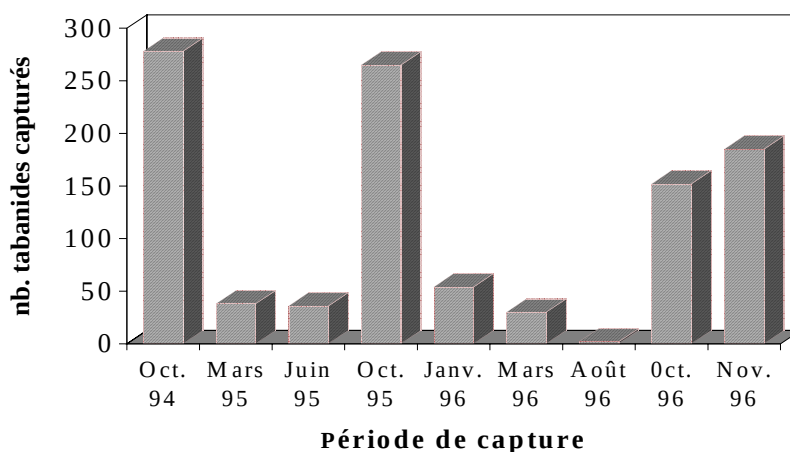
Tableau 4. Résultats d'enquête entre 1994 et 1996

Wilaya	Nombre animaux prélevés	Frottis +		CATT +		IFI+		Ag-Elisa +	
		Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Trarza	1520	24	2	278	18,3	439	29	246	16,2
Gorgol	244	2	1	42	17,2	42	17,2	24	9,8
H. El Chargui	267	0	0	25	9,4	27	10,1	16	6
Assaba	160	0	0	6	3,7	12	7,5	9	5,6
Adrar	81	0	0	6	7,4	5	6,2	11	13,6
Nouakchott	28	0	0	2	7,2	3	10,7	1	3,5
Total	2300	26	1	359	15,6	528	23	307	13,3

La valeur moyenne de l'hématocrite des animaux infectés est de $21,18 \pm 4,05\%$ et celles des animaux négatifs de $23,75 \pm 4,78\%$. Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes d'animaux. Au niveau du sexe, il n'y a pas de différence significative d'infection. Quant à l'origine géographique, les animaux du Trarza et du Gorgol sont les plus infectés. Au sein d'une même wilaya, il y a un facteur de stratégie d'élevage. Au Trarza, les dromadaires pâturent dans le sud de la région ont des prévalences très importantes que ceux pâturent dans le nord de la région ($p < 0,00001$). Il a aussi été observé un effet saison. Les prévalences des animaux rencontrés en saison sèche froide sont légèrement plus importantes ($p < 0,05$ entre saison sèche froide et saison des pluies, $p < 0,01$ entre saison sèche chaude et saison des pluies).

Au total 1040 tabanidés composés de 3 espèces : *Atylotus agrestis* (67,5 %), *Tabanus taeniola* (23,4 %) et *T. sufis* (9,1%) ont été capturés avec un pic de capture en octobre correspondant à la fin de l'hivernage et au début de la saison sèche froide (fig. 1).

Figure 1. Dynamique saisonnière des tabanides



Les stomoxes appartiennent à 2 espèces *Haematobia minuta* (85%) et *H. irritans* (15%). Quant aux hippobosques, ils sont composés d'*Hippobosca camelina* et de *H. variegata*. Par ailleurs, une espèce de muscides piqueuse a été capturées. Il s'agit de l'espèce *Musca crassirostris*. En 2000, l'enquête révèle une explosion d'infection à *T. evansi* (Tableau 5).

Tableau 5. Résultats de l'enquête réalisée en 2000

Wilaya	Nombre d'animaux prélevés	Buffy coat +		CATT +	
		Nb	%	Nb	%
H. El					
Chargui	57	10	17,5	24	42,1
H. El					
Gharbi	45	3	6,6	14	31,1
Assaba	3**	1	33,3	2	66,6
Brakna	15*	0	0	2	13,3
Gorgol	3**	0	0	2	66,6
Trarza	51	9	17,6	30	58,8
Total	174	23	13,2	74	42,5

* : effectif très faible ; ** : effectif trop faible.

On observe une certaine explosion d'infection à *T. evansi*. La prévalence parasitologique totale est de 13,2% contre une séroprévalence de 42,5%. Toutes les wilayas où l'effectif prélevé est important sont très infectées en particulier au Trarza et au Hodh El Chargui.

Tunisie

La Tunisie est bien infectée par la Trypanosomiase cameline. En automne 1989, quelques foyers ont été signalés dans la région du Douze avec une vingtaine de cas de mortalité. Le maximum de cas cliniques observés fut durant les mois de septembre, octobre et novembre. La plupart des animaux atteints présentaient des formes chroniques.

Les frottis sanguins et les ponctions ganglionnaires ont révélé la présence de trypanosomes en l'occurrence *T. evansi*. Le traitement à base de Pentamidine® et d'Antrycide Prosalt a arrêté l'infection pendant une année. En 1991, de nouveaux cas sont apparus dominés par des oedèmes et une phase de décubitus prolongée. En 1992, une enquête sérologique à l'aide du CATT et de l'IFI a révélé un taux d'infection de 25 % des animaux examinés. En automne 1996, il y a eu apparition de nombreux cas d'avortements et de mortalités dans les élevages sud de la Tunisie dont de nombreux sujets étaient séropositifs. En 1997, 40% des 500 dromadaires examinés à Douze ont été révélés positifs au Suratex. Le traitement des ces animaux par la quinapyramidine a donné de bons résultats. En septembre 1999, 34 cas de mortalité pour la Trypanosomiasse ont été signalés dans le secteur touristique à Sousse et à Douze.

Discussion

La trypanosome cameline est souvent rencontrée dans les pays où le mode d'élevage des dromadaires est extensif (Dia, 2006, Gutierrez, et al., 2005 ; 2000, Pacholek et al., 2000 ; Diall et al., 1993).

En Algérie, au Maroc, en Mauritanie et en Tunisie, les résultats d'enquêtes anciennes ou récentes montre que la Trypanosomiasse à *T. evansi* est bien présente. Au sein de chaque pays, on observe une différence d'infection à *T. evansi* selon les localités d'origine des animaux. Cette différence des taux de prévalence pourrait être corrélé à la présence ou non de vecteurs potentiels de *T. evansi* (Dia *et al.*, 1998). De telles observations sont confirmées par Mafoua (1999) qui explique l'absence de la Trypanosomiasse cameline dans les wilaya enquêtées est le fait que l'année 1988 a été une année de sécheresse donc non favorable à la survie des vecteurs éventuels de *T. evansi*. Cependant il n'a pas expliqué pourquoi seuls les animaux originaire de la wilaya d'Ourgala étaient infectés. Dans l'enquête qui a été menée par Boushaki (2006), c'est surtout dans les wilaya de Béchar, de Tamanrasset et d'Adrar que les dromadaires sont les plus infectés. Dans les 4 pays, les auteurs qui ont examiné l'infection selon l'âge ou le sexe, tous s'accordent sur le fait que tous les animaux sont infectés quel que soit l'âge mais d'avantage les animaux adultes (Boushaki, 2006 ; Atarhouch *et al.*, 2003 ; Dia *et al.*, 1997b). D'après Atarhouch *et al.*, 2003 et Dia *et al.* 1997b, la séroprévalence diminue avec les animaux âgés de plus de 15 ans. Il n'est pas exclus que l'infection devenant de plus en plus chronique il en résulte une sorte d'auto-guérison comme il a été démontré en Mauritanie (Dia *et al.*, 1997d).

Les enquêtes réalisées en Mauritanie et en Algérie ont montré qu'il n'y a pas de différence d'infection selon le sexe et en revanche, les dromadaires à robe blanche ou claire sont les plus infectés (Boushaki, 2006 ; Dia *et al.*, 1997b). Il serait intéressant d'examiner de près pour voir si cette robe ne pourrait pas être utilisée comme moyen attractif des vecteurs de *T. evansi*.

Les tests sérologiques que les différents auteurs ont employés n'ont pas la même sensibilité et la même spécificité pour détecter la présence de *T. evansi*. Il a été démontré que l'IFI avait une bonne sensibilité mais de moindre spécificité à l'inverse de l'Antigène ELISA (Dia *et al.*, 1997c). En revanche, le CATT a une spécificité et une sensibilité très bonne pour détecter *T. evansi* (Dia, 1997c ; Diall *et al.*, 1994). Par ailleurs, il a été démontré que le CATT a une très bonne corrélation avec l'Ab-Elisa (Atarhouch *et al.*, 2003). Compte tenu de son exécution facile sur le terrain et les résultats sont obtenus au bout de 5 à 7 minutes, le CATT pourrait être recommandé pour détecter sur pied l'infection à *T. evansi* chez les dromadaires.

En Tunisie, il a été rapporté des cas de mortalités et de nombreux avortements (Jemli *et al.*, 2000). En Mauritanie, dans la wilaya du Trarza, dans certains troupeaux beaucoup d'avortements ont aussi été rapportés et de nombreux éleveurs ont enregistré de fortes diminutions de la production laitière ce qui les a pénalisés dans les quotas de litres de lait qu'ils doivent livrer quotidiennement aux laiteries. Ces observations démontrent tout l'intérêt qu'il faudra accorder au traitement des infections à *T. evansi*. Au Maroc, une étude longitudinale a démontré que le Cymelarsan® était très indiqué pour un tel suivi (Rami *et al.*, 2003). Il est bien entendu qu'un tel suivi ne peut être efficace que s'il est associé avec une étude entomologique à l'aide d'un piégeage qui pourra diminuer la pression des vecteurs mécaniques. Malheureusement dans les quatre pays, à l'exception de la Mauritanie (Dia *et al.* 1998), aucune étude entomologique n'a été conduite. D'autant plus que *T. evansi* peut être transmis par différents vecteurs potentiels (Oyieke and Reid 2003).

Conclusion

En Algérie, au Maroc, en Mauritanie et en Tunisie, la Trypanosomiase cameline est bien présente. Sa prévalence varie selon les localités et la saison. Partout où il y a des dromadaires, il serait intéressant d'envisager un sondage de dépistage de *T. evansi* (PM: la présence de *T. evansi* chez l'homme en Inde, chez les dromadaires dans les Iles Canaries et récemment chez les petits ruminants en France). Dans les quatre pays, à l'exception de la Mauritanie, très peu d'études entomologiques ont été menées. Elles sont à encourager afin d'identifier les vecteurs mécaniques présents et de préciser leur dynamique saisonnière.

Par ailleurs, les auteurs ont utilisé différents tests sérologiques. Leur harmonisation est nécessaire. Le CATT qui est d'application pratique sur le terrain et dont les résultats sont bien corrélés à ceux de la parasitologie peut être retenu comme test sérologique de terrain.

Bibliographie

- Atarhouch, T., Rami, M., Bendahman M.N and Dakkak, A. (2003). Camel trypanosomosis in Morocco 1: results of a first epidemiological survey. *Vet. Parasitol.* **111** : 277-286.
- Bajyana Songa, E and Hamers, R. (1988). A card agglutination test (CATT) for veterinary use based on early VAT RoTat 1,2 of *Trypanosoma evansi*. *Ann. Soc. Belg. Med.* **68**:233-240
- Boushaki D. (2006). Prévalence de la Trypanosomiase cameline en Algérie. Mémoire de Magister en sciences vétérinaires, Option: Zoonoses parasitaires. Ecole Nationale vétérinaire d'El Harrach, 97p.
- Curasson G. (1947). Le chameau et ses maladies. Vigot Frères Ed. Paris VI^{ème}, 449p.
- Dia, M. L. (2006). Parasites of camels in Burkina Faso. *Trop. Anim. Health Prod.*, **38**: 17-21
- Dia, M.L., Elsen, P. Cuisance, D., Diop, C., Thiam, A. and Chollet, J.Y. (1998) : Abundance and Seasonal Variations of Tabanids in southern, Mauritania. *Ann. NY. Acad. Sci.*, **849**, 456-460
- Dia, M.L. (1997a). Epidémiologie de la TRYPANOSOMIASE cameline à *T. evansi* en Mauritanie. Thèse Doctorat d'Université, Université Montpellier I, 156 p, Nov. 1997.

- Dia M.L. , C.Diop, Aminetou M., Jacquet P & Thiam A .(1997b). Some factors affecting the prevalence of *T. evansi* in camels in Mauritania .Vet. Parasitol., **72**:111-120.
- Dia M.L., Van Meirvenne N., Magnus E., Luckins A.G., Diop C Thiam A, Jacquet P et Hamers R .(1997c).Evaluation de quatre tests de diagnostic :frottis sanguins, CATT, IFI et ELISA -ag dans l'étude de l'épidémiologie de la TRYPANOSOMIASE cameline à *Trypanosoma evansi* en Mauritanie.Revue élev .Méd .vét .Pays trop. **50** :29-36
- Dia, M.L., Aminetou, M., Diop, C., Thiam, A.,Jacquet, P., Mabrouk, A.(1997d). Auto guérison chez un chamelon expérimentalement infecté par *T. evansi*. Revue Méd. Vét, **148**, 8-9, 713-716
- Diall, O., Bocoum, Z., Diarra, D., Sanogo, Y. Coulibaly, Z., Waigalo, Y. (1993). Epidémiologie de la trypanosomose à *T.evansi* chez le dromadaire au Mali : résultats d'enquêtes parasitologiques et cliniques. Revue élev. Méd. Vét. Pays trop. **46**: 455-461.
- Diall, O.,Bajyana Songa, E., Magnus, E., Kouyate, B., Diallo, B.,Van Meirvenne, N., & Hamers R. (1994). Evaluation d'un test sérologique d'agglutination directe sur carte dans le diagnostic de la TRYPANOSOMIASE caméline à *Trypanosoma evansi*. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., **13**: 793-800.
- Faye.B. avec la collaboration de G. Saint-Martin, P. Bonnet, M. Bengoumi et M. L. Dia (1997): Guide de l'élevage du dromadaire. 1ère édition, Sanofi Santé Nutrition animale,126 p.
- Gutierrez, C., Corbera , .A., Juste,M.C, Doreste, F., Morales I. (2005). An outbreak of abortions and high neonatal mortality associated with *Trypanosoma evansi* infection in dromedary camels in the Canary Islands.Veterinary Parasitology **130**:163- 168.
- Gutierrez C., Juste M.C. , Corbera J .A. , Magnus E., Verloo D. ,Montoya J.A..(2000).Camel trypanosomosis in the Canary Islands :assessment of seroprevalence and infection rétes using the card agglutination test (CATT/*T.evansi*) and parasite detection tests.Veterinary Parasitology. **90**:155-159.
- Gouteux, J.P. (1991). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République Centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., **44**, 295-299.
- Jemli M. H., Megdiche F., Laaridi M., Bahri S., Kallel A. & Mejri M.(2000).Principales Maladies Dromadaire en Tunisie. Actes Edition, Rabat, p19-23.
- Marfouaa K. (1999).Contribution à la connaissance de la pathologie du dromadaire en Algérie. Rapport CARDN/ACSAD/Camel/P 51/1999. 24 p.
- Ouhelli, H. et Dakkak, A. (1987). Les maladies à protozoaires du dromadaire. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. **6** : 416-422.
- Oyieke.F.A & Reid.G. (2003). The mechanical transmission of *T. evansi* by *Haematobia minuta* (Diptera:Muscidae) and *Hippobosca camelina* (Diptera: Hippoboscidae) from an infected camel to mouse and the survival of trypanosomes in mouthparts and gut (A prelimany Record). Folia Vaterinaria. **47**: 38-41.
- Pacholek, X . Gamatie, D., Vias Franck , S.G., & Tibayrenc, R. (2000).Prévalence de la TRYPANOSOMIASE à *T. evansi* chez les chamelon de l'ouest nigérien .Revue élev .Méd .vét .Pays trop. **53**:177-182
- Rae, P. F. and Luckins, A. G. (1984). Detection of circulating trypanosomal antigens by enzyme immunoassays. Ann. Trop. Med. Parasit., **78**, 587-596.

- Rami, M., Atarhouch, T., Bendahman, M.N., Azlaf R., Kechna, R., & Dakkak, A.(2003). Camel trypanosomosis in Morocco 2. A pilot disease control trial. *Vet. Parasitol.*, **115**: 223-231.
- Sergent, Ed. et Sergent, Et. (1905). *EL-DEBAB* : Trypanosomiase des dromadaires de l'Afrique du Nord. *Ann. Inst. Pasteur Alger.* p :17-48.
- Sergent.E & Donatien.A.1921. De l'infection latente dans la trypanosomiase des dromadaires (le Debab). *XXII^e note Arch. I. P. Afrique du Nord.* p :179-184.
- Touratier, L .(2000).Impact des TRYPANOSOMIASes chez les camélidés et rôle du groupe *ad hoc* de l'oie sur les Tantg .*Revue élev. Méd . vét. Pays trop.* **53**: 187.
- Woo P.T.K. (1970). The haematocrit centrifuge technique for diagnosis of african trypanosomosis. *Acta tropica.* **27**: 384-386.

(RESUME EDITE)

**SEULEMENT RESUME [SUMMARY] TRADUIT DE L'ANGLAIS VERS LE
FRANCAIS**

413

**DETECTION OF QUANTITATIVE TRAIT LOCI (QTL) CONTROLLING
TRYPANOTOLERANCE IN A BACKCROSS OF (N'DAMA X KENYAN
BORAN) X KENYAN BORAN CATTLE POPULATION UNDER NATURAL
TSETSE AND TRYPANOSOMIASIS FIELD CONDITIONS IN NAROK
DISTRICT (KENYA)**

**DETECTION DE LOCI DE TRAITS QUANTITATIFS (LTQ) CAPABLES DE
CONTROLLER LA TRYPANOTOLERANCE CHEZ UNE POPULATION DE
BOVINS (N'DAMA x BORAN KENYAN) x BORAN KENYAN DANS UNE ZONE
NATURELLEMENT INFESTEE DE TSETSE ET ENDEMIQUE DE
TRYPANOSOMIASE DANS LE DISTRICT DE NAROK, AU KENYA**

C.O. Orenge* ^{1, 2, 3}, A .Korol⁵, C. N. Kimwele², S. Kemp⁴, O. Hanotte³, L.K. Munga¹,
J.P. Gibson⁶, G. Murilla¹ and M. Soller⁷

¹ Kenya Agricultural Research Institute- Trypanosomiasis Research Centre (KARI-TRC), P.O. Box 362 – 00902, Kikuyu, Kenya

² Department of Veterinary Anatomy and Physiology, University of Nairobi, P.O. Box 30197-00100, Nairobi, Kenya

³ International Livestock Research Institute (ILRI), P.O. BOX 307907-00100, Nairobi-Kenya

⁴ School of Biological Sciences, University of Liverpool, Liverpool L69 7ZD, United Kingdom

⁵ Institute of Evolution, Haifa University, Mount Carmel, 31905 Haifa, Israel

⁶ The Institute of Genomics and Bioinformatics, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia

⁷ Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem 91904, Israel

*Corresponding author e-mail address: corenge@cgiar.org

Résumé

La première étape du croisement de retour au marqueur pour améliorer la trypanotolérance bovine est de déceler les loci de traits quantitatifs (LTQ) capables de contrôler le caractère chez une population. Dans la présente étude, nous décrivons la toute première expérience réalisée pour déceler des LTQ trypanotolérants chez une population de bovins issus de croisement de retour, dans une zone naturellement infestée de tsé-tsé et endémique de trypanosomiase. L'étude a utilisé du sperme de (N'Dama x Boran) 13F1 reproducteurs pour inséminer plusieurs femelles Boran qui ont produit 224

veaux (BC1). Les génomes des reproducteurs et des bovins issus de croisement de retour ont été triés à l'aide de 38 marqueurs microsatellites à travers 5 chromosomes. Les bovins ont été classés par phénotype sur la base de 23 traits d'indicateurs de trypanotolérance, pendant qu'ils étaient laissés dans un habitat naturellement infesté de tsé-tsé et où sévit la trypanosomiase. L'effet de sexualité a été vérifié et corrigé de manière appropriée avant la détection des LTQ par l'analyse de la variance. L'analyse des loci de traits quantitatifs a été effectuée sur la base de la cartographie à intervalles multiples (MIM). Les résultats ont révélé que six LTQ présentaient un taux de fausse découverte (TFD) de 20%, et les LTQ étaient répartis entre les chromosomes 2, 4 et 16. La proportion de la variance du trait démontrée par chaque effet LTQ variait entre 4,8 et 16,2 %, et le pouvoir de détection entre 68% et 98 %. On a constaté de fortes interactions épistatiques entre les régions de chromosome. La détection des LTQ de trypanotolérance chez la population rétrocroisée dans un habitat sous pression glossinaire naturelle et où sévit la trypanosomiase permet de déduire que le croisement de retour à l'aide de marqueurs peut améliorer la trypanotolérance des races très sensibles. Ces résultats servent également de base à la conception d'expériences de cartographie plus poussées, afin de localiser, identifier et cloner avec plus de précision les véritables gènes qui contrôlent la trypanotolérance chez les bovins.

Summary

The initial step in performing Marker assisted backcrossing to improve bovine trypanotolerance is to detect Quantitative Trait Loci (QTLs) controlling the trait in an appropriate mapping population. In this study, we describe the first ever experiment to detect trypanotolerant QTLs in an outbred backcross cattle population in a natural tsetse fly and trypanosomiasis endemic area. Semen from 13 F1 (N'Dama x Boran) sires were used to inseminate several Boran females producing 224 offsprings (BC1). Sires' and backcrosses' genome was screened with 38 microsatellite markers across 5 chromosomes. Individuals were phenotyped for 23 defined trypanotolerance indicator traits, while exposed to a natural tsetse and trypanosomiasis infested habitat. The effect of sex was checked and appropriately corrected before QTL detection by performing analysis of variance. Quantitative trait loci analysis was performed based on Multiple Interval Mapping (MIM). Results revealed 6 QTLs with a 20% False Discovery Rate (FDR), the QTLs being distributed across chromosome 2, 4 and 16. Proportion of trait variance explained by individual QTL effect ranged from 4.8 to 16.2% with detection power of between 68-98%. There was evidence of significant epistatic interactions between chromosomal regions. Detection of trypanotolerance QTLs in the backcross population under natural tsetse and trypanosomiasis challenge paves way for marker assisted backcrossing to improve trypanotolerance of the highly susceptible breeds. These results also provide grounds to design fine mapping experiments to precisely locate, identify and clone the actual genes controlling bovine trypanotolerance.

Introduction

Bovine trypanosomiasis poses a considerable constraint on livestock-agricultural development in tsetse infested areas of sub-Saharan Africa (SSA). Over 4 million cattle are at risk of infection and total loss estimates are 1.3 to 5 billion US\$ (Kristjanson, 1999). It has been estimated that about 37 percent of the continent, or 11 million km² involving 37 countries, is infested with tsetse (FAO/WHO/OIE, 1982) and that approximately 65 percent of this area (7 million km²) could be used for livestock or mixed agriculture development without stress to the environment if trypanosomiasis was

controlled (MacLennan, 1980). The subspecies causing pathology in bovine are *Trypanosoma vivax* and *T. congolense*. The disease is debilitating, characterized by anemia, weight loss, lymphadenopathy, infertility, abortions and death. The earliest methods of tsetse control included widespread bush clearing to destroy tsetse breeding habitats, supported by shooting of game (wildlife) or installation of game fences to prevent the game hosts from carrying flies into the tsetse-free area, and clearing wide forest corridors to prevent re-invasion of tsetse. Insecticide-based control techniques, i.e. ground and aerial spraying, were introduced after the Second World War to complement the methods employed to destroy the vector habitat (Budd, 1999). In view of environmental concerns and public outcry regarding the use of chemicals and the destruction of forests in the 1980s, these methods gave way to other less-intrusive techniques including trapping, the use of odour-baited targets (Jordan, 1986) and the treatment of animals with insecticide (Bauer *et al.*, 1992). The application of the sterile insect technique (SIT) has also had a limited impact.

The major shortcomings of these methods lie in the limited size of area for which they can be economically deployed relative to the total size of the tsetse-affected area and the continual costs associated with preventing re-invasion. There are also concerns about non-tsetse targets, for example ticks, becoming resistant to pyrethroids used as insecticides on livestock. Yet in theory, tsetse control appears to offer the greatest likelihood of success in ridding the African continent of the tsetse-trypanosomiasis problem.

The use of trypanocidal drugs to control trypanosomiasis is well established and represents the most widely used approach (d'Ieteren *et al.*, 1998). As a control measure, drug therapy strategies are currently protecting more cattle (approximately 25 percent of all affected cattle) against the disease than any other method (Budd, 1999). However, the most serious setback in the use of drugs to control trypanosomiasis is the increasing trend in drug resistance, especially to isometamidium, diminazene and homidium bromide - the three most commonly used trypanocidal drugs (d'Ieteren *et al.*, 1998). Not only are individual cases recognized (Peregrine, 1994), but regional distribution is increasingly being reported in East and West Africa. A recent study by the International Livestock Research Institute (ILRI) and partner institutions discovered serious drug resistance in Kenedougou, a southern region of Burkina Faso (McDermott *et al.*, 2003).

Furthermore, the much anticipated breakthrough in the development of vaccines to control trypanosomiasis appears unattainable in the near future owing to the antigenic variation of trypanosomes and the complexity of their antigenic repertoire. New strategies that integrate several options in controlling trypanosomiasis are being developed to extend the period during which the currently used drugs remain effective (FAO, 1998; Holmes, 1997).

Rearing of trypanotolerant bovine breeds has also been employed as a control measure and it offers a sustainable option of control as compared to the other measures. Trypanotolerant livestock directly minimizes the tsetse-trypanosomiasis problem, because of their capacity to rid themselves of trypanosome parasites and maintain low parasitaemia, once infected, thus indirectly reducing the trypanosome parasite load associated with any given location. While the mechanisms that lead to the maintenance of lower parasite loads in trypanotolerant breeds compared with susceptible breeds are not clearly understood, results from laboratory experiments indicate that the killing of trypanosomes in host animals results from inhibition of the trypanosome glycolytic pathway and of adenosine triphosphate (ATP) production (Muranjan *et al.*, 1997). There is also the suggestion that animals infected with trypanosomes tend to attract more tsetse

flies than uninfected animals and that the feeding success on animals is substantially greater in infected than in uninfected animals (Baylis and Mbwabi, 1995). Thus, it can be argued that, given two areas with similar initial trypanosome prevalence and the same number of either trypanotolerant or trypanosusceptible livestock, the rate of infection will be lower among the trypanotolerant stock.

Trypanotolerance is defined as the relative capacity of an animal to control the development of trypanosome parasites and to limit their harmful effects, the most prominent of which is anemia (Murray *et al.*, 1982; Murray & Dexter, 1988). Among the trypanotolerant breeds, N'Dama cattle of West Africa have been a subject of research to understand the basis of genetic mechanism of inheritance of the trait (Soller & Beckmann, 1987). The mechanisms once understood, will enable efficient breeding programs to be instituted for further improvement of trypanotolerance as a control measure. Here, we describe the first ever experiment to detect trypanotolerant QTLs in an outbred backcross cattle population exposed to the disease in a natural endemic area of tsetse fly and trypanosomosis with the main objective of investigating to confirm whether previously detected quantitative trait loci for trypanotolerance (Hanotte *et al.*, 2003) in an artificially challenged F2 population will hold in a backcross population in a naturally tsetse infested environment.

Materials and Methods

Mapping population

The mapping population used for the QTL mapping experiment was founded by 4 NDama males and 4 Boran females which gave rise to 13 F1 sires, previously used in the F2 experiment (Hanotte *et al.*, 2003). Semen obtained from these sires were used to inseminate 224 Boran females to generate a total of 224 (53, 37, 78 and 56) F1× Boran backcrosses for challenge and mapping (see figure 1 below).

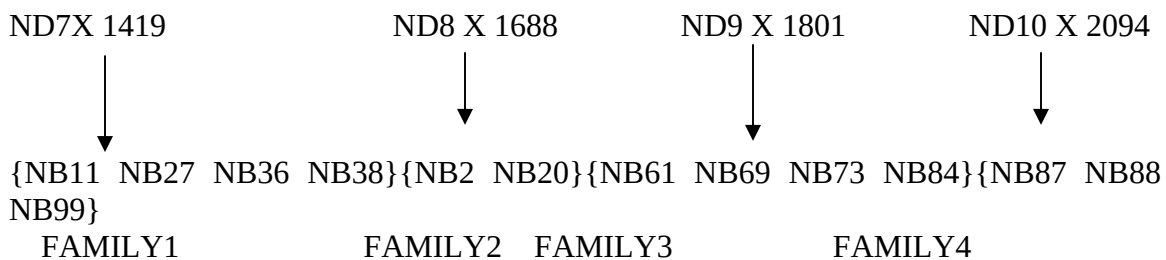


Figure1. Showing the structure of the mapping population used in the experiment including 4 N'Dama males and 4 Boran females as grandparents and 13 F1sires (there were 53, 37, 78, 56 progenies in family 1, 2, 3, and 4 respectively).



Figure2. A group of the experimental animals in the breeding station before they were taken to the field for challenge.

Blood sampling and DNA extraction

Before transportation to the field for challenge, the backcross progenies were sampled for blood for DNA extraction. 20 mls of blood was collected from the jugular vein using 10 ml vacutainer tubes (see figure 3 below). The tubes were correctly labeled with a marker pen indicating the number code of the animal on the ear tag and it included sex, month and year of birth, dam and sire. The blood was slowly swirled and placed together in a cool box until transported to the laboratory. In the laboratory the two tubes of blood from each animal was pooled into a 25ml falconer tube which was labeled as the vacutainer tubes. The blood was stored in a deep freezer at -20oc until DNA extraction. DNA was extracted using the salting out procedure (Sambrook *et al.*, 1989). It was quantified and standardized using genequant® and put into 5 ml tubes properly labeled and kept at -4oc for amplification.



Figure3. Sampling for blood for DNA before taken to the field

Selection of primers and amplification

Primers were selected from the www.marc.USDA.genome/genome/html and www.cgd.Csiro.au. The selected primers were covering bovine chromosomes 2, 4, 7 16

and 17 and the selection were based on the F2 experiment results: the chromosomes chosen were the ones which showed significant effects on traits and which had mainly additive gene action. However chromosome 4 was chosen to test whether more QTLs may be detected. A total of 100 primers were initially selected for optimization but finally 36 markers were used in the five chromosomes. They were optimized using PCR based technology with the extracted DNA. The program for amplification used was as follows. PCR mix was made with ABgene Reddy mix (composed of DNA polymerase, MgCl₂, dNTPs and red dye making a total volume of 1ml). For one reaction, 5µl of the Reddy mix was mixed with 0.1µl each (20pmol/µl) of forward and reverse primers, 3.8µl of double distilled water and 1µl of genomic DNA (20ng/µl) making a total reaction volume of 10µl. This was amplified in a gene Amp 9700® PCR machine using a step down program of 94oc initial denaturation for 4 minutes, annealing at 59oc-54oc for 1 minute (at each temperature) for 30 cycles and elongation at 70oc for 30 seconds. For electrophoreses, the PCR products and a standard size marker were loaded into 1-2% in agarose gel containing some ethidium bromide and visualized under ultraviolet light.

PCR Fragment analysis

The PCR products that amplified were diluted according to the intensity of signal (using internal standards- Liz and Formadide) before analysis. Genotyping and allele calling were performed on ABI 3730 sequencer and genemapper® software respectively. The genotypes alleles were coded as 1 or 2 depending on the alleles inherited from the heterozygous F1 sires. The grandparents DNA and those for the F1 sires were also genotyped to show which alleles they passed to their progenies.

Phenotyping of the animals and definition of traits

When challenged in the field, backcross progenies were recorded for body weight, packed cell volume (PCV) as a measure of anemia (using hematocrit reader) and parasitemia (Murray *et al.*, 1977) on a weekly basis. Animals infected and/ or with a PCV of below 18% were treated with diminazene aceturate (berenil®) at a dose rate of 7mg/bodyweight and number of berenil® treatments recorded. Maximum and minimum PCV and body weights were also recorded. The rates of weight gain and PCV recovery after treatment was computed for all the animals. Number of new infections was also recorded, a new infection being defined as an infection after treatment other traits extracted and defined are as shown in table 1 below:

Table 1. Definition of phenotypes

Trait	Acronym	Definition
1.Parasitemia	%tc	percentage of time an animal was found infected with T.c and given by sum of trypanosome congolense cases divided by total number of times the animal was sampled for trypanosomes
2.parasitemia	%tv	Percentage of time an animal was found infected with T.v and was given by sum of T.v cases divided by total number of times the animal was sampled for trypanosomes
3. Parasitemia	mpar	Sum of trypanosome scores divided by the number of

		times animal was sampled
4. Parasitemia	%par	percentage time animal was parasitemic and was given by sum of trypanosomosis cases divided by the number animal was sampled
5.Parasitemia	str	sum of trypanosomes cases
6. Survival	nit	difference between trypanosomes cases and number of cases of tryps but not treated. It gives an indication of survival of animal with infection before treatment
7.PCV & Parasitemia	Sber	Sum of berenil treatments an animal receives during study period
8. parasitemia	Ninf	New infection. Determined by the number of infections after treatment
9. PCV	Mnpc	Minimum pcv an animal attains during the study period
10.Body weight	Mnwt	Minimum weight attained by an animal during study period
11.PCV	Mxpc	Maximum pcv attained by an animal during study period
12.Body weight	Mxwt	Maximum weight attained by an animal during study period
13.PCV	pccd	pcv change per day given by difference of fast pcv and last pcv divided by the time period when the two recordings were made
14.Body weight	wcd	Weight gain per day given by difference between first weight and last weight divided by the time taken for the change to take place
15.parasitemia	df1	Days to first infection given by time difference between exposure to tsetse and trypanosomes challenge to the time it gets the first infection
16.Parasitemia	df2	Days to second infection given by time difference between exposure to the time an animal gets second infection
17.Parasitemia	dt1	Time taken in days from exposure to the first treatment
18.Body weight	wDt	Weight deterioration to treatment and is given by difference in weight at first infection and first treatment divided by time difference between the two weight
19.Body weight	WRt	Weight recovery after treatment and is given by weight difference between second infection and first treatment divided by time difference between the two weights
20.PCV	pcDf	pcv deterioration before treatment and is given by pcv difference between first infection and first treatment

		divided by time between the two pcv recordings
21.PCV	pcRt	PCV recovery after treatment and is given by difference between maximum pcv attained before 2 nd infection and pcv at first treatment divided by the time difference between the two pcvs
22.Parasitemia	tr2	Time taken from exposure to the time 2 nd treatment is given
23.PCV	mpc	Mean pcv given by the average of the pcv taken during the study period
24.Body weight	mwt	Mean weight given by taking average of body weight taken during study period
25.Parasitemia	mtc	Mean tc score given by average of tc scores of an animal
26. Parasitemia	mtv	Mean tv score given by average of tv scores of an animal
27.PCV&Parasitemia	mb	Mean berenil treatments an animal receives in the study period
28.PCV&Parasitemia	mb1	Mean berenil treatments an animal receives when pcv<18%.

Pre analysis handling of phenotypic and genotypic data.

All the phenotypic raw data for the defined traits were re-centered and re- scaled. This was done by subtracting a column's mean from each value in the column (to give a centered value) and then dividing each centered value by the root mean square (to give a rescaling value). The effect of sex and group were corrected by performing least square analysis of variance. The initial trait distributions were transformed to reduce the effect of strong deviation from normality in the mapping results. The resulting values were the ones that entered QTL analysis. The phenotype file initially prepared in excel format was then transformed into TRA file. In each chromosome file, markers were arranged in rows with each marker having a series of symbols representing individual scores of this marker for all progenies. The scoring of progenies depended on which one of the F1 sire alleles was inherited. If N'Dama allele was inherited, the score was 1 and if Boran allele then the score was 2. In cases where the marker was not informative (to indicate the origin of the two alleles) or PCR didn't work (thus missing), it was scored 0. Therefore the chromosome file consists of 0, 1 and 2 scores. The file was likewise converted into a chromosome file with .chr extension

Ordering the markers (building maps)

Markers were ordered along the respective chromosomes using multipoint® software (Mester *et al.*, 2003) which uses evolutionary strategy algorithms based on testing the stability of neighborliness of the markers. A good ordered map is one in which the diagonal is 1 or close to 1 indicating stability of neighbor markers.

QTL analysis

Detection of QTL was performed using a single trait QTL model within the framework of multiple interval mapping (MIM) algorithms of MULTIQTL® software

(<http://esti.haifa.ac.il/~poptheor/>, www.multiQTL.com, & Korol *et al.*, 2001). To reduce the effect of missing information the option of 'virtual marker restoration' option of the multiQTL was activated to calculate the probabilities of being a heterozygote or homozygote based on the scores of the neighbor markers and these probabilities were entered into calculation of likelihood function (LOD scores). Chromosome wise significance error rates (*p*-values) were computed after 10,000 permutations while confidence interval and power of QTL detection were calculated after 5000 bootstrapping (Visscher *et al.*, 1996). Also computed were substitution effects (in this case additive) and proportion of variance (PEV) of the trait explained by the putative QTL.

Results and Discussion

4 QTLs affecting 3 traits were detected in 3 chromosomes namely chromosome BTA2, BTA7 and BTA16. Two of these QTL significantly affected 2 traits at 10% false discovery rate (FDR) in chromosome BTA7 and BTA2 and the traits affected were 'dtr1' and 'Newinf' which were defined as time taken from exposure to the first treatment and new infection (infection after treatment) respectively. The remaining two QTL affected traits, 'drt1' and 'wR_tr' at a FDR of 20% in chromosomes BTA2 and BTA16 respectively, the latter trait being defined as weight recovery post treatment. The traits 'new inf' is related to parasitemia while 'drt1' is related to both parasitemia and packed cell volume, PCV. The trait 'wR_tr' is related to body weight. The proportion of phenotypic variation explained by putative QTL ranged from 8.4 to 11.9% in the three chromosomes where QTL were detected. Power of QTL detection was reported at 0.05 *p*-level after performing 3000 bootstrapings and it ranged from 74.8 to 81.8%. Substitution effect (scaled by phenotypic standard deviation) ranged from -0.519 to 0.519. Three of the 4 QTL in chromosomes BTA2, BTA7 and BTA16 controlling parasitemia and PCV ('newinf', 'pcvDinfec') and body weight ('WR_tr') derived their trypanotolerant alleles from the Boran breed while QTL controlling parasitemia and packed cell volume ('dtr1') derived its trypanotolerant alleles from the N'Dama breed. The QTL controlling PCV deterioration after infection ('pcvDinfec') in chromosome BTA7 is only significant at $p < 0.1$.

In comparison with QTL effects from the previous F2 data, it is seen that chromosome BTA2 has 4 significant QTL controlling PCV at FDR of 10-20% with the origin of trypanotolerance alleles from the N'Dama breed. This is in contrast with the current results where only one QTL controlling PCV at FDR of 10% is detected with its trypanotolerant allele origin from the Boran breed. However, in this chromosome in both the F2 and BC1 populations, there is a QTL controlling body weight although the origin of trypanotolerant alleles is different. The QTL controlling body weight in the BC1 is stronger (FDR 20%) as compared to the one in F2 ($P < 0.1$). In BTA4, F2 data shows a QTL significantly controlling parasitemia at FDR 5% with its trypanotolerant allele origin from the Boran breed while in the BC1 data, no significant QTL was detected. In BTA7, the two studies are consistent in that there is a QTL in each controlling parasitemia with its origin of trypanotolerance alleles coming from the N'Dama breed. In BTA16, there are 2 significant QTL controlling PCV and body weight at FDR 10% with their origin of trypanotolerant alleles being the Boran breed in the F2 data. In the BC1 study, there is one QTL (FDR=20%) controlling parasitemia and PCV with N'Dama breed as the origin of trypanotolerant alleles. In BTA17 no QTL was detected in the current study while 6 significant QTL were detected in the F2 population. However all the QTL detected here were of a recessive nature and that may partly explain why no QTL was detected in the current study as its design couldn't allow recessive gene action QTLs.

Table3. Comparison of QTL effects in the previous F2 and the current BC1 (bolded) populations (shown are traits affected, *p*-values, type of gene action, PEV and origin of trypanotolerance alleles (*))

BTA:F2&BC1	TRAIT AFFECTED	GENE ACTION	P.E.V.	p-value	FDR LEVEL	*
BTA 2						
F2	PCVI	R	9.3	<0.1		B
	BWI	A	7.4	<0.1		N
	BWM	A	9.9	<0.1		N
	PCVM	A*	7.4	<0.0185	20%	N
	PCVIF	R***	11.9	<0.0008	5%	N
	PCVIM	R***	15.3	<0.0008	5%	N
	PCVD150	A*	9	<0.0185	20%	N
	PCVD100	A	6.7	<0.1		
BC1	Newinfection (parasitemia & PCV)	A**	8.5	0.004	10%	B
	WR_tr (weight)	A*	11.9	0.022	20%	B
BTA 4						
F2	Parasitaemia	R***	16.4	<0.0008	5%	B
BC1	NONE					NONE
BTA 7						
F2	BWM	A	6.3	<0.1		N
	PCVFM	D	10	<0.1		N
	BWD	A	7	<0.1		N
	ParaLnM	D**	11.2	<0.0043	10%	N
	DR60-150	R	8.2	<0.1		N
BC1	Dtr1	A*	9.7	0.002	10%	N
	PcvDinfec	A	7.2	0.04		B
BTA 16						
F2	PCVFM	D	5.2	<0.1		N
	PCVIM	D**	9	<0.0043	10%	B
	BWD150	D**	6.2	<0.0043	10%	B
BC1	Dtr1	A	8.4	0.013		N
BTA 17						
F2	PCVF	R**	8.2	<0.0043	10%	B
	PCVIF	R**	7.9	<0.0043	10%	B
	PCVFM	R*	7.4	<0.0185	20%	B
	PCVV	R***	11.4	<0.0008	5%	B
	PCVD150	R***	12	<0.0008	5%	B
	PCVD100	R***	10.5	<0.0008	5%	B
BC1						NONE

Conclusion

The study shows preliminary evidence of quantitative trait loci controlling trypanotolerance in a cattle population reared in an area of high tsetse endemicity. There is also a significant contribution of trypanotolerant alleles from the Boran breed. This is consistent with the earlier F2 data, and suggests that a synthetic breed may have a higher trypanotolerance than either the Boran or NDama breeds alone, achievable by using marker assisted selection and introgression breeding programs from the two founder breeds. This will go along way in the improvement of bovine trypanotolerance in the tsetse inhabited zones of Africa.

References

- Bauer B., Kabore I., Liebisch A., Meyer F. & Petrich-Bauer J. (1992). – Simultaneous control of ticks and tsetse flies in Satiri, Burkina Faso, by the use of flumethrin pour-on for cattle. *Trop. Med. Parasitol.*, **43**, 41-46.
- Baylis, M. & Mbwabi, A.L. 1995. Feeding behaviour of tsetse flies (*Glossina pallidipes* Austen) on trypanosoma-infected oxen in Kerug. *Parasitology*, 110(3): 297 - 305.
- Budd, L. 1999. DFID-funded tsetse and trypanosome research and development since 1980. Vol. 2. Economic analysis. Aylesford, UK, DFID Livestock Production, Animal Health and Natural Resources Systems Research Programmes
- D' I eteren, G.D.M., Authie, E., Wissocq, N. and Murray, M. (1998). In Genetic resistance to animal diseases (eds. M. Muller and G. Brem). Trypanotolerance, an option for sustainable livestock production in areas at risk from trypanosomosis. *Rev. Sci.Tech. Off. Int. Epiz.*, 17(1),154-175
- FAO. 1998. Drug management and parasite resistance in bovine trypanosomiasis in Africa, by S. Geerts & P.H. Holmes. PAAT Technical and Scientific Series No. 1. Rome
- FAO/WHO/OIE. 1982. Animal Health Yearbook 1981, edited by V. Kouba. Rome, FAO.
- Hanotte, O, Ronin, Y., Agaba, M., Nilsson, P., Gelhaus A., Horstmann, R., Sugimoto, Y., Kemp, S., Gibson, J., Korol, A., Soller, M., Teale, A. (2003). Mapping of quantitative trait loci (QTL) controlling trypanotolerance in a cross of tolerant West African N'Dama and susceptible East African Boran cattle. *PNAS* 100, 7433- 7448
- Holmes P.H. (1997). – New approaches to the integrated control of trypanosomosis. *Vet. Parasitol.*, **71**, 121-135
- Jordan, A.M. (1996). Trypanosomiasis control and African Rural Development. Longman; London and Newyork
- Korol A., Ronin Y., Itskovich A.M., Peng J., Nevo E. (2001). Enhanced efficiency of QTL mapping analysis based on multivariate complexes of quantitative traits. *Genetics*, 157: 1789-1803
- Kristjanson, P.M., Rowlands, G. J., Swallow, B.M., Kruska, R.L., Leeuw, P. de (1999). Measuring the costs of African Animal Trypanosomiasis, the potential benefits of control and returns to research. *Agricultural systems*, 59, 79-98.
- McDermott, J.J. and Coleman, P.G. (2001). Comparing apples and oranges-model-based assessment of different tsetse-transmitted trypanosomosis control strategies. *International Journal for Parasitology* 31, 603-609
- Mester, D., Ronin, Y., Minkov, D., Nevo, E., and Korol, A. (2003). Constructing Large Scale Genetic Maps Using an Evolutionary Strategy Algorithm. *Genetics*, 165: 2269-2282

- Muranjan, M., Wang, Q., Li, Y.L., Hamilton, E., Otieno-Omondi, F.P., Wang, J., van Praagh, A., Grootenhuis, J.G. & Black, S.J. 1997. The trypanocidal Cape buffalo serum protein is xanthine oxidase. *Infect. Immun.*, 65(9): 3806 – 3814
- Murray, M. and Dexter, T.M. (1988). Anaemia of bovine African Trypanosomiasis: A review. *Acta Tropica* 45, 398 – 432
- Murray, M., Morrison, W.I. and Whitelaw, D.D. (1982). Host susceptibility to African trypanosomosis: Trypanotolerance. *Advances in Parasitology* 21, 1-68. J.R. Baker and R. Muller, (eds), Academic Press, London and New York
- Murray, M., Murray, P. K. and McIntyre, W. I. M. (1977). An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomosis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 71:325-326
- Peregrine A.S. (1994). Chemotherapy and delivery systems: haemoparasites. *Vet. Parasitol.*, 54, 223-248
- Sambrook, J., Fritsch E.F., Maniatis, T. (1989). *Molecular cloning: a laboratory manual*, 2nd ed. (Cold Spring Harbour NY: Cold Spring Harbour Laboratory Press).
- Soller, M. and Beckman, J.S. (1988). Genomic genetics and utilization for breeding purposes of genetic variation between population. In B.S. Weir, E.J. Eisen, m.m. Goodman, and G. Namkoong (Eds) *Proceedings of the international conference on quantitative genetics*, pp 1661-1688. Sinauer Assoc., Sunderland, M.A.
- Visscher, P. M., Thompson, R.; Haley, C. S. (1996). Confidence intervals for QTL locations using bootstrapping. *Genetics* 143, 1013-1020

(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

416

COMPARATIVE EVALUATION OF CURATIVE ACTION OF SURVIDIM[®] FORMULATION WITH THE STANDARD FORMULATION OF DIMINAZENE (BERENIL[®]) AGAINST CATTLE TRYPANOSOMIASIS

EVALUATION COMPARATIVE DE L'ACTION CURATIVE DE LA FORMULE DE SURVIDIM[®] AVEC LA FORMULE STANDARD DU DIMINAZENE (BERENIL[®]) CONTRE LA TRYPANOSOMIASE BOVINE

O.B.Gbati¹, G.D. Maganga², H.S. Vitouley³, et L.J. Pangui¹

*EISMV – Service de Parasitologie, de Maladies parasitaires et de Zoologie appliquée
B.P. 5077, Dakar-Fann, Sénégal*

Résumé

Afin de combattre plus efficacement la trypanosomiase bovine et pour permettre une guérison plus rapide des animaux qui souffrent de cette maladie, les auteurs ont effectué un test comparatif de l'efficacité du Diminazène associé aux vitamines B₆ et B₁₂ avec la formule standard du DiminazèneND. Le test thérapeutique a été effectué sur 3 groupes de sept animaux chacun sur des taureaux/veaux/zébus. Tous les groupes étaient inoculés expérimentalement avec le stock de *T. congolense* ITC 84. Le premier groupe était traité avec la nouvelle formule, le second avec la formule standard et le dernier servait de groupe témoin. Les résultats ont montré que la trypanosomiase est une maladie mortelle pour les bovins, le traitement avec les deux formules testées contenant du Diminazène est effectif à 100%; et il y a eu une augmentation plus rapide de l'hématocrite et un gain pondéral des animaux traités avec du Diminazène associé aux vitamines B₆ et B₁₂.

Mots-clés : Bovins, trypanosomiase, Diminazène, efficacité, vitamine B₆, vitamine B₁₂.

Summary

In order to fight more efficiently against the cattle trypanosomiasis and allow quicker recovery of the animals suffering from the disease, the authors have carried out a comparative test of the effectiveness of Diminazene associated to vitamin B₆ and B₁₂ with the standard formulation of Diminazene (BERENILND). The therapeutic essay was realized on bull-calf zebus assessed in 3 groups of seven animals. All the groups were experimentally inoculated with the stump *Trypanosoma congolense* ITC 84. The first group was treated with the new formulation, the second with the standard formulation and the last is the control group. The result showed that trypanosomiasis is a mortal

disease for cattle, the treatment with the two tested (2) formulations containing Diminazene is effective to 100p.100 with a quicker increase of hematocrit and weight gain of treated animals with Diminazene associated to vitamins B₆ and B₁₂.

Key Words: Cattle Trypanosomiasis – Diminazene – Efficacy – vitamin B₆ – vitamin B₁₂

Introduction

Cattle trypanosomiasis thwarts the development of farming in Africa. This disease has got a negative impact on the production of meat & milk. As a consequence, there is a significant drop of the economic growth in numerous regions of the world & especially in Sub-Saharan Africa. These animal trypanosomes transmitted by the tsetse fly, also known as Nagana, are a major constraint for the good development of farming in Sub-Saharan Africa. In infected areas, they decrease the livestock by half & actually by the same ratio for the production of meat & milk. We estimate that the global annual loss in meat amounts to 5 billion of USD [14]. The animal traction ability of the infected animals also falls as well as the total agricultural production, which suffers from a 10% decrease. Moreover, we estimate that without the tsetse fly, an extra cattle population of 90 millions might be bred [6]. According to the FAO, the eradication of the animal trypanosomiasis in humid savanna areas would create an increase of the productivity of 1.8 million tons of meat per year. The current fighting methods are irrelevant to prevent from huge socio-economical consequences directly linked to this disease. We gave up the hope of a vaccine based on the layer of variable glycoproteins of the surface, a few years ago, because of the complexity of the parasite antigenic repertory [20]. Thus, numerous strategies came out. On the one hand, the ones which fight against the disease vectors: i.e. ecological fight, genetic fight & in particular the chemical fight. On the other hand & as a matter of fact the only methods, which are today relevant & appropriate against the animal trypanosomiasis: the chemotherapy &/or the chemoprophylaxis [3]. Among the proposed molecules for the treatment of the animal trypanosomiasis (curative & preventive), the Diminazene Diacetate & the Isometamidium chloride are the most common because of their availability & toxicity, which is relatively weak for the livestock in general. The anti-trypanosomiasis treatment needs to be accompanied by a contribution in vitamins, especially the ones of the B group (B₆ & B₁₂ vitamins), because of the anaemia associated to the disease. In order to improve the sanitary condition of the animals & to allow a faster global recovery to aim towards better productivity & performance on the short term, you do need to envisage Diminazene Diacetate including vitamins & especially the B₆ & B₁₂ ones. This contribution in vitamins will enhance the therapeutic efficiency of the Diminazene Diacetate & will decrease significantly the number of veterinarian visits. This initiative is well understood by several pharmaceutical firms, which are currently marketing Diminazene formulations including B₆ & B₁₂ vitamins, in particular the **Survidim**[®] by **Laprovét**. The following survey aims to evaluate & compare the therapeutic efficiency of a Diminazene Diacetate standard formulation (**Berenil**[®]) with a complex Diminazene Diacetate formulation including B₆ & B₁₂ vitamins, in order to appreciate the contribution of these 2 vitamins in the Bovine Trypanosomiasis treatment.

Materials & methods

Experimental period and location

The trial took place from June to July 2004 in the Interstate school of science and veterinary medicine (EISMV) annex in Dakar, which is located in the Sotiba district, an area without any *glossina*.

Material

Animal material

The experiment concerned 21 male zebu cattle aged from 10 to 16 months & whose body weight was between 70 & 150 kilos. They were coming from different races: Maure zebus, Gobra zebus, Guzerat & Gobra cross-bred zebus.

The animals of the experiment were purchased from Dahra Community weekly market, located in Linguère department (Senegal). These animals were selected mainly from several herds of the forest pastoral area, especially devoted to farming, and thus free from tsetse fly. The study was conducted at EISMV annex, which was divided in 4 parts half sheltered. The animals were maintained in good feed conditions (rice straw, Cakes of groundnut, peanut Jonah Crabs, cotton seeds, molasses, and salt licks). The water was distributed *ad libitum* (Photo 1).



Figure 1: animals in their farming plot

Parasite strain

For this study, the *Trypanosoma congolense* ITC84 strain was used. This strain was obtained from the International Trypanotolerance Center (ITC) in Banjul (Gambia). The strain multiplication occurred through successive passages on the laboratory rats, after intraperitoneal injection.

Products to be tested

Berenil[®]

Its composition is based on Diminazene Diacetate, which is an aromatic diamidin. This is a strong alkaline compound, which will, with the combined action of the weak acids, lead to water-soluble salts, whose the most well-known is actually the aceturic acid salt (aceturate). This is a marked yellow microcrystalline powder, water-soluble & weakly alcohol-soluble. Its administration is made by subcutaneous injection or even better by deep intramuscular injection at the dosage of 3.5 mg/kg of body weight, which means a 7% solution.

Berenil[®] is used during the Trypanosomiasis treatment, especially according to *Trypanosoma vivax* & *Trypanosoma congolense*; it is less active on *Trypanosoma brucei*.

Survidim[®]

This is a trypanocide based on Diminazene Diaceturate with extra B₆ & B₁₂ vitamins incorporated in it. It looks like Berenil[®] & is also administered via deep intramuscular injection at the dosage of 3.5 mg/kg of body weight & with the same pharmaceutical & biological activities.

Methodology

Animals identification and sampling

21 male zebu cattle aged between 10 & 16 months were selected. The animal weighed between 70 and 150 kg body weight. The selected young bulls are animal in growth stage. These animals were picked out because of the sensitivity of their race to trypanosomiasis. The animals were ear-tagged, designated by numbers, from 1 to 21.

Deworming of the animals

The young bulls were treated against intestinal worms and adult flukes with albendazole bolus (BENZAL), on the 8th of April 2004, which means 15 days before the beginning of the study & so 15 days before the infestation of the animals by trypanosomes. The same day, individual blood test was made to look for any other possible blood parasites and proved negative.

Not any other medicine or vaccine except the ones used for deworming was used during all the trial period.

I inoculum preparation

Following a positive test of rats parasitemia, which were previously intraperitoneally infected through experimentation conditions with *Trypanosoma congolense* ITC 84 strain, & after evaluation of their parasitemia, the rats were sacrificed for their blood. The inoculum was then prepared in order to get a blood solution including 1×10^5 trypanosomes in 4 ml of PBS. The inoculum was used to infest young bulls.

Animal infestation

On day 0 & after all the animals were weighed, they were infested by *Trypanosoma congolense* ITC 84 strain. A 1.5 ml inoculum injection, previously prepared with PBS, was made by subcutaneous route in the neck [11]. Every 10 days from the day of inoculation (D0), the young bulls were then weighed, but also after the treatment, and this, till the end of the trial.

Parasitological follow-up before treatment

The blood was directly sampled in vacuum tubes from jugular vein, everyday from Day 0 until the appearance of trypanosomes in the blood. Three methods were used for this blood examination:

- the fresh blood drop between slide
- the 'Woo technique' (Hematocrit Centrifuge Technique) [23];
- the 'Murray technique' (Buffy Coat Method) [15].

The same blood samplings were used for the hematocrit reading. As soon as the trypanosomes presence was detected in the blood, the young bulls were dispatched by randomisation:

Sampling via a double drawing of lots.

- The first drawing of lots in order to constitute the different 7 animals batches.
- The second in order to classify the batches to be treated.

Following this double drawing of lots, 3 lots of 7 young bulls were created according to:

- Lot 1: standard formulation (Berenil[®]) (n=7),
- Lot 2: new formulation (Survidim[®]) (n=7),
- Lot 3: Non treated Control group (n=7).

Moreover, the body temperature was also taken every day from the infestation to the animals' treatment.

Animals coming from the 3 groups were weighed but only the ones coming from group 1 & 2 were then treated by the appropriate formulation at a dosage of 3.5 mg/kg of body weight, through a deep intramuscular injection in the neck.

Infested animals treatment

Animals from groups 1 & 2 were treated 11 days after inoculation, i.e. at day 11, as soon as the first clinical signs appeared and with a parasitemia level evaluated between $104 - 4 \times 10^5$ [16].

Groups to be treated

Animals coming from lots 1 & 2 were treated as soon as the first clinical signs occurred & with a parasitemia level evaluated between $104 - 4 \times 10^5$ with **Berenil**® for the lot 1 & **Survidim**® for the lot 2, at a dosage of 3.5 mg of diminazene aceturate per kg of body weight.

The treatment was made for each animal, after preparation of the solution, by deep intramuscular injection in neck muscles with a sterile syringe (disposable). The injection area was previously disinfected with alcohol. Each injection point was also marked in order to note possible local reactions.

Non treated Control group

For ethical reasons, the animals coming from the non treated Control group were treated thirty four days after the infestation, as soon as the values of the hematocrit were decreasing under 20 %.

Follow-up parameters

During all the length of the study, a few parameters were observed and measured in order not to only evaluate the efficacy of the experimental inoculation (clinical examinations plus parasitological examinations) but also to appreciate the curative efficiency by comparing the parasitological examinations before & after treatment with both formulations. The extra contribution in B₆ & B₁₂ vitamins according to **Survidim**® was evaluated by the hematocrit measure and through the body weight evolution.

Body weight

The animals were weighed before (D-14) and after infection, and then before & after treatment. The weighings were done every 10 days on average up to 42 days after the treatment. The weight gains were compared in the different groups.

Clinical examination

The animals were observed every day from the infection to the treatment and then three times a week up to the conclusion of the study. The clinical examinations were done at the same time (between 9 and 10 am) and consisting in observing the behaviour, the appetite, the general condition, and measuring the body temperature.

Haematology

After infestation, hematocrit was measured everyday until the trypanosomes were observed in the blood of the animals. This day-to-day measure was done until the blood of the infected animals was proved trypanosome-free. The hematocrit was then measured every 3 days until the end of the study. For these measures, hematocrit micro-tubes were filled with blood and then centrifuged thanks to a 3500 laps/min hematocrit micro centrifuge during 5 minutes. The hematocrit was finally read thanks to a reading plate.

Post mortem examination

Animals coming from the non-treated control group and which died because of the trypanosomiasis were all examined by using the classical techniques of post mortem examination available for the bovine. This allowed us to confirm the experimental inoculation success through the observation of macroscopic pathognomonic damage.

Statistical analysis

All the results obtained during this study were recorded and analysed with the SPSS Version 10.1 software for '**Windows**'. On the other hand, the Analysis of Variance (Anova) was used for the analysis of the evolution of the hematocrit and the increase in weight. The level of significance was set at 0.05.

Results and discussion

All the data obtained on the treated animals were analysed. The main criteria of judgment were the curative action, the hematocrit, the appetite recovery, the increase in weight and the fast recovering of a general satisfactory condition after treatment.

Clinical examination of animals following infestation

An adenitis broke out in all the animals on April 25th, which means Day 3 after the infection. It manifested itself by the hypertrophy of visible superficial ganglions (prescapular ganglion), reaching an egg size on some animals. The glandular hypertrophy remained until April 30th, corresponding to Day 7 after the infestation (2A Figure). At the same time, fever appeared (39 - 40°C) & the animals began to lose weight. Finally we observed pale and discoloured mucosa. All these symptoms were proving a case of anaemia. As a consequence, young bulls became apathetic with unkempt fleece. At D8 of the infestation, unilateral or bilateral weeping and conjunctivitis were observed among most of the animals and the presence of trypanosomes confirms the success of the animal experimental infection (2B picture). Blood parasitological examination was confirmed positive to the presence of trypanosomes, as a final proof of the animal experimental infection success. These clinical observations, which are Nagana features, were also identified many times by well-known authors previously [1], [5], [9], [11].



Fig. 2: clinical signs featuring the Nagana disease

A: glandular hypertrophy at day 3 after infestation

B: weeping at day 8 after infestation

Parasitological diagnosis techniques

The Woo technique (Hematocrit Centrifuge Technique), the Murray one (Buffy Coat Method) & the fresh blood examination were chosen because they were proved to be pretty sensitive by numerous authors. Moreover, the strain used was *Trypanosoma congolense*. Indeed, the Woo technique (HCT) is quick and cost-saving for *Trypanosoma congolense*; moreover, it provides an evolution of the anaemia condition of the animal. On the other hand, its sensitivity is badly known for *Trypanosoma vivax* & *Trypanosoma brucei*. According to the authors, the WOO test sensitivity to *Trypanosoma vivax*

diagnosis would be less [15], [16], as [2] or more significant [4], [9], [13] than the diagnosis coming from the ‘Murray technique’ [15]. This sensitivity to the WOO test would amount to, depending on the species, 500 (*T. brucei*), between 200 and 1250 (*T. vivax*) & 6525 trypanosomes/ml (*T. congolense*). Toro & coll. [21] deducted that the HCT technique is four times (4) more precise than the direct blood examination & 2.5 times more precise than the spreading method.

Dead animals autopsies

All along our study, 3 dead cases occurred among the animals coming from the non-treated Control group (3A & 3B Figures), before SURVIDIM® treatment at D45. The corpses’ autopsy of the 3 animals revealed macroscopic lesions, which correspond to the well-known Nagana features: subcutaneous edema (3C Figure), hydrothorax (3D Figure) & hydropericardium (3E Figure) lesions, hydroperitoneal lesions (3F Figure) apical lobes’ congestion of the lungs, a splenomegaly with the spleen remaining cutting-firm, some lymphadenitis (3G Figure), some petechia next to the myocardium (3H Figure). These lesions were also observed in the past by numerous authors [8].

Animal tolerance towards the treatment

The treatments with **Survidim**® & **Berenil**® were well tolerated by the animals. No local or general reaction was observed up to 36 hours after treatments.

Therapy efficiency

All the animals treated with **Berenil**® as well as **Survidim**® had a negative blood test after 24 hours, that means an efficiency of 100%. These results are in accordance with the observations of Peregrine and Col. [17], but also the results coming from numerous authors, who did prove the efficiency of Diminazene Diaceturate against the Bovine trypanosomiasis [2], [7], [22]. These animals remained negative till the end of the study, proving that our test site is free from tsetse flies, and thus there is no possibility of natural reinfestation. Non-treated control group animals remained positive up to their treatment on June 5th, 2004 (D34). Then, 24 hours after treatment they became negative, proving the curative efficiency of **Survidim**®.

The hematocrit

Follow-up of the evolution of the hematocrit in the three groups proves that the animals treated with **Survidim**® have an hematocrit, which is increasing more and more and is above **Berenil**® group. At the same time, the control group presented a continuous fall of their hematocrit, up to their treatment with **Survidim**®, and then stabilized and rose again as to approach hematocrit values of the **Berenil**® group (Table 1 and Fig. 4).

Table I: Rate of hematocrit (%) (Percentage $\pm$ SD, n = 7) during test period

Period	Control group	BERENIL group	SURVIDIM group	P *
D-14	36,43 $\pm$ 2,8	34,86 $\pm$ 3,3	33,95 $\pm$ 3,7	NS
D0 inoculation	38,29 $\pm$ 2,0	36,49 $\pm$ 1,7	35,58 $\pm$ 1,6	NS
D7	29,71 $\pm$ 3,5	27,36 $\pm$ 2,9	27,14 $\pm$ 1,1	NS
D9	29,64 $\pm$ 3,7	26,33 $\pm$ 4,5	26,44 $\pm$ 2,2	NS
D11 Treatment of lots 1 & 2	27,57 $\pm$ 4,6	23,63 $\pm$ 2,9	22,35 $\pm$ 2,2	**
D13	26 $\pm$ 4,9	22,28 $\pm$ 3,9	21,40 $\pm$ 2,4	*
D15	27,36 $\pm$ 4,6	24,37 $\pm$ 3,3	23,87 $\pm$ 4,0	NS
D18	23,86 $\pm$ 4,0	23,43 $\pm$ 2,0	23,37 $\pm$ 2,0	NS

D20	22,57 ± 3,5	22,38 ± 2,8	23,37 ± 4,2	NS
D22	22,29 ± 3,6	23,30 ± 2,1	24,21 ± 1,9	***
D26	21,57 ± 4,6	22,51 ± 3,2	23,76 ± 2,5	***
D30	19,14 ± 4,5	21,42 ± 4,6	23,55 ± 3,6	***
D34	17,29 ± 3,5	20,42 ± 4,3	22,70 ± 1,9	***
D37	18,58 ± 4,1	22,78 ± 4,0	25,68 ± 4,3	***
D41	18,67 ± 4,0	22,45 ± 5,7	24,60 ± 4,4	***
D45 Treatment of control lot	19,20 ± 2,4	21,76 ± 4,3	24,42 ± 6,4	***
D47	22,20 ± 3,9	23,01 ± 4,5	25,77 ± 7,8	***
D50	20,25 ± 0,5	21,83 ± 3,9	24,91 ± 8,1	*
D54	20,5 ± 8,3	21,02 ± 3,7	24,21 ± 7,8	**

Comparisons by ANOVA *P<0,05 , **P=0,001 , ***P< 0,001



Figure 3: post mortem examinations and lesions observed on animals, which died because of the trypanosomiasis (nagana); A & B: animals coming from the control group, which died from trypanosomiasis; C: subcutaneous oedema; D: Hydrothorax; E:

Hydropericardium; F: Hydroperitoneum; G: lymphadenitis from the popliteal lymph gland; H: petechia next to the myocardium

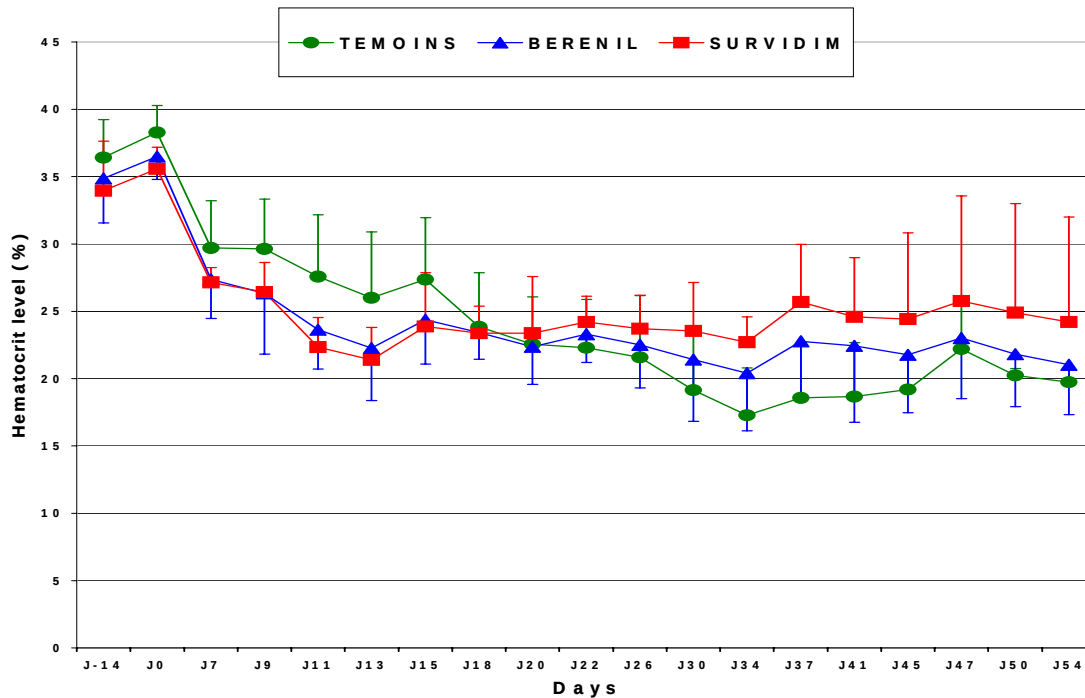


Figure 4: Evolution of the hematocrit by animal group (Ino: inoculation; T1: treatments of the 1 & 2 lots; T2: Treatment of the control group, “témoins” group in French)

All along our study, the evolution of the hematocrit values within the 3 lots showed us that the animals treated with **Survidim**[®] and **Berenil**[®] were enjoying an increasing hematocrit, which was definitely better than the one observed through the non-treated control group. Thus, we can easily suppose that the component of both diminazene diacetate formulations allow an increase of the hematocrit, after the complete trypanosomes disappearance through the blood, following the treatment. Our results confirm the ones obtained by **Sauveroché** & coll. in 1993 & **Seifert** in 1996, which proved that **Berenil**[®] administration (diminazene acetate) to contaminated animals will allow an increase of the hematocrit value to physiological values. However, the treatment with both formulations does not allow an immediate recovery towards initial hematocrit values. The increasing hematocrit is more significant for the animals coming from the **Survidim**[®] lot compared to the ones part of the **Berenil**[®] group. It might be explained by the influence of B₆ & B₁₂ vitamins brought by the **Survidim**[®]. B₆ & B₁₂ vitamins act on erythropoiesis and thus ease a quicker hematocrit recovery. Indeed, the B₆ vitamin plays an important role during the heme biosynthesis. The pyridoxal phosphate is the coenzyme of the delta aminolevulinate ligase, an enzyme taking part into the condensation of the glycine and the succinyl-CoA in order to constitute the delta-aminolevulinic acid, itself limiting step into the porphyrins synthesis and as a consequence into the heme synthesis [10]. That's why we do observe positive effects due to B₆ ingestion according to anaemia treatments. Concerning the B₁₂ vitamin, along the glucose degradation in the organism, there is a fatty acids production like propionic acid.

The B₁₂ vitamin will work with these metabolites in order to create succinyl A coenzyme. This coenzyme will enter into the Krebs cycle in order to produce glucose. This glucose will stimulate red blood cells production. The B₁₂ vitamin will also intervene, on an organism cells scale, during the conversion between ribose & deoxyribose, which is a required nucleotide for the DNA creation. The B₁₂ vitamin will thus stimulate the cellular multiplication, which does explain its positive impact on erythropoiesis [10]. Moreover, by contributing to the B₁₂ vitamin absorption, the B₆ vitamin enhances the B₁₂ vitamin effects. Thus, **Survidim**[®], thanks to its B₆ and B₁₂ vitamins intake, is more efficient than **Berenil**[®] in terms of increase of the hematocrit values. We also noticed that the animals coming from the non-treated control group, which were treated a little bit later on (D34) with **Survidim**[®], did enjoy an hematocrit increase & stabilization to a level close to the one reached by the animals coming from the **Berenil**[®] lot. The observed hematocrit stabilization, according to the animals coming from the non-treated control group, obtained after treatment, would be a proof of the relevancy and efficiency of the B₆ & B₁₂ vitamins, which are part of the new formulation (**Survidim**[®]).

Weight evolution

Weight growth

Even if there is not significant difference, a positive trend of the weight of **Survidim**[®] group is noted in comparison with **Berenil**[®] lot and control group shown on table II and figure 2.

TABLE II: BODY WEIGHT IN KG (PERCENTAGE ± SD, N = 7) DURING TEST PERIOD				
Perio d	Control group	BEREN IL group	SURVID IM group	P *
D-14	99 ± 17,7	96,6 ± 21,2	90,8 ± 16,4	NS
D0	101,5 ± 12,4	97,7 ± 20,8	91,9 ± 17,2	NS
D11	98,7 ± 12,6	98,8 ± 22,2	94 ± 19,5	NS
D21	100,7 ± 12,9	97,1 ± 20,9	92,5 ± 18,6	NS
D31	98 ± 12,1	94,1 ± 22,5	89,6 ± 17	NS
D42	95,2 ± 12,3	92,4 ± 22,6	88 ± 19,4	NS
D52	93,5 ± 8,3	91,6 ± 22	88,6 ± 18	NS

Comparisons by ANOVA

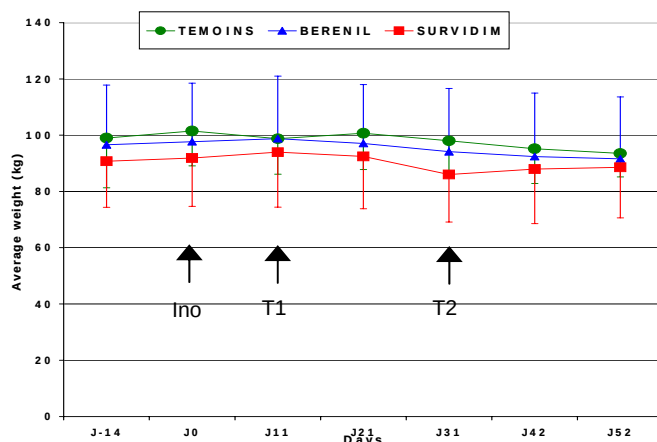


Figure 5: Evolution of body weight (kg) by group during test period (Ino: inoculation; T1: treatments of lots 1 & 2; T2: treatments of the control group or “témoins”)

Weight gain evolution

In the three lots, there is a fluctuation of the average weight gain all through the observation as to become finally positive at the end of the study between D42 and D52. The animals treated with **Survidim**[®] had an increase in weight 50% higher than the one coming from the **Berenil**[®] lot. We can also observe that the control group treated later on with **SURVIDIM**[®] finally exceeded the **BERENIL**[®] lot in terms of weight gain as shown on table III and figure 3.

TABLE III: AVERAGE WEIGHT GAIN (%) (PERCENTAGE $\pm$ SD, N = 7) DURING TEST PERIOD				
Period	Control group	BERENIL group	SURVIDIM group	P *
D-14 to D0	2,74 $\pm$ 7,8	2,02 $\pm$ 3,3	1,94 $\pm$ 2,2	NS
D0 to D11	-2,9 $\pm$ 3,5	0,92 $\pm$ 4,3	2,04 $\pm$ 4,5	NS
D11 to D21	1,83 $\pm$ 4,5	-1,4 $\pm$ 1,6	-1,2 $\pm$ 4,1	NS
D21 to D31	-2,81 $\pm$ 5,2	-2,81 $\pm$ 4,4	-2,76 $\pm$ 5,7	NS
D31 to D42	-4,09 $\pm$ 1,4	-2,01 $\pm$ 2,6	-1,68 $\pm$ 4,9	*
D42 to D52	1,68 $\pm$ 3,1	1,44 $\pm$ 5,1	2,96 $\pm$ 3,1	**

Comparisons by ANOVA

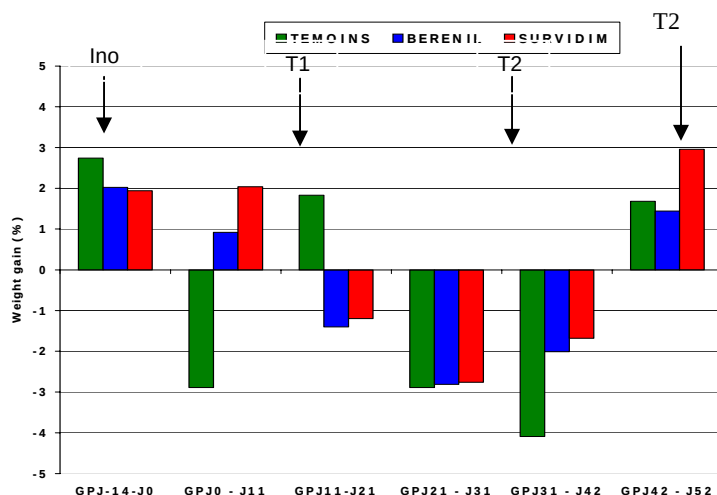


Figure 3: Average weight gain evolution by group during test period (Ino: inoculation; T1: treatments of the 1 & 2 lots; T2: treatment of the control group or “temoins”)

Survidim® & Berenil® treatments enhanced a positive weight gain evolution through the 3 lots. This weight gain may have occurred thanks to the diminazene diaceturate influence, as it was present into both formulations. This hypothesis is confirmed by the studies led by Sauveroché & Coll. in 1993 and then by Seifert in 1996, which proved that the administration of **Berenil®** (Diminazene aceturate) to trypanosomiasis infested bovines provoke an increase in weight evolution. However, the weight gain for animals treated with **Survidim®** is 50% more important compared to the weight gain obtained by the animals treated with **Berenil®**. Moreover, we recorded a weight gain amounting to 1.68 ± 3.1 for the non-treated control group after their late **Survidim®** treatment against 1.44 ± 5.1 for the **Berenil®** lot. From these observations, we can deduce that the B₆ & B₁₂ vitamins brought by the new formulation (**Survidim®**) did allow a better recovery and a faster weight gain. This quick weight gain recovery must be attached to a recovery of the appetite and as a consequence must be linked with the food consumption recovery (7A & 7B figures). This must have occurred because of the B₆ vitamin presence, which acts on the synthesis of different neurotransmitters like the serotonin, the dopamine and the gamma-aminobutyric acid, implied in the food consumption control. Indeed, the nervous factors as the hypothalamus and the ventral-median nucleus act on the food consumption detecting sensors thanks to these neurotransmitters.

Conclusion

The bovine trypanosomiasis is a serious & fatal disease, which deeply limits the development of farming throughout numerous countries in sub-Saharan Africa. Nevertheless, the chemotherapy is still the most convenient way of fighting against this disease. In that way, the diminazene diaceturate is definitely proved to be the main molecule, which must be chosen universally. However, it is still highly advised to improve the sanitarian conditions of the animals via a palliative treatment based on vitamins intake. For this reason, we tend to use vitamins coming especially from the



Fig.7, Evolution of the weight of animals after treatment. A: Bull calf (**Survidim**[®] group) at day 11 (day of treatment); B: same animal at day 31.

B group like B₆ & B₁₂ vitamins because of their anti-anaemia properties. That's why the new formulation of diminazene diaceturate, SURVIDIM[®], should be recommended. Both diminazene diaceturate formulations were proved efficient. However, the best results were reached with the new SURVIDIM^R formulation thanks to its extra intake in B₆ and B₁₂ vitamins.

Acknowledgment

This study was carried out thanks to funds coming from the pharmaceutical firm LAPROVET.



REFERENCE

- 1- **BOLY H.; THOMBIANO D.; HUMBLLOT P. et THIBIER M., 1991.** Influence de *Trypanosoma congolense* sur la fonction sexuelle de Taurins Baoulé. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **44** (4): 475-480.
- 2- **CAMUS E., 1983.** Note sur un essai de traitement trypanocide pour lutter contre la primo-infestation chez les veaux Baoulé. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **34** (3) : 289-293.
- 3- **CHAKA H. et ABEBE G., 2003.** Trypanosomes résistants aux médicaments: une menace pour la production bovine du sud-ouest éthiopien. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **56** (1-2) : 33-36.
- 4- **DESQUESNES M., 1996.** Evaluation of a simple PCR technique for the diagnosis of *Trypanosoma vivax* in the serum of cattle in comparison to parasitological techniques and antigen-enzyme linked immunosorbent assay (Ag-ELISA). *Acta Tropica*, **65** (3): 139-148..
- 5- **DESQUESNES M.; DIA M.L. et BENGALY Z., 2004.** Les trypanosomoses animales: diagnostic différentiel des trypanosomoses des ruminants. – Bobo-Dioulasso: CIRDES, – 8p.-(fiche n°4).
- 6- **DIA M. L. et DESQUESNES M., 2004.** Utilisation rationnelle des trypanocides.- Bobo-Dioulasso : CIRDES .- 7p.
- 7- **DIAITE, 1989.** La lutte contre la trypanosomiase animale : réalisations et perspectives d'avenir au Sénégal. Dakar : LNERVE.- 92p.

- 8- **EUZEBY J., 1986.** Protozoologie médicale compare: vol.1. Généralités -Sarcostigophores (Flagellés, Rhizopodes) - Ciliés.- Lyon:Fondation Mérieux. - 463p
- 9- **KALU A.U.; EDEGHERE H.U. et LAWANI F.A., 1986.** Comparison of diagnostic techniques during subclinical single infections of trypanosomiasis in goats.Vet. Parasitol., **22** (1-2): 37-47.
- 10- **LE GRUSSE J. et WALTIER B., 1993.** Les vitamines : données biochimiques, nutritionnelles et cliniques. Neuilly Sur-Seine : Produits Roche ; Centre d'Etude et d'Information sur les Vitamines.- 390p.
- 11- **MASSAKE R.A.; MUSOKE A.J. et NANTULYA V.M., 1983.** Specific antibody responses to the variable surface glycoproteins of *Trypanosoma congolense* in infected cattle. Parasite immunology, **5** (4): 345-355.
- 12- **MILHAUD G., 1961.** Mécanisme de l'effet retard de l'Hydroxocobalamine. Rev. Française des Etudes Cliniques et Biologique, **6** (1) : 922-924.
- 13- **MONZON C.M. ; MANCEBO O.A et ROUX J.P., 1990.** Comparison between six parasitological methods for diagnostics of *Trypanosoma evansi* in subtropical area of Argentina. Vet. Parasitol., **36**: 141-144 .
- 14- **MORTELEMANS J., 1986.** Quelques aspects économiques en rapport avec la parasitologie vétérinaire, Tropicultura, **4** : 116-122.
- 15- **MURRAY M. ; MURRAY P.K. et MC INTYRE W.L.M., 1977.** An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg., **71**: 325-326.
- 16- **PARIS J., MURRAY M. et MC ODIMBA F., 1982.** A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. Acta Tropica, **39**: 307-316.
- 17- **PEREGRINE A.S. et MAMMAN M., 1982.** Pharmacology of diminazene : a review. Acta Tropica, **54**: 185-203.
- 18- **SAUVEROCHE B. et WAGNER H.G., 1993** Physiologie de la reproduction de bovins trypanotolérants : synthèse des connaissances actuelles.- Rome : FAO.- (Production et santé animale.)
- 19- **SEIFERT H.S.H., 1996** Tropical Animal Health - 2ème éd. - Londres : kluwer Academic Publisher.-
- 20- **TAYLOR K.A., 1998.** Immune responses of cattle to African trypanosomes: protective or pathogenic? [Réponses immunes des bovins aux trypanosomes africains: protectrices ou pathogènes?] *International Journal for Parasitology*, **28** (2): 219-240.
- 21- **TORO M.; LEON E. et LOPEZ R., 1987.** Rome : FAO.
- 22- **TOURE S.M. 1975.** Diagnostic des trypanosomoses animales. - Dakar : ISRA ; LNERV. - 11p.
- 23- **WOO P.T.K. et SOLTYS M.A., 1977.** Trypanosomes producing disease in Livestock in Africa (239-268). In: J.H. Kreier (ed.) Parasitic protozoa, vol.1. - New-York: Academic Press.

(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

417

**SOME PATHOLOGICAL CHANGES IN NUBIAN GOATS EXPERIMENTALLY
INFECTED WITH *TRYPANOSOMA VIVAX***

**QUELQUES CHANGEMENTS PATHOLOGIQUES CHEZ LES CHEVRES
NUBIENNES INFECTEES EXPERIMENTALEMENT PAR *TRYPANOSOMA
VIVAX***

Osman Nadia. M. *, Fadl M. **, Mohammed Zakia. A* & A/Rahman A.H*

* *Central Veterinary Research Laboratories (CVRL), Khartoum, Sudan*

** *University of Khartoum, Department of Parasitology*

Résumé

La sensibilité des chèvres nubiennes à l'infection de *T. vivax* a été étudiée à l'aide d'un isolant issu des vaches infectées vivant dans une zone indemne de tsé-tsé. Les changements macroscopiques chez les chèvres infectées étaient, entre autres, la pâleur des muqueuses, les membranes sèches, le sang aqueux, l'atrophie des muscles, l'hémorragie dans les reins et la congestion du cerveau. Les changements histopathologiques les plus courants étaient les infiltrations généralisées de cellules mononucléaires dans plusieurs organes et la formation de vacuoles des cellules de Purkinje du cœur. L'examen des foies a révélé une congestion et des zones de nécrose ischémique. Les poumons présentaient un épaississement des septums alvéolaires. Les sections de la rate ont révélé des dépôts de pigments hémossidérins. Les changements observés dans les reins étaient des hémorragies dans les substances médullaires et la dégénérescence des cellules tubulaires, tandis que les glandes surrénales présentaient des hémorragies et une dégénérescence de certaines cellules corticales. Le cerveau présentait une gliose et les testicules une nécrose et de nombreux granulomes.

L'infection à *T. vivax* chez les chèvres a entraîné une anémie macrocytaire normochromique, dont le signe extérieur était une forte baisse de l'hématocrite, du nombre total des globules rouges et de la concentration de l'hémoglobine. Des augmentations considérables ont été notées dans le volume corpusculaire moyen et l'hémoglobine corpusculaire moyenne. Aucun changement significatif n'a été observé pour les valeurs de la concentration corpusculaire moyenne de l'hémoglobine, de l'albumine du sérum, de la créatinine, du sodium et du potassium. Les modifications biochimiques du sérum étaient, entre autres, l'augmentation significative des valeurs de l'aspartate aminotransférase, des protéines totales, des globulines et de l'urée.

Mots-clés : Chèvres nubiennes, *Trypanosoma vivax*.

427

Summary

The susceptibility of Nubian goats to *Trypanosoma vivax* infection was studied using an isolate obtained from infected cow in Suki district, Sinnar State, which is free of tsetse flies. Gross changes included pale mucous, serous membranes, watery blood, muscle atrophy, haemorrhages in the kidneys and congestion of the brain. The most common histopathological changes were wide spread of mononuclear cell infiltrations in several organs and vaculation of Purkinje cells in the heart. The livers revealed congestion and areas of coagulative necrosis. Lungs showed thickening of the alveolar septa. Spleens sections revealed deposition of haemosiderin pigments. Changes of kidneys included haemorrhages in the medullary rays and degeneration of tubular cells while adrenal glands showed haemorrhages and degeneration of some cortical cells. There were oedema and thrombosis of some blood vessels in lymph nodes. The brain showed gliosis and testis showed necrosis and multiple granulomas. *Trypanosoma vivax* infection in goats resulted in macrocytic normochromic anaemia evidenced by significant decrease in packed cell volume (PCV), total red blood cells counts (RBCs) and haemoglobin concentration (Hb) values. Significant increases were encountered in mean corpuscular volume (MCV) and mean corpuscular haemoglobin (MCH) values. No significant change was observed in mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC). Total white blood cells (WBCs) counts were normal. Serum biochemical alterations included significant increase in aspartate aminotransferase (AST), total proteins, globulins and urea values. However no significant alterations were observed in serum albumin, creatinine, sodium (Na⁺) and potassium (K⁺) values. It can be concluded that the Nubian goats are highly susceptible and sensitive to experimental *T. vivax* infection.

Key Words: Nubian goats, *Trypanosoma vivax*

Introduction

The objective was to study the infectivity & susceptibility of Sudanese Nubian goats to experimental *Trypanosoma vivax* infection. The study was within a frame work of a project investigating the magnitude of the problem of the mechanically transmitted *Trypanosoma vivax* in the Sudan.

Materials and Methods:-

Twenty male goats belonging to the Black Nubian breed, which is a common goat breed in Northern Sudan, were used in this experiment. The animals were kept in fly-proof fence. The *Trypanosome vivax* stock was isolated from blood of a naturally infected cattle found in Suki tsetse free district (Sinnar State) and kept in goats and liquid nitrogen. 15 goats were experimentally infected with 10⁴ (trypanosome /ml) from the donor goat and 5 goats served as uninfected control group. The experimental animals were bled weekly for 13 weeks. Blood samples were collected to study the hematological and biochemical changes caused by *T. vivax* infection. Sections for histopathological studies were prepared and stained with haematoxylin and eosin (H&E). Statistical analysis was performed using SPSS program version 9.05. Significant levels were taken at $p \leq 0.05$.

Results:-

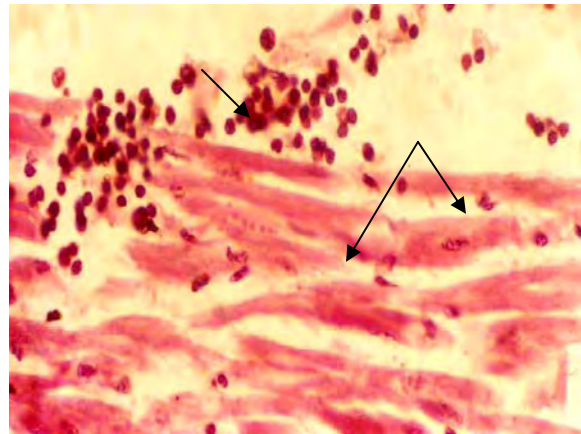
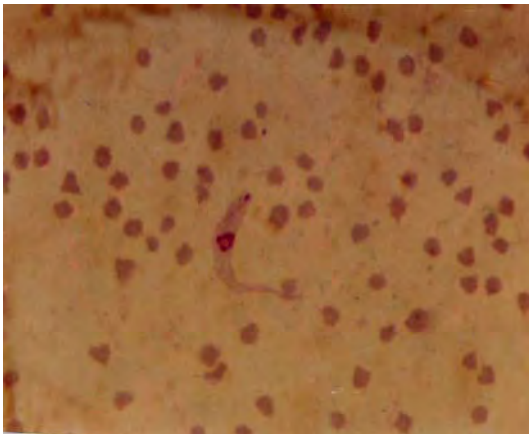
All infected animals showed different clinical signs that include lethargy, weakness, watery blood, pale mucous membranes, rough coats, emaciation and at late stages recumbency which followed by death of some animals (Mortality rate is 46%). All infected animals showed persistent fluctuating parasitaemia throughout the

experimental period. Ear veins blood samples revealed higher levels of parasitaemia than jugular vein blood. A significant decrease was found in PCV, Hb content and RBCs counts, while a significant increase occurred in MCV & MCH values in infected groups. On the other hand no significant difference was found in WBCs count and MCHC values of infected groups in relation to uninfected animals.

A significant increase was found in AST, total proteins, globulins and urea values in infected group ($P < 0.5$). On the other hand no significant difference was found in albumin, creatinine, sodium and potassium values of infected groups in relation to uninfected animals.

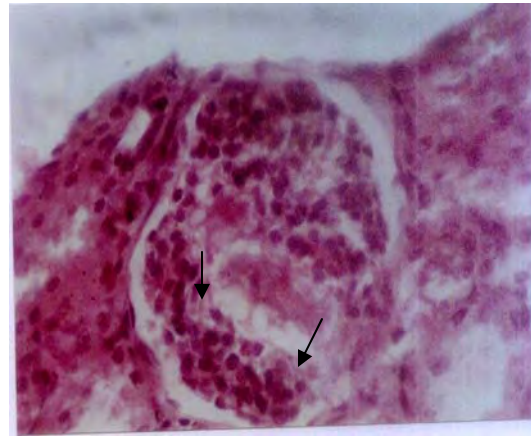
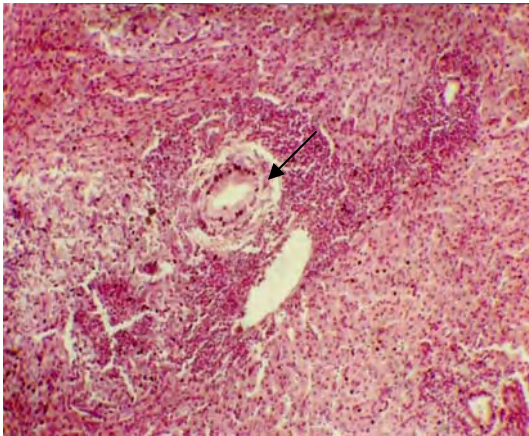
Gross lesions observed in infected animals included general emaciation, muscle atrophy, pale mucous and serous membranes, gelatinous and hemorrhagic kidneys, hydropericardium, flabby hearts and congestion of the brain blood vessels.

Different histopathological changes were encountered in infected animals. Sections of hearts of infected animals demonstrated separation of myocardial muscle bundles, mononuclear cell infiltration and vaculation of Purkinje cells. The lungs showed thickening of the alveoli septa and interstitial tissue concomitant with oedema, and alveolar emphysema. The liver revealed hepatocellular swelling and portal infiltration of lymphoid cells and few polymorphonucleus cells. Spleen revealed deposition of haemosiderin pigments. Brain showed gliosis. Changes in kidneys included congestion in the medullary rays and segmented glomeruli with presence of homogenous pink deposits. Testes showed degeneration and dissociation of seminiferous tubules cells and multigranulomas. Focal interstitial mononuclear cell infiltration was seen in the epididymis.



Trypanosoma vivax in thin blood stained Heart of a goat infected with *T. vivax* showing Smear of an infected goat (100x) separated muscle cells and infiltration of mononuclear cells

(b). (H&E)x10



Liver of a goat infected with *T. vivax* showing massive infiltration of lymphoid cells in portal segmented glomeruli and homogenous proteinaceous tract (H&E). X 10. Kidney of a goat infected with *T. vivax* showing massive infiltration of lymphoid cells in portal segmented glomeruli and homogenous proteinaceous tract (H&E). X 40.

Discussion:

In this study significant drop was reported in the PCV levels, Hb concentration and RBCS counts of infected groups, compared to the control group. These findings were supported by the findings of Saror, (1980) in *T. vivax* infection in goats and cattle. This anaemia might be due to the haemolysins induced by the trypanosomes, different immunological factors, increased erythrophagocytosis, haemodilution and dyshaemopoiesis (Murray and Dexter, 1988). The significant increase in the MCV and normal values of MCHC values indicates the macrocytic normochromic type of anaemia that occurred in infected groups. Most of the clinical signs, post mortem and histopathological changes observed in this experiment were reported previously by Losos and Ikede (1972), and Saror (1980) in *T. vivax* infection in red sokoto goats. The changes in tissues might be attributed to the anaemia caused by the infection. The results showed significant increase in AST activity in infected animals. This increase might be due to the damage caused by the parasites in different organs especially the liver, heart and kidneys. The results also showed significant increase in total protein and globulin and might indicate immunological responses due to infection.

The significant increase in Urea values in infected groups reported in this study agrees with the findings of Ognsanmi *et al.* (1994) in *T. brucei* infections in sheep. The increase in urea might be due to renal damage and thus impairment of urea excretion. Death in goats might be due to heart damage that might lead to congestive heart failure coupled with liver and kidney infection. Moreover, in chronic states death might be due to secondary infections as described by Anosa (1988).

Conclusions and Recommendations

The results of the present study have clearly indicated that Nubian goats are very susceptible to *T. vivax* infection and are suitable as experimental animals for *T. vivax* studies. Animals with chronic *T. vivax* infection might serve as source of infection for other livestock and thus play an important role in trypanosomosis epidemiology. The results indicate that *T. vivax* stocks which are circulating outside tsetse area for along time are still maintaining their virulence and may cause great economic losses in animal production. More investigations on the susceptibility of different goat breeds to trypanosomes and their role in disease epidemiology should be initiated. Also more extensive studies should be performed to elucidate the role of biting flies in mechanical transmission of *T. vivax* and their host's preference.

References

- Anosa, V.O. (1988). Haematological and biochemical changes in human and animal trypanosomiasis. Part II. Rev. Elev. Med.Vet. Pays. Trop. 41 (2): 151-164.
- Losos, G.J and Ikede, B.O. (1972). Review of pathology of diseases in domestic and laboratory animals caused by *Trypanosoma congolense*, *T. vivax*, *T. brucei*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense*. Vet. Pathol. 9:1-71.
- Murray, M, Dexter, TM (1988). Anaemia in bovine African trypanosomiasis (A review). Acta.Trop.45: 389-432.
- Ogunsanmi, A.O, Akpavie, S.O and Anosa, V.O. (1994). Serum biochemical changes in West African Dwarf sheep experimentally infected with *Trypanosoma brucei*. Rev. Elev. Med. Vet. Pays. Trop. 47 (2): 195-200.
- Osaer, S, Akinbamijo,O.O and Goossens,B. (2000). Some biochemical changes following *Trypanosoma congolense* infection in Djallonke ewe lambs and breeding ewes fed on two levels of nutrition . Acta. Trop. 75: 229-241.
- Saror, D.I. (1980). Observations on the course and pathology of *Trypanosoma vivax* in Red Sokoto goats. Res. Vet. Sci. 28: 36-38.

**DETECTION ET CONTROLE DE LA RESISTANCE AUX TRYPANOCIDES :
LES ACQUIS DU PROJET ILRI/BMZ DANS LES ZONES COTONNIERES DE
L'AFRIQUE DE L'OUEST**

**DETECTION AND CONTROL OF TRYPANOCIDE RESISTANCE:
ACHIEVEMENTS OF THE ILRI/BMZ PROJECT IN THE COTTON ZONE OF
WEST AFRICA**

*O. Diall¹, T. Randolph², P-H Clausen³, H. Waibel⁴, I. Sidibé⁵, A.Schoenfield⁶, M.B.
Diallo⁷, Z. Bocoum⁸ & M. Sangaré⁹,

^{1.} *ILRI/BMZ Project on Chemoresistance, ICRISAT-Mali, Bamako, Mali
o.diall@icrisatml.org*

^{2.} *International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya*

^{3.} *Freie Universität Berlin, Berlin, Germany*

^{4.} *University of Hanover, Hanover, Germany*

^{5.} *Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en Zone Subhumide
(CIRDES), Bobo Dioulasso, Burkina Faso*

^{6.} *International Trypanotolerance Center, Banjul, The Gambia*

^{7.} *Institut de Recherche Agronomique de Guinée (IRAG), Conakry, Guinée*

^{8.} *Laboratoire Central Vétérinaire de Bamako, Bamako, Mali*

^{9.} *Unité Centrale de Lutte contre les Tsé-tsé et la TRYPANOSOMIASE, Bamako, Mali*

Summary

This paper is summarizing the activities of the ILRI/BMZ project (2002-2005), including key results obtained in the three countries, it covers: Mali, Burkina and Guinea. Research activities covered: evaluation of resistance and risk factors, modelling the dynamic and the impact of resistance, evaluation of control strategies at farm, policy and delivery levels. The evaluation of resistance and risk factors was based on cross-sectional epidemiological survey, followed by a longitudinal study to monitor treatment failures in the identified high risk foci. The epidemiological survey revealed a west-east gradient, where trypanosomosis and chemoresistance risk is increasing ; this reflects the increase in the proportion of zebus and drug use levels. Other benefits are the use of field data for setting up a regional data base, mapping trypanosomosis and trypanocide resistance in West Africa and for validating dynamic mathematical models and economic models. The longitudinal study allowed development and validation of a shortened resistance detection protocol (28 days), which is low-cost and easy to use by national services. Evaluated control strategies comprised vector control and different modalities of promoting Rational Drug Use (RDU). Vector control reduced trypanosomosis risk, mortality and number of treatments and can be recommended for contention of resistance in highly affected foci. All tested modalities of RDU were found useful to improve

knowledge and reduce bad treatment practices; therefore, they are to be recommended in preventing resistance in areas where resistance is not yet well established. At Policy and delivery levels, constraining factors were identified and solutions were proposed. The project has also developed national and regional capacities through information and training of the different partners and students. The project results will be scaled up under a new phase with an extension of activities to two more countries, Benin and Ghana. Most of those results have been or are being reported in other papers in ISCTRC

Key Words: trypanosomosis, chemoresistance, cotton zone of West Africa

Résumé

Cet article rend compte des activités réalisées par le projet ILRI/BMZ entre 2002 et 2005 et des principaux résultats obtenus dans les trois pays concernés: le Mali, le Burkina Faso et la Guinée. Les activités de recherche ont porté sur:

- l'évaluation de la résistance et des facteurs de risque;
- la modélisation de la dynamique et de l'impact de la résistance;
- l'évaluation des meilleures stratégies de contrôle au niveau de l'exploitation, des politiques et de l'approvisionnement.

L'évaluation de la résistance et des facteurs de risque a été réalisée grâce à une enquête épidémiologique transversale suivie d'une étude longitudinale pour détecter des échecs de traitement dans les sites où le risque est élevé. L'enquête épidémiologique a révélé un gradient d'Ouest en Est, où les risques de Trypanosomiase et de chimiorésistance augmentent comme le montre l'augmentation de la présence des zébus et de l'utilisation des trypanocides. Par ailleurs, d'autres retombées intéressantes ont permis d'initier une base de données et une cartographie de la Trypanosomiase et de la chimiorésistance en Afrique de l'Ouest, et de modéliser la dynamique et l'impact du phénomène. L'étude longitudinale a permis de développer et valider un protocole raccourci de détection de résistance (28 jours), moins coûteux, et d'utilisation plus facile pour les services nationaux. Les stratégies de contrôle évaluées au niveau « exploitation » comprennent la lutte contre le vecteur et les différentes modalités de promotion de l'Usage Rationnel des Médicaments (URM). La lutte contre le vecteur a permis de réduire le risque trypanosomien, la mortalité et la fréquence des traitements; elle est recommandée pour contenir la résistance dans les sites fortement touchés. Les différentes modalités de l'URM se sont toutes avérées aptes à améliorer les connaissances et à réduire les mauvaises pratiques de traitement; elles sont recommandées pour ralentir le développement de la résistance dans les sites relativement préservés. Au niveau des politiques et des systèmes d'approvisionnement, des contraintes ont été identifiées et des solutions proposées.

Le projet a, en outre, renforcé les capacités nationales et régionales par l'information et la formation des différents acteurs et des étudiants. Les résultats obtenus seront vulgarisés dans le cadre d'une deuxième phase du projet qui va s'étendre à deux autres pays, le Bénin et le Ghana. La plupart de ces résultats ont été ou vont être présentés dans d'autres articles à la réunion du CSIRLT.

Mots-clés : Trypanosomiase, chimiorésistance, zone cotonnière de l'Afrique de l'Ouest.

Introduction :

Les zones cotonnières de l'Afrique de l'ouest ont connu une détérioration de la situation de la Trypanosomiase suite au remplacement du bétail trypanotolérant (Ndama

et Baoulé) par du bétail trypanosensible (zebu) pour la traction bovine et dans les élevages villageois. Ce changement était motivé par :

- L'option, dès le début des années 1960, pour un modèle de production cotonnière s'appuyant sur la traction bovine, avec une nette préférence pour l'emploi du zébu au détriment des taurins trypanotolérants, mais de petite taille.
- Par la migration, avec leurs troupeaux, de nombreux éleveurs Peulh fuyant les effets des sécheresses qui ont frappé le Sahel dans les années 1970 et 80.
- La constitution par les agriculteurs de troupeaux de zébus, en guise d'« épargnes vivantes » des revenus tirés des ventes du coton et d'autres produits agricoles.

Deux circonstances majeures ont facilité ce changement:

- La réduction de la densité des mouches tsé-tsé savaniques, due à la dégradation de leur habitat sous l'effet conjugué de l'extension des cultures et de la croissance démographique.
- L'arrivée sur le marché, dans les années 1960, de nouveaux trypanocides réputés efficaces (Isométymidium et Diminazène) ;

La Trypanosomiase a donc cessé d'être un facteur limitant absolu de la présence du zébu dans ces savanes subhumides. Le zébu pouvait désormais y vivre, mais au prix de fréquents traitements pratiqués souvent par les éleveurs eux-mêmes; cette stratégie baptisée « élevage sous seringue » a certainement créé les conditions d'émergence de la chimiorésistance.

L'initiative d'une recherche spécifique sur la chimiorésistance des trypanosomes du bétail dans les zones cotonnières de l'Afrique de l'Ouest est partie de la découverte dans les années 1980 et 90 des premiers cas de résistance dans le ranch bovin de Samoragouan, province du Kénédougou au Burkina Faso. Les inquiétudes et interrogations suscitées par cette découverte, ont amené la coopération allemande à financer une série de projets de recherche sur cette chimiorésistance des trypanosomes du bétail :

- Un premier projet, le « BMZ1 » (1997-1999), a confirmé la présence de la chimiorésistance dans plusieurs sites à travers la province du Kénédougou au Burkina Faso
- Un deuxième projet, le « BMZ2 », est venu prendre le relai du premier en 2002; celui-ci était plus complexe par son contenu multisectoriel et par l'étendue de sa zone d'intervention qui couvrait, en plus de la province du Kénédougou au Burkina Faso, le Sud du Mali et le Nord-Est de la Guinée.
- Un troisième projet, le « BMZ3 » officiellement lancé en septembre 2006, s'efforcera en 3 ans d'assurer la diffusion des très intéressants produits générés par le « BMZ2 » et d'en évaluer l'impact.

Dans le présent article, nous vous proposons un résumé des résultats clés du projet BMZ2, dont certains ont déjà fait ou sont en train de faire l'objet d'une communication orale ou en poster au CSIRLT

Les activités du BMZ2(2002-2006) :

Le projet avait un programme constitué de six activités:

- Détection et caractérisation de foyers suspects de chimiorésistance (« suspected hot spots ») au Mali et en Guinée;

- Développement de modèles décrivant la dynamique et l'impact de la résistance aux médicaments trypanocides, ainsi que les options de gestion du phénomène;
- Identification et évaluation des meilleures stratégies de contrôle minimisant le risque de développement de la résistance aux trypanocides;
- Identification et évaluation des systèmes d'approvisionnement susceptibles de soutenir les différentes stratégies de contrôle;
- Formulation de politiques réglementaires et de contrôle à tous les niveaux;
- Développement de capacités nationales et régionales pour faciliter la surveillance de la résistance et la mise en œuvre de stratégies améliorées de contrôle de la Trypanosomiase;

Les résultats du BMZ2

1. Détection et caractérisation de foyers suspects de chimiorésistance (« hot spots ») au Mali et en Guinée:

Les objectifs visés par cette activité étaient: la validation de méthodes de détection de la résistance, la génération de connaissances sur l'existence et l'ampleur de la résistance et l'identification de foyers de résistance pour y évaluer des stratégies de contrôle dans le cadre de l'activité trois (3).

La méthodologie utilisée est celle des enquêtes collectives impliquant deux enquêtes à mener successivement l'une après l'autre :

- Une enquête transversale dans plusieurs sites pour évaluer les prévalences de la Trypanosomiase, les densités glossiniennes et l'utilisation des médicaments trypanocides;
- Une enquête longitudinale pour évaluer les échecs de traitement dans les sites ayant présenté une prévalence >_10% au cours de la première enquête, et considérés comme des sites à forte probabilité de résistance ou « suspected hot spots ».

Les résultats sont les suivants :

- Deux protocoles (56 et 28 jours de suivi) ont été validés pour la détection de la résistance sur le terrain, avec la participation des services nationaux du Mali et de la Guinée partenaires du projet(4).
- Dix (10) foyers de résistance ont été détectés au Mali; en revanche la présence de résistance n'a pas pu être confirmée en Guinée où un seul site suspect avait été détecté.
- Une masse de données a été générées dans les deux pays concernant les facteurs de risque de la Trypanosomiase et de la chimiorésistance; ces données révèlent notamment l'existence d'un gradient d'Ouest en Est qui révèle une pesence croissante de la prévalence de la Trypanosomiase bovine, les densités de tsétsé, la présence du génotype zébu et les niveaux d'utilisation des trypanocides. ces données montrent également que: (i) *G.palpalis gambiensis* constitue partout l'espèce de tsé-tsé dominante ; (ii) *G.morsitans submorsitans* a disparu de certaines zones; et que (iii) *G.tachinoides* est virtuellement absente de la préfecture guinéenne de Mandiana.

Développement de modèles décrivant la dynamique et l'impact de la résistance aux médicaments trypanocides, ainsi que les options de gestion du phénomène

- Une analyse spatiale sommaire des facteurs de risque a montré le rôle des systèmes de production des races bovines et de l'accès aux médicaments dans le développement de la chimiorésistance des trypanosomes du bétail.

- Les modèles mathématiques élaborés laissent entrevoir une aggravation de la situation de chimiorésistance observée dans la partie Est de la zone d'étude (Sikasso) et le développement progressif du phénomène dans sa partie Ouest (Bougouni, Yanfolila et Mandiana), si rien n'est fait pour inverser cette tendance.
- Les modèles économiques ont montré que les traitements trypanocides demeurent économiquement rentables et que les producteurs continueront à les pratiquer (5).

Identification et évaluation de trois stratégies de contrôle minimisant le risque de développement ou de propagation de la résistance aux trypanocides.

Trois stratégies ont été évaluées: la lutte contre le vecteur, l'élevage du bétail trypanotolérant et l'usage rationnel de médicaments(URM)

- **Lutte antivectorielle à base communautaire** réalisée dans le sud-ouest du Burkina Faso dans quatre foyers de résistance identifiés par le BMZ1. Cette lutte a été réalisée par la pose d'écrans insecticides le long des cours d'eau et par la pulvérisation des bovins avec du Butox, particulièrement en saison pluvieuse. Elle a confirmé son efficacité en réduisant la mortalité de 70% et l'utilisation des médicaments de 50%, et en augmentant les labours de 95%. Cette méthode qui a aussi confirmé son caractère non durable en l'absence d'appuis extérieurs pourrait, néanmoins être recommandée dans une opération ponctuelle de suppression des densités du vecteur dans les sites où la résistance est fortement implantée (1).
- **Elevage du bétail trypanotolérant:** cette stratégie traditionnelle qui était largement et spontanément adoptée dans le passé, permettait de faire de l'élevage dans les zones infestées par les tsé-tsé sans recours aux médicaments modernes. Nos études basées sur des enquêtes CAP(3) ont montré que ce bétail suscite aujourd'hui peu d'intérêt chez les éleveurs, en raison de sa petite taille, de sa faible productivité et de son tempérament difficile; la nécessaire conservation de cet élevage passe par sa sélection pour une plus grande taille et une meilleure productivité et par la recherche d'opportunités de vente à l'extérieur offrant des prix plus élevés que ceux appliqués dans les pays producteurs.
- **Usage rationnel des médicaments:** cette stratégie qui prône le bon usage des médicaments a été testée en trois versions en termes d'efficacité, de coûts et d'acceptabilité:
 1. Développement d'un programme communautaire de santé animal basé sur la formation au bon emploi des médicaments de vingt trois producteurs ressortissants de quatre villages au Burkina Faso et devant servir leurs communautés respectives en matière de soins de santé animale. Nos études ont montré que la méthode est efficace mais coûteuse et peu acceptée par certains acteurs (services publics et vétérinaires privés) (2).
 2. Formation au profit des services vétérinaires existants: il s'agissait de former un groupe d'agents des services vétérinaires publics et privés et de mesurer l'impact de cette formation sur l'évolution de leurs connaissances et de la qualité de leurs prestations en comparaison avec un groupe n'ayant pas reçu cette formation. Cette méthode, d'un coût modéré et bien acceptée par la plupart des

acteurs, a peu de chance d'être efficace à grande échelle, en raison de la faible couverture des zones rurales par du personnel vétérinaire, et donc du faible recours à ce personnel pour les soins.

3. Information des éleveurs: il s'agit de fournir des informations sur le diagnostic et les traitements aux éleveurs de trente quatre villages et de les comparer à ceux d'autant de villages témoins, n'ayant pas reçu ces informations, pour ce qui est de l'évolution de leurs connaissances et de leur savoir faire avant et après intervention. Cette tâche ne s'est avérée ni très efficace, ni bien acceptée, mais le coût était abordable.

Identification et évaluation des systèmes d'approvisionnement susceptibles de soutenir les différentes stratégies de contrôle.

Les résultats de cette activité ont montré que:

- Le Mali, le Burkina Faso et la Guinée ont des systèmes d'approvisionnement différents ayant chacun ses insuffisances.
- En Guinée, le système est plus étatique, avec des services vétérinaires (publics, privés et communautaires) bien implantés sur le terrain, mais avec une faible disponibilité des médicaments.
- Au Mali, le marché des médicaments est plus ouvert. Les médicaments sont disponibles presque partout et à bas prix; par contre la provision de services vétérinaires qualifiés est faible; ce qui conduit les producteurs à traiter eux-mêmes leurs animaux.
- Au Burkina Faso : le marché des médicaments est fortement régulé, ce qui a pour conséquences des prix élevés des médicaments dans le système formel et le développement d'un marché « noir ».
- Il est difficile de bousculer les systèmes actuels mais ceux-ci pourraient être améliorés à travers des formations et de l'information au profit des différents acteurs.

Formulation de politiques réglementaires et de contrôle à tous les niveaux:

Cette activité avait pour objectif d'analyser l'environnement réglementaire des stratégies de lutte contre la Trypanosomiose et d'apporter des propositions d'amélioration (6). Les résultats qui se rapportent essentiellement au cas malien montrent que:

- Ni les politiques actuelles, ni les différents acteurs ne s'opposent à la lutte contre le vecteur et à l'élevage du bétail trypanotolérant.
- En revanche, les politiques actuelles ou les interprétations qui en sont faites par certains acteurs s'opposent à certaines composantes de l'usage rationnel des médicaments, notamment aux programmes de formation d'agents communautaires de santé animale et dans une moindre mesure à l'information des producteurs.
- Il est difficile de changer les règles, qui concernent la santé animale en général, pour les seuls besoins de la lutte contre la Trypanosomiose.
- Il serait donc important de sensibiliser davantage sur les conséquences des résistances aux médicaments vétérinaires en général.

Développement des capacités nationales et régionales pour faciliter la surveillance de la résistance et la mise en œuvre des stratégies améliorées de contrôle de la Trypanosomiose.

Le renforcement des capacités concerne : la formation de sept étudiants en MSc, PhD ou Maîtrise ainsi que la formation et l'information des différents acteurs

(communautés rurales, prestataires de services privés et publics et décideurs politiques).

Conclusion :

Les études réalisées par le projet BMZ2 ont permis de générer une masse de connaissances sur la Trypanosomiase bovine et sur sa chimiorésistance dans une vaste zone cotonnière allant de la province du Kenedougou au Sud-Ouest du Burkina Faso, traversant le Sud du Mali (région de Sikasso) et se terminant dans le Nord-Est de la Guinée (préfecture de Mandiana). Une base de données a été constituée au niveau de l'ILRI pour faciliter la conservation et la gestion de ces informations.

Des outils de détection de la résistance pouvant être utilisés sur le terrain par les services nationaux ont été développés et validés. Ils seront utilisés pour évaluer la résistance dans de nouvelles zones au Burkina, au Ghana et au Bénin.

Des stratégies de lutte contre la Trypanosomiase minimisant le risque de résistance ont été évaluées et les conditions de leur utilisation ont été définies en fonction des réglementations en vigueur dans les différents pays étudiés. Des supports de formation et d'information développés pour promouvoir l'usage rationnel des médicaments seront transférés aux pays intéressés en vue de leur utilisation.

Il convient de noter le rôle important joué par le partenariat pluridisciplinaire mis en place par ILRI pour l'exécution de ce projet. Ce partenariat a rassemblé autour des mêmes objectifs, des compétences venant d'institutions internationales de recherche (ILRI, CIRDES, ITC), d'universités allemandes (FU-Berlin, U-Hanover), d'institutions nationales (Burkina, Mali, Guinée) et des communautés rurales concernées. Sur la base du même principe, la diffusion des résultats du « BMZ2 » et une évaluation de leur impact seront entreprises dans le cadre du nouveau projet « BMZ3 ».

Bibliographie :

- ¹ Delia, G (2005). Participatory management of trypanosomosis : issue of control and continuation. Proceedings of 28th Meeting of ISCRTC. OAU /STRC publ.(in press)
- ² Delia, G (2007) Better management of cattle trypanosomosis through training farmers in Rational Drug Use: a controlled trial in Mali. Proceedings of 29th Meeting of ISCRTC. OAU /STRC publ (accepted)
- ³ Delia (2007) Knowledge, attitude and practices regarding the control of trypanosomosis in three countries in West Africa. Proceedings of 29th Meeting of ISCRTC. OAU /STRC publ. (accepted)
- ⁴ Diall, O (2005). Un test de diagnostic rapide pour la détection et la surveillance sur le terrain de la résistance aux trypanocides dans les zones cotonnières de l'Afrique de l'ouest. Proceedings of 28th Meeting of ISCRTC. OAU /STRC publ (in press).
- ⁵ Hippolyte, A (2007) Modelling the productivity of trypanocides in Villages under the Risk of Drug Resistance in West Africa: Evidence of the incentives to farmers to continuing using more and more drugs. Proceedings of 29th Meeting of ISCRTC. OAU /STRC publ.(accepted).
- ⁶ Hippolyte (2007). Policy constraints to strategies for improving the management of trypanocide resistance in controlling African animal trypanosomosis in Mali. Proceedings of 29th Meeting of ISCRTC. OAU /STRC publ.(accepted).

(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

420

**ASSOCIATION OF TRYPANOSOMES WITH MORTALITY AND MORBIDITY
OF CATTLE IN THE KACHIA GRAZING RESERVE, NORTHWEST NIGERIA**

**ROLE DES TRYPANOSOMES DANS LA MORTALITE ET LA MORBIDITE
DES BOVINS DANS LE PATURAGE PROTEGE DE KACHIA, AU NORD-
OUEST DU NIGERIA**

F. N.C. Enwezor^{1*}, J. U. Umoh², K. A. N. Esievo³, J.I. Anere¹ &
L.T. Zaria¹

¹ *Nigerian Institute for Trypanosomiasis and Onchocerciasis Research (NITOR),
P. M. B. 2077, Kaduna, Kaduna State, Nigeria*

²*Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine*

³*Department of Veterinary Pathology and Microbiology, Faculty of
Veterinary Medicine, Ahmadu Bello University Zaria, Kaduna State, Nigeria*

Résumé

Une étude a été conduite sur les trypanosomiasés africains pathogènes comme cause principale de la mortalité et de la morbidité des bovins, entre mars et juin 2004 dans le pâturage protégé de Kachia, suite à des cas de mortalité due aux trypanosomiasés. Des interviews approfondies avec 26 chefs de ménage au sujet de cas de mortalité dus à des trypanosomiasés ont eu lieu au cours de l'année précédente. Neuf chefs de ménage sur les 26 (soit 35 %) interrogés ont signalé des cas de mortalité dans leurs troupeaux. Les taux de mortalité variaient entre 7,1 % et 15,7 %. Soixante-cinq prélèvements de sang ont été effectués sur des bovins suspectés d'infection trypanosomienne, sur la base des rapports des propriétaires de troupeaux et de l'état clinique des animaux, tandis que 98 prélèvements étaient effectués sur des bovins apparemment en bonne santé et choisis au hasard, soit un total de 163 animaux. Les prélèvements de sang ont été examinés à l'aide de la technique du 'Buffy coat' et du frottis de sang coloré au Giemsa pour détecter la présence de trypanosomes. Cinquante-six sur les 163 bovins (soit 34,4 %) étaient trypano-positifs. Les animaux déclarés atteints de Trypanosomiasé par leurs propriétaires avaient un taux de prévalence de 46,2 % par rapport au taux de 26,5% obtenu chez les bovins apparemment en bonne santé, un résultat important d'un point de vue statistique ($P < 0,05$). La *Trypanosoma vivax* était la seule espèce rencontrée. La morbidité qui se manifestait par une émaciation était de 66,9%; les risques de trypanosomiasé étaient plus élevés chez les animaux émaciés que chez ceux qui ne l'étaient pas. L'étude a conclu que la trypanosomiasé était l'une des causes de la mortalité chez les bovins du pâturage protégé de Kachia.

Mots-clés : Trypanosomiase, mortalité, morbidité, bovins, hématocrite, émaciation.

Summary

Pathogenic African trypanosomes as a major cause of mortality and morbidity in cattle were investigated between the months of March and June 2004 in the Kachia Grazing Reserve following reports of trypanosome-attributable deaths. In-depth interviews from 26 heads of households about trypanosome-attributable deaths that had occurred within the last one year were held. 9 out of 26 (35%) heads of households interviewed reported death of cattle in their herds. Mortality rates ranged from 7.1% to 15.7%. 65 blood samples were collected from cattle suspected of trypanosomosis based on reports of herd owners and clinical conditions; while 98 blood samples were from apparently healthy cattle selected at random, giving a total of 163. The blood samples were examined for the presence of trypanosomes using the Buffy coat technique and Giemsa thin blood films. 56 out of 163 (34.4%) cattle were positive for trypanosomes. Animals that were reported to be suffering from trypanosomosis by their owners had trypanosome prevalence of 46.2% compared with 26.5% obtained from the apparently healthy cattle and the result was statistically significant ($P < 0.05$). *Trypanosoma vivax* was the only species encountered. The morbidity manifested by emaciation was 66.9% and trypanosomosis was more likely to occur in emaciated animals than non-emaciated. It is concluded that trypanosomosis is associated with mortality in cattle in the Grazing reserve.

Key Words: Trypanosomes, mortality, morbidity, bovines, Packed cell volume, emaciation.

Introduction

Tsetse –transmitted animal trypanosomosis depresses every aspect of livestock production. The disease limits use of animal traction over wide areas. There is much dependence on manual tillage of the land which is associated with much lower crop yields and poorer food production. In the Kachia Grazing Reserve (KGR), livestock development had suffered setbacks in the past two decades, due largely to trypanosomosis (NLPD, 1988).

Objectives

The main objective of this study was to investigate an association between pathogenic African animal trypanosomiasis (AAT) and mortality/morbidity in cattle in the Kachia Grazing Reserve (KGR) in north west Nigeria. Reports had ranked AAT as a major cause of cattle deaths in the reserve.

Materials and methods

Study area: Kachia Grazing Reserve is located between latitudes 10° 03' and 10° 13'N and longitudes 7° 55' and 8° 06'E. in the northwest part of Nigeria. The study was carried out in the months of March and June 2007.

In-depth-interviews: Twenty six (26) heads of households were interviewed about their understanding of AAT and to estimate what they considered as trypanosome-attributable deaths that had occurred in their different herds of animals.

Collection of Blood samples: Blood samples were collected from 165 cattle. Among them 65 were suspected to have trypanosomosis and 98 were apparently healthy. Clinical and buffy coat examinations were conducted on the samples and blood films were performed.

Data analysis: Odds ratio and 95% C. I. of animals suspected to have trypanosomosis and those apparently healthy was determined.

Results: The results showed that 35% of heads of households interviewed said they had lost a total of 38 cattle in the past one year. Four (4) cattle died between March and June 2004. The total number of cattle in March 2004 was 238. By June 2004 the total cattle number was 244. This was inclusive of new births.

Mortality rate: The mortality rate was about 15.7%; and case fatality rate was 7%.

Morbidity rate: The number of cattle that were found to be positive for trypanosomes was equivalent to 34.4%. Those emaciated and therefore likely to be susceptible to trypanosome infection formed 66.9% of the total number. *Trypanosoma vivax* was the sole species encountered in the grazing reserve among the animals examined. Of the animals suspected by their owners to be sick with trypanosomosis, 46.2% were found to be positive for the parasites while 26.5% of trypanosome positive animals were from those apparently healthy. A statistically significant association was found between the factor (suspected cases) and trypanosomosis (OR= 2.37; 95% C.I. =1.16- 4.86; $\chi^2 = 5.85$; $P < 0.05$)

Discussion: A morbidity rate of 15.7%, case fatality rate of 7% and overall trypanosome prevalence of 34.4% has been established. These findings support the report of severe trypanosomosis in the reserve that in part led to the abandonment of the area in 1985 (NLPD, 1988). A statistically significant association between animal health (with suspected trypanosomosis) and trypanosome infection showed that the report of herd owners about health problem of their animals could be relied upon for making management decisions concerning their animals. Emaciation was a good indicator of trypanosomosis. Such information could aid clinical diagnosis in the field.

Conclusion

African animal trypanosomosis (AAT) poses a serious threat to animal health and is the main cause of death of animals in the KGR. More effective control of the disease through active surveillance, case detection and treatment is recommended to curb the problem in order to encourage livestock development in that part of the country.

**SITUATION DE LA TRYPANOSOMIASE ET DE LA RESISTANCE AUX
TRYPANOCIDES DANS LES ELEVAGES DE BOVINS NDAMA EN ZONE
COTONNIERE DE HAUTE GUINEE (GUINEE-CONAKRY)**

**SITUATION OF TRYPANOSOMOSIS AND TRYPANOCIDE RESISTANCE IN
N'DAMA CATTLE, IN COTTON ZONE OF UPPER GUINEA (GUINEA-
CONAKRY)**

Barry Alpha Madiou¹, Vial Laurence², Diallo Amadou³, Diallo Boye¹, Diall Oumar⁴,
Münstermann Suzanne⁵, Randolph Tom⁶, & P.-H. Clausen⁷

¹DNE, BP 559, Conakry, Guinée. Email: abarrymadiou@yahoo.fr

²CIRAD-EMVT, Campus International de Baillarguet, Montpellier, France

³FMPOS, Université de Bamako, B.P. 1805, Bamako, Mali

⁴ICRISAT, B.P. 320, Bamako, Mali

⁵ITC, Banjul, Gambie

⁶ILRI, P.O. Box 30709, Nairobi 00100, Kenya

⁷Universität Libre de Berlin, Königsweg 67, D-14163 Berlin, Allemagne

Summary

An epidemiological study was conducted in Mandiana province, in Upper Guinea with the purpose of determining the prevalence of trypanosomosis in cattle, identifying tsetse species and measuring their densities, and evaluating the levels of trypanocidal drug use and chemoresistance. The study consisted of cross-sectional parasitological, entomological and socio-economic surveys in 30 randomly selected villages; these surveys were followed by a longitudinal study designed to detect treatment failures in the 3 sites with higher prevalence. The parasitological survey was based on the use of the (buffy coat) technique to detect trypanosomes in the blood of 1800 Ndama cattle, randomly selected in the 30 villages (60 animals/village). This survey revealed a mean infection rate of 3%, predominantly of *Trypanosoma brucei*, and with only 2 villages having prevalence of 10% or above. Entomological survey indicated the presence of only 2 tsetse species (*Glossina morsitans submorsitans* Newstead, 1910, and *G. palpalis gambiensis* Vanderplank 1940), with densities not always correlating with infection prevalence in cattle. This can be explained partially by watering and herding practices, but also by the trypanotolerance, nearly all the cattle being of Ndama breed. The socio-economic survey based on a questionnaire has shown low drug use levels, due to little availability of drugs and a low trypanosomosis risk in most of the sites, which can also be attributed to trypanotolerance. Among the 3 sites with higher prevalence, resistance to Isometamidium was suspected only in the site of Saladou; the sensitivity tests which were conducted under laboratory conditions on Ndama calves infected with suspected field isolates did not confirm resistance to isometamidium. In all, this study has generated

interesting data on trypanosomosis and risk factors; it has especially revealed the predominance of *T.brucei* infections, the absence of *G.tachinoides* Westwood in the captures, which is present in neighbouring Mali, low prevalence of trypanosomosis among the Ndama cattle and low levels of drug use. The last two factors may suggest that the risk of development of chemoresistance should be low.

Key Words : *Trypanosoma spp.* - *Glossina palpalis gambiensis* - *Glossina morsitans submorsitans* - Bovins N'dama - TRYPANOSOMIASE – Trypanocides – Chimiorésistance.

Résumé

Une étude épidémiologique a été réalisée dans la préfecture de Mandiana en Haute Guinée. L'objet de cette étude est d'étudier la prévalence de la Trypanosomiase chez les bovins, de déterminer les espèces de tsétsé et leur densité, et évaluer les niveaux d'utilisation des trypanocides et ceux de la chimiorésistance. L'étude porte sur des enquêtes transversales parasitologique, entomologique et socio-économique dans 30 villages choisis au hasard, suivie d'une étude longitudinale destinée à détecter des cas de résistance dans 3 sites à forte prévalence. L'enquête parasitologique concerne la recherche de trypanosomes par la méthode du « buffy coat » dans le sang de 1800 bovins Ndama, choisis au hasard dans les 30 villages, soit 60 bovins par village. Cette enquête a révélé un taux d'infection moyen de 3%, une prédominance de *T .brucei*, avec seulement 2 villages qui ont des prévalences égales ou supérieures à 10%. L'enquête entomologique a mis en évidence l'existence de deux espèces de glossines seulement (*Glossina morsitans submorsitans* Newstead 1910 et *G. palpalis gambiensis* Vanderplank 1940), dont les densités ne sont pas toujours en corrélation avec les prévalences de l'infection. Ceci semble s'expliquer, en partie, par des pratiques d'abreuvement ou de parcours des troupeaux et par le caractère trypanotolérant du bétail, qui est de race Ndama dans sa quasi-totalité. L'enquête socio-économique réalisée grâce à un questionnaire a montré un faible niveau d'utilisation des trypanocides, dû à une disponibilité réduite des médicaments et peut être aussi à un risque relativement faible dans la plupart des sites et ce, en raison de la trypanotolérance. Dans les trois sites à plus forte prévalence, la recherche de l'échec des traitements a révélé des suspicions de résistance à l'isometamidium dans le seul village de Saladou; des tests de sensibilité réalisés dans des conditions de laboratoire sur des veaux Ndama infectés avec des isolats de trypanosomes suspects n'ont pas permis de confirmer leur résistance.

En général, cette étude a permis de générer des données intéressantes sur la Trypanosomiase et ses facteurs de risque; elle a notamment révélé: la prédominance des infections à *T.brucei*, l'absence de *G. tachinoides* lors les captures, alors qu'elle est présente dans le Mali voisin ; une faible prévalence de la Trypanosomiase chez les bovins de race Ndama et un faible niveau d'utilisation des trypanocides. Ces deux derniers constats laissent penser que le risque d'apparition de la résistance serait faible.

Mots-clés : *Trypanosoma spp.*, *Glossina palpalis gambiensis*, *Glossina morsitans submorsitans*, bovins N'dama, Trypanosomiase, trypanocides, chimiorésistance

Introduction

Les Trypanosomiasés animales rendent approximativement 10 millions de Km² de terre en Afrique inapte à la production du bétail (12). En l'absence de glossines, il serait

possible d'élever 33 millions de têtes de bétail supplémentaires, correspondant à une production potentielle de 0.5 millions de tonnes de viande et de 1.6 millions de tonnes de lait par an (Cuisance & De La Rocque, 2003). Cette maladie engendre des pertes directes telles que la baisse de la fécondité, l'amaigrissement, la diminution de la production laitière et le retard de croissance du bétail. En outre, la Trypanosomiasse animale a un effet négatif sur les bovins de traits et sur les bovins utilisés dans le transport de matériels ou de denrées. La Partie Est de la Guinée fait aussi partie de l'aire de répartition géographique des glossines. Au nord-Est du pays, en Haute Guinée, les systèmes agricoles et d'élevage sont similaires à ceux du Mali et du Burkina Faso. Les agro-éleveurs sont majoritairement sédentaires. Les bœufs de labours assurent l'essentiel de la production cotonnière. Peu de données sont par contre disponibles quant à la prévalence de la Trypanosomiasse, à l'utilisation et aux échecs des traitements trypanocides dans cette zone. L'objectif de cette étude est donc:

- 1) D'évaluer la prévalence d'infections à *Trypanosoma spp.* en Haute Guinée;
- 2) De fournir une première estimation du risque trypanosomien dans la zone en étudiant à la fois les facteurs intrinsèques d'hôtes pouvant influencer l'exposition et/ou la sensibilité du bétail à la maladie et les facteurs extrinsèques tels que les pratiques d'élevage et la pression glossinienne;
- 3) D'estimer le risque de chimiorésistance liée à l'utilisation des trypanocides;
- 4) De mettre en évidence en milieu naturel la sensibilité des populations de trypanosomes aux trypanocides et d'évaluer sur des veaux maintenus en étable sous moustiquaire, les isolats de trypanosomes obtenus sur le terrain.

Materiel et methodes

Zone d'étude :

L'étude a été menée dans la préfecture de Mandiana, située à l'Est de la Guinée et présente une frontière avec le Mali et la Côte d'Ivoire. Sa superficie est de 12300 Km² (carte 1).



Le climat est de type soudanais (moyennes pluviométriques annuelles de 1300 à 1500 mm et températures moyennes de 15° à 35°C) avec une saison des pluies de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril.

L'élevage est de type traditionnel, sédentaire et extensif. En saison des pluies, les animaux sont rassemblés dans des enclos, dans la forêt ou autour du village. Ils sont quotidiennement conduits aux pâturages par un bouvier. En saison sèche, les animaux restent en divagation à cause de la disette alimentaire et du manque d'eau (Keïta, 2000).

L'agriculture est intégrée au secteur de l'Elevage. La mise en valeur des terres cultivables est effectuée grâce à la traction animale. Les animaux de trait semblent souvent atteints de Trypanosomiase et sont traités à l'aide de trypanocides.

Sélection des villages et des bovins

La sélection des villages a été effectuée à partir d'une liste exhaustive de l'ensemble des villages et des cheptels de bovins dans la préfecture de Mandiana. Sur 94 villages, 30 ont été choisis au hasard en respectant un pas de trois sur une liste exhaustive comportant les noms des villages. Les villages d'accès difficile ont été éliminés de la sélection. Compte tenu de notre capacité d'observation par jour, 60 bovins âgés de plus d'un an ont été choisis au hasard dans chaque village sélectionné. Les bovins sont regroupés en troupeaux villageois dont le nombre varie entre 1 et 3/village. Chacun des troupeaux est représenté dans l'échantillon.

Période de l'étude

Les enquêtes entomologique et parasitologique ont été réalisées pendant la fin de la saison des pluies et au début de la saison sèche. Elles ont commencé en octobre 2002 et se sont achevées en novembre 2002. Le questionnaire sur l'utilisation des trypanocides a été administré aux agro-éleveurs pendant cette même période.

Examen clinique et parasitologique

Les animaux sélectionnés ont tous été prélevés à l'une des veines jugulaires sur tubes avec anticoagulant EDTA. La recherche des trypanosomes a été effectuée par la technique de centrifugation en tube à hématocrite suivie de la lecture du PCV (Packed Cell Volume) et de l'examen de l'interphase au microscope à fond noir (Murray et *al.* 1977). Une fiche signalétique a été établie pour chaque animal; son âge, son sexe, son état corporel, les traitements trypanocides administrés durant les trois mois précédant l'étude ainsi que son appartenance à un village et un troupeau ont été enregistrés. Concernant l'état corporel de l'animal, nous avons défini 3 catégories: 1) animal avec le poil lisse, non anémié et présentant un bon état physique); 2) animal présentant de réels signes de maigreur, des côtes proéminentes, une faiblesse physique, le poil piqué et un larmolement des yeux; 3) animal avec le poil piqué, présentant une légère perte de poids, une anorexie et un état physique douteux.

Enquête entomologique

Six cents pièges biconiques « Challier-Laveissière » ont été posés dans les 30 villages étudiés, à raison de 20 pièges par village (10 pièges en forêts galeries et 10 en savanes). Les pièges ont été disposés à un interval de 100 m les uns des autres et examinés après 24 heures de pose (Djiteye et *al.* 1997). Les mouches capturées ont été disséquées sur place puis observées sous une loupe binoculaire afin de déterminer leur espèce et leur état d'infection (Itard, 2000).

Enquête sur l'utilisation des trypanocides

173 éleveurs (5 ou 6 / village), choisis au hasard en respectant un pas de trois sur une liste nominative, ont été questionnés concernant leur utilisation des trypanocides (catégories d'animaux traités, critères de traitement, trypanocides utilisés, fréquence des traitements, personne responsable des traitements). Nous leur avons aussi demandé d'évaluer personnellement les échecs du traitement dus à une potentielle résistance aux trypanocides.

Traitement en Bloc

Un traitement en bloc a été réalisé dans 3 villages (Saladou, Dialakoro, Kanifra). Ces villages ont été sélectionnés lors de l'enquête parasitologique ci-dessus décrite. Dans

chaque village, 100 bovins ont été identifiés, bouclés, saignés, soit 300 animaux pour les 3 villages. Par village, les bovins ont été repartis en 2 groupes (traité et témoin) de 50 animaux. Les bovins ont été saignés à l'une des veines jugulaires pour analyse par le test parasitologique (BCT) comme décrit par Murray et *al.* 1977). Le lot à traiter a reçu ensuite le chlorure d'isométymidium à la dose de 1mg/kg PV. Un suivi parasitologique pendant 56 jours a été effectué sur tous les animaux. Une fois parasitémique, les animaux ont été traités à l'acéturate de diminazène (3,5mg/kg de PV) dans les cas d'infection à *Trypanosoma congolense*, *T. vivax*. Les bovins infectés par *T. brucei* recevaient une double dose d'acéturate de diminazène. Des isolats de trypanosomes récoltés sur des animaux parasitémiques ont été conservés dans de l'azote liquide pour des analyses éventuelles au laboratoire.

Essai expérimental sur des veaux N'dama maintenus en étable sous moustiquaire utilisant des isolats de terrain du traitement en bloc. L'essai a eu lieu au Centre International de la Trypanotolérance (ITC) de Banjul (Gambie).

Les veaux

Treize veaux de race N'dama, âgés de 1 an, de sexe mâle ont été utilisés pour l'essai expérimental. Les veaux ont été maintenus dans une étable sous moustiquaire, nourris aux fanes d'arachide séchées sans complément.

La répartition des veaux a été la suivante:

- Un contrôle positif pour chaque isolat,
- Un groupe à traiter de trois veaux pour chaque isolat.
- Un contrôle négatif ayant servi pour les trois isolats à la fois,

Un mois avant le test, les veaux ont été traités à l'albendazole à la dose de 0,75ml/kg de poids vif afin de lutter contre les parasites internes. Ils ont été blanchis par voie intramusculaire avec de l'acéturate de diminazène à la dose de 3,5mg/kg de poids vif, puis traités par voie i.m à l'oxytétracycline longue action à la dose de 20 mg/kg de poids vif. Les veaux ont été détiqués avec le « pour on » à base de deltaméthrine. A deux semaines de l'inoculation jusqu'à la fin de l'essai, un suivi parasitologique (3 X/semaine) a été réalisé, suivi d'un examen clinique de l'animal. Les *sera* des animaux ont été testés à l'ELISA avant l'infection. Ces *sera* se sont avérés négatifs.

Après confirmation de la vitalité de la souche de trypanosome par observation au microscope, les isolats ont été inoculés dans l'une des veines jugulaires de 12 veaux à raison de 10^5 trypanosomes. Les veaux ainsi infectés ont été suivis parasitologiquement une fois par jour jusqu'au premier pic de parasitémie. Dès l'apparition de la parasitémie, 9 veaux ont été pesés (balance électronique) puis traités avec une solution d'isométymidium à 2% à la dose de 0,5mg/kg de poids vif. Les observations parasitologiques des veaux se sont poursuivies pendant 100 jours après le premier pic de parasitémie. Dans l'hypothèse que l'isolat soit déclaré sensible si l'animal infecté ne rechute pas dans un intervalle de temps après le traitement.

Les trypanosomes

Au laboratoire de ITC, trois isolats de terrain provenant du terrain ont pu être réactivés après une conservation en azote liquide. 2 isolats de l'espèce *T. brucei* (4235 GUI 05, 4165 GUI 05) provenant de Saladou, 1 isolat de l'espèce *T. congolense* (5769 NJ) provenant d'un village de Saladou. Ces isolats ont été utilisés pour assurer l'infection expérimentale des veaux.

Analyses statistiques

Les prévalences d'infection à trypanosomes et les densités apparentes de glossines dans le village ont été calculées. Les prévalences d'infection ont aussi été calculées pour chaque facteur d'hôte (âge, sexe, état clinique, PCV et traitement antérieur). Afin d'évaluer la relation entre l'état infecté et ces facteurs, ces derniers ont été inclus comme variables explicatives d'une régression logistique réalisée à l'aide du logiciel STATA 8.0. (Vial, Com. Pers).

Résultats

Description et distribution spatiale des infections

A l'issue de l'enquête transversale parasitologique, la prévalence moyenne des infections à *Trypanosoma spp.* était de 3% (56/1800). L'infection simple à *Trypanosoma brucei* Plimmer et Bradford, 1899, était présente chez 57% (32/56) des animaux infectés, suivie de *Trypanosoma congolense* Broden, 1904, chez 30% des animaux (17/56) et de *Trypanosoma vivax* Ziemann, 1905, chez seulement 2% des animaux (1/56). Le taux d'infection mixte était de 11% (6/56), dont 2% d'associations à *T. congolense* et *T. vivax* et 9% d'associations à *T. brucei* et *T. congolense*. Des différences significatives de prévalences d'infection ont été notées entre les villages avec des taux variant de 0% à 12% ($P < 0.001$ par le test de Kruskal-Wallis). Les infections les plus fortes ont été enregistrées à Dialakoro et Kanifra avec des taux de 12% et 10% respectivement; des taux de 8% ont été trouvés pour Saladou, Kodiaran et Magana (Tableau I).

Tableau I : Taux d'infection des bovins par les trypanosomes dans les villages enquêtes de mandiana

Village	<i>Effectifs</i>	No.d'Infectés	% infection
Balandou	60	3	5(3/60)
Balandougouba	60	0	0
Bougoula	60	1	1,7(1/60)
Dialakoro	60	7	12(7/60)
Diarakourou	60	0	0
Guilengbè	60	1	1,7(1/60)
Kaman	60	0	0
Kaméréna	60	3	5(3/60)
Kanifra	60	6	10(6/60)
Kansan	60	2	3,3(2/60)
Kantoumanina	60	1	1,7(1/60)
Karakoura	60	4	6,7(4/60)
Kignékoura	60	0	0
Kignéni	60	3	5(3/60)
Kinieran centre	60	1	1,7(1/60)
Kignérankoura	60	0	0
Kodiaran	60	5	8,3(5/60)
Konkoye	60	4	6,7(4/60)
Konomakoro	60	0	0
Loïlakoro	60	0	0
Magana	60	5	8,3(5/60)

Missima	60	1	1,7(1/60)
Morodou	60	0	0
Niantanina	60	2	3,3(2/60)
Saladou	60	5	8,3(5/60)
Sansado	60	0	0
Sidikila	60	0	0
Sountoudiana	60	1	1,7(1/60)
Wassa	60	0	0
Wolola	60	1	1,7(1/60)
Total	1800	56	
Moyenne			3(56/1800)

Prévalence d'infection et facteurs d'hôte

Le modèle de régression logistique a montré que les animaux présentant un état clinique mauvais étaient significativement plus infectés (7%) que ceux avec un état clinique passable (2,6%) (Tableau II). Dans notre modèle, aucune autre différence significative n'apparaissait concernant les autres facteurs d'hôte testés. Les individus infectés et non infectés présentaient des gammes de PCV quasi similaires (entre 12 et 46%) (Tableau II). Toutes les classes d'âge d'animaux étaient touchées par la maladie avec des taux respectifs pour les classes de 0-24, 25-49, 50-74, 75-100, >100, de 3.64 (9/247) ; 2.16 (6/278) ; 4.71 (17/361) ; 2.83 (15/529) ; 2.34 (9/385). Les taux d'infection ont été respectivement pour les animaux traités et non traités de 2.00% (6/299) ; 3.33 (50/1501), (Tableau II). Enfin, les femelles (4%) semblaient plus infectées que les mâles (2%) mais cette différence n'était pas significative (Tableau II). L'effet aléatoire de la variable « village » était par contre fortement significatif ($p < 0.001$).

Tableau II : Résultats de la régression logistique testant l'effet des différents facteurs d'hôtes mesurés sur l'état d'infection des bovins de la zone de Mandiana.

Infection	Odds Ratio	Z	P	Intervalle de confiance à 95%
Etat clinique 1	1	-	-	-
Etat clinique 2	2.89	2.29	0.022	[1.167904-7.184639]
Etat clinique 3	1.27	0.64	0.524	[0.6077627-2.656365]
Sexe	1.92	1.91	0.057	[0.9818995-3.789215]
Traitement 0	1	-	-	-
Traitement 1	1.08	0.12	0.906	[0.2889738-4.059561]
Traitement 2	0.6	-0.72	0.469	[0.1589517-2.332503]
PCV	1.05	1.84	0.066	[0.99647- 1.116052]
Age	0.99	-0.82	0.412	[0.9878253-1.005039]

Enquête entomologique

L'enquête entomologique a mis en évidence la présence de deux espèces de glossines : *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1940 (Carte 2) et *Glossina morsitans submorsitans* Newstead, 1910 (Carte 3). Pour la première espèce, 431 glossines ont été capturées dans 25 sites (Tableau 3). Pour la seconde espèce, 28 glossines ont été capturées dans 6 sites (Tableau 3). 58 glossines des deux espèces, ont été disséquées; une seule glossine capturée à Kaman était infectée; soit une prévalence d'infection des spécimens disséqués de 0,2% (1/58). L'agent pathogène infectant a été trouvé dans le labre uniquement ce qui indiquerait une infection à *Trypanosoma vivax*.

Tableau III : Résultats de la récolte des Glossines par Sous Préfecture

Sous Préfecture		DAP ^a ±SD <i>G. palpalis</i> <i>gambiensis</i>	DAP ^a ±SD <i>G. morsitans</i> <i>submorsitans</i>
	VILLAGE		
Balandougouba	Balandougouba	0,9 ± 3,4	0
	Sidikila	0,9 ± 0,7	0,4 ± 0,5
	Wolola	0,1 ± 0,3	0
	Bougoula	3,7 ± 3,1	0,1 ± 0,3
Dialakoro	Dialakoro	0,6 ± 1,8	0
	Kamerena	0	0
	Konkoye	2,6 ± 2,9	0
Balandou	Balandou	2,8 ± 8,0	0
	Missima	0,1 ± 0,3	0
	Morodou	0,2 ± 0,4	0
Diarakourou	Diarakourou	1,7 ± 2,5	1,7 ± 2,0
	Sountoudiana	0,1 ± 0,3	0,1±0,3
	Wassa	0,7 ± 1,3	0,7 ± 1,3
Koudianakoro	Guilengbè	0	0
	Kaman	3,1 ± 11,6	0
Koundian	Kanifara centre	0	0
	Loïlakoro	1,4 ± 1,1	0
Sansado	Kansan	0,3 ± 0,9	0
	Karakoura	1 ± 3,1	0
	Kignekoura	0	0
	Sansado	0,7 ± 1,3	0
	Konomakoro	0,9 ± 0,7	0
Kinieran	Kinieran centre	0,3 ± 0,6	0
	Kinierankoura	3 ± 2,3	0
	Magana	0	0
Kantoumanina	Kantoumanina	3 ± 4,0	0,1 ± 0,3
	Kigneni	1 ± 1,4	0
Saladou	Saladou	11,5 ± 11,5	0,3 ± 0,6
Niantanina	Niantanina	0,4 ± 0,9	0
Kodiaran	Kodiaran	2,1 ± 6,0	0
	Moyenne	1,4±2,2	0,12±0,3

a = nombre de mouches/piège/jour

Utilisation des trypanocides

Après le dépouillement des questionnaires, 44% des 173 agro-éleveurs interrogés ne faisaient pas de discrimination pour traiter leurs animaux, 34% ne traitaient que les bœufs de trait contre 22% pour les vaches. 17% des éleveurs administraient du Trypanidum; 16% du Bérenil; 60% les deux à la fois; 7% sans information. L'intramusculaire semble être l'unique voie d'administration des trypanocides. La fréquence des traitements était de 1 à 3 administrations par an (1 fois: 12%, 2 fois: 32% et 3 fois: 25%) et rarement plus. 76% des éleveurs semblaient se baser sur les symptômes évocateurs de la Trypanosomiase pour traiter leurs animaux; 14% utilisaient des trypanocides à la fois en traitement, sur détection des symptômes, et en prophylaxie; 1% faisaient uniquement de la prévention et 2% traitaient sur des symptômes vagues de maladie alors que 7% n'ont pas donné de réponses.

Enfin, les structures étatiques vétérinaires semblaient fortement impliquées dans le traitement des animaux contre la Trypanosomiase, en assurant totalement le traitement chez 40% des agro-éleveurs et partiellement chez 17%. Les circuits d'approvisionnement en trypanocides font appel aussi bien aux systèmes formels qu'informels (système mixte: 41%, formel: 27%).

Traitement en bloc: Après deux semaines de traitement, 6 cas de rechutes au chlorure d'isométymidium ont été observés dans les 3 villages. Ensuite une fréquence des rechutes a été enregistrée à J28 et J42 à Saladou (Tableau 4).

Tableau IV: Sensibilité aux trypanocides des trypanosomes chez des bovins (n = 50) exposés aux infections naturelles et traités avec 1 mg/kg PV de chlorure d'isométymidium à Mandiana

Groupe Traité (ISMM)	J0			J14			J28			J42			J56		
	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra
Bovins*	50	50	50	50	49	50	48	47	49	47	38	41	42	43	44
<i>T.congoensis</i>	0	50	49	48	50	50	49	50	50	47	50	50	49	50	50
<i>T.vivax</i>	1	0	1	2	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0
	50	50	50	49	50	50	49	50	50	49	50	50	50	50	50
	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>T.brucei</i>	0	50	48	50	47	48	50	50	49	50	50	50	50	50	50
	1	0	0	2	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0
infection Mixte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nombre de bovins infectés	-	-	3/50 (6%)	3/50 (6%)	3/49 (6%)	2/50 (4%)	2/48 (4%)	-	1/49 (2%)	4/47 (9%)	-	-	1/42 (2%)	-	-

0 = non infectés

1= infectés

*bovins examinés par visite

Groupe Contrôle	J0			J14			J28			J42			J56		
	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra	Saladou	Dialakaro	Kanifra
Bovins*	50	50	50	50	49	50	48	49	50	46	40	43	42	41	47
<i>T.congo</i>	50	50	50	48	50	50	49	50	50	49	50	50	49	50	50
<i>T.vivax</i>	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>T.brucei</i>	49	50	50	50	50	50	49	50	50	49	50	50	50	50	50
Infection Mixte	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Nombre de bovins infectés	50	50	50	50	48	48	49	50	49	50	50	50	50	50	50
	0	0	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/50 (2%)	-	-	2/50 (4%)	2/49 (4%)	2/50 (4%)	3/48 (6%)	-	1/50 (2%)	2/46 (4%)	-	-	1	-	-

0 = non infectés, 1= infectés, *bovins examinés par visite

Test expérimental

Aucun cas de rechute n'a été observé chez les veaux infectés et traités au chlorure d'isométramidium (Tableau V)

Tableau V : poids, pcv, période prépatente, intervalle de rechute après traitement à l'isimm des bovins n'dama infectés par 3 isolats

Isolat	N° animal	Poids		PCV (Moy ± DS)	Période prépatente		Intervalle de rechute au traitement de 0,5 mg/kg PV
		début	fin		Jours	Moy ± DS	
4235 Gui05	22037*	99	104	22 ± 3,5	9	7 ± 2,6	-
	22030*	103	113	26 ± 3,8	5		-
	22013*	117	126	25 ± 3,1	5		-
	22029*	78	99	25 ± 3,3	10		-
4165 Gui05	22033*	125	127	20 ± 2,9	6	8 ± 3,2	-
	22035*	103	116	22 ± 2,7	12		-
	22032*	117	124	24 ± 2,8	11		-
	22036*	76	87	23 ± 2,0	6		-
5769 NJ	23004*	103	96	24 ± 2,5	9	7 ± 1,4	-
	22026*	112	130	24 ± 2,0	6		-
	22034*	87	103	24 ± 2,4	7		-

	22040* *	62	64	20 ± 1,8	8		-
	22038* **	103	116	26 ± 1,7			

* contrôle positif ** groupe traité *** contrôle négatif - pas de rechute

Discussion

L'étude révèle que la prévalence d'infection à *Trypanosoma spp.* chez les bovins de la zone d'étude est assez faible (3%). Cependant, des différences importantes existent entre villages. Certains sont totalement indemnes de Trypanosomiase alors que d'autres présentent une prévalence pouvant atteindre 12%. Selon les résultats de l'enquête entomologique, il ne semble pas exister de relation entre la pression glossinienne et la prévalence d'infection, exception faite à Saladou où une prévalence en *Trypanosoma spp* de 8.3% répond à une DAP de 5.75 ± 0.7 . *G.palpalis gambiensis* est répartie de façon assez homogène sur l'ensemble de la zone d'étude qui présente de nombreux cours d'eau favorables à l'installation de cette espèce. *G.morsitans submorsitans* est par contre assez rare. Les faibles DAP observées pour cette espèce dans certaines zones pourraient s'expliquer par une moindre efficacité des pièges biconiques pour les captures de glossines de savane comme *G.morsitans submorsitans* (Halos, 2002). L'augmentation des densités de la population humaine et le développement des espaces cultivés sont des facteurs limitant l'abondance des glossines de savanes (Diall, com. pers.). Le taux d'infection des glossines examinés était particulièrement faible; il est probable que le nombre de glossines disséqué (51 glossines sur 459 capturées) ait été insuffisant ou qu'il existe un problème de sensibilité (ex : dissection de glossines mortes). Il existe en effet une certaine incohérence entre la prévalence élevée de trypanosomes chez les bovins prélevés lors de l'étude et le faible taux d'infection des populations de glossines (Itard, 2000).

Les fortes prévalences d'infection des bovins de certains villages pourraient s'expliquer par la gestion du troupeau (abreuvement aux puits des villages ou à la rivière la plus proche), par les parcours saisonniers des animaux, ou par l'emplacement des enclos à bétail de certains villages qui sont installés hors du village en pleine forêt, tous ces facteurs favorisant le contact glossine-bovin. En outre, dans certains villages, les animaux sont exposés à un stress nutritionnel par la limitation de leur aire de pâturage en saison de culture, certains agro-éleveurs n'ayant pas prévu des zones de pâturage pendant cette période.

Lors de l'étude, les infections à *T. brucei* étaient prédominantes, suivies par celles à *T. congolense*, espèces de trypanosomes particulièrement importantes du point de vue sanitaire. Notre étude ne montrait pas de multiparasitisme fréquent. Ce résultat peut être lié à la sensibilité du BCT, qui attribue généralement l'infection au parasite qui se trouve en plus grand nombre dans le sang (Nyeko et al. ,1990).

Concernant les facteurs d'hôtes, les troupeaux présentant les plus forts taux d'infections sont constitués d'animaux majoritairement en mauvais état sanitaire, ce qui laisse supposer qu'à l'intérieur de la race trypanotolérante, des animaux susceptibles existent et expriment la maladie. Les faibles différences de PCV entre animaux malades et sains prouvent cependant que les animaux sont suffisamment trypanotolérants pour contrôler la parasitémie et l'anémie lors d'une infection, même si leur état sanitaire peut être affaibli (Trail, 1993). Les femelles sont 2 fois plus infectées que les mâles. Toutes les classes d'âges semblent être touchées par la Trypanosomiase. Dans la zone de Mandiana où la Trypanosomiase est endémique, toutes les classes d'âges présentent le même degré

d'exposition. Les pratiques d'élevage et de traitement n'épargnent pas les jeunes animaux de l'infection.

L'enquête sur les pratiques d'élevage montre que les trypanocides sont utilisés dans la zone de Mandiana. Les pratiques de traitement sont fortement hétérogènes et ne semblent pas toujours cohérentes avec une optimisation de l'efficacité des trypanocides. Enfin, certains produits sont distribués de façon informelle; il est difficile de vérifier leur nature et leur dosage. Le fait que certains villages présentent de fortes prévalences d'infection à *Trypanosoma spp*, en dépit de l'utilisation de trypanocides, laisse suspecter l'existence d'une chimiorésistance ou une mauvaise gestion des trypanocides usuels. Cette suspicion n'a pas été confirmée par le test au laboratoire sur les veaux élevés sous moustiquaire infectés expérimentalement à partir des isolats de terrain. Ce qui laisse supposer des hypothèses. En effet, la réapparition de la parasitémie patente après traitement est souvent attribuée à la chimiorésistance. D'après Leach et Robert (1981) cités par Authié (1984), deux phénomènes peuvent se produire avec les souches pleinement sensibles aux trypanocides. Pour le premier, des réinfections peuvent survenir d'autant plus rapidement que la pression glossinienne est élevée et que la durée d'un taux sanguin efficace du trypanocide est brève. Pour le second, des récides peuvent être liées à la faculté pour les trypanosomes de se soustraire à l'action des médicaments par des mécanismes qui tiennent au métabolisme de ces produits et à la distribution des parasites dans l'organisme. Pour Uilenberg (1998) la chimiothérapie stoppe la multiplication des trypanosomes et aide le système immunitaire à vaincre l'infection. Le traitement est plus effectif chez un animal non affecté par le stress et le manque de nourriture. Dans notre cas, les échecs de traitement à Kanifra, Dialakoro semblent être liés à une réinfection. En effet dans ces deux sites la population de trypanosomes n'avait pas été exposée au traitement au cours des mois qui ont précédé le début de l'enquête. Ce qui laisse supposer que le traitement ne semble pas fréquent dans ces dites zones. La population de trypanosomes n'a donc pas été exposée à une utilisation abusive de trypanocides. A Saladou, le traitement antérieur à l'ISMM n'a pas fait baisser la prévalence de l'infection dans les 3 mois qui ont précédé l'enquête. Les réinfections ne sont pas à exclure dans ce site car la pression de glossine est importante (DAP $5,75 \pm 0,7$).

Pour les isolats, ceux de *T. brucei* provenaient d'animaux qui paraissaient non immunocompétents. En effet, ils étaient déclarés cliniquement passables avec un PCV en dessous de 24, précisément 19% pour l'un et 16% pour l'autre. Ceci laisse supposer un phénomène d'immunodépression chez l'hôte. L'immunodépression réduit particulièrement l'efficacité des trypanocides (Abdulahi et al., 1992). Pour Whitelaw et al. 1985 cités par Clausen et al. (1999), *T. brucei* peut se trouver dans des sites privilégiés non accessibles aux trypanocides. Nous ne pouvons exclure cette hypothèse. Le troisième isolat, de l'espèce *T. congolense* provenait d'un animal immunocompétent en bon état clinique, ayant un PCV égal à 27 et ayant exprimé sa parasitémie à J28 après le traitement. L'infection semble être nouvelle. Ce résultat, de Noumidjila (Sous préfecture de Saladou) d'où provient cet isolat, est conforté par le fait qu'une épidémie de Trypanosomiase a été enregistrée dans ce village pendant l'enquête avec des cas inquiétants de mortalités. Durant le traitement en bloc, 10% des animaux (4/40) appartenant au groupe de contrôle du J0 à Noumidjila étaient positifs à *Trypanosoma spp*. Cela laisse supposer un challenge non négligeable dans la zone. Les animaux sont exposés à un risque de réinfections dans le temps malgré le traitement. Lors de la caractérisation *in-vivo* des stabilats, nous ne pensons pas avoir biaisé le résultat par le nombre de passages des isolats que nous avons limité à 3. Le nombre de passage chez la

souris ne doit pas dépasser 2–3 pour minimiser le risque de sélection d’une sous population provenant de l’isolat de terrain (Eisler et *al*, 2001).

Remerciements

Cette étude a été financée par le projet ILRI/BMZ/GTZ dans le cadre du programme régional de la gestion de la chimiorésistance dans la zone cotonnière en Afrique de l’Ouest. Nous remercions le Ministère de la Coopération Allemande d’avoir financé les activités de cette étude à Mandiana.

Bibliographie

- Abdullahi Osman, S., Jennings, F.W., Holmes, P.H. 1992. The rapid development of drug-resistance by *Trypanosoma evansi* in immunosuppressed mice. *Acta Tropica*, **50**: 249 – 257.
- Authié, E., 1984. Mise en évidence d’une résistance aux trypanocides parmi des souches de *Trypanosoma congolense* récemment isolées au Burkina. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **37** (N° spécial): 219 – 235.
- Clausen, P-H., Waiswa, C., Katunguka-Rwakishaya, E., Shares, C., Steuber, S., Mehlitz, D. 1999. Polymerase chain reaction and DNA probe hybridation to assess the efficacy of diminazene treatment in *Trypanosoma brucei* infected cattle. *Parasitol. Res.*, **85**: 206 – 211.
- Cuisance D et De La Rocque S. 2003. Glossines et trypanosomes. Cirad-EMVT
- Djiteye, A., Moloo, S.K., Foua Bi, K., Coulibaly, E., Diarra, M., Ouattara, I., Traoré, D., Coulibaly, Z., Diarra, A. 1997. Variations saisonnières de la densité apparente et du taux d’infection par *Trypanosoma spp.* De glossina palpalis gambiensis (Vanderplank, 1949) en zone soudannienne au Mali. *Revue Elev. Med. Vét. Pays trop.* 1997, 50 (2) : 133-137.
- Eisler, M.C., Brandt, J., Bauer, B., Clausen, P-H, Delespaux, V., Holmes, P.H., Ilemobade, A., Machila, N., Mbwanbo, H., McDermott, J., Mehlitz, D., Murilla, G., Ndung, J.M., Peregrine, A.S., Sidibé, I., Sinyangwe, L., Geerts, S. 2001. Standardised tests in mice and cattle for the detection of drug resistance in tse-tse transmitted trypanosomes of African domestic cattle. *Vet. Parasitol.* **97**: 171 – 182.
- Halos L. (2002) : Lutte contre les glossines : influence d’un régulateur de la croissance des insectes, le triflumuron, sur la compétence vectorielle de *Glossina palpalis gambiense* et *G. tachinoides* vis à vis de *T. congolense* Thèse de doctorat vétérinaire. Maisons-Alfort, 94 p
- Itard , J. 2000. Les TRYPANOSOMIASES animales. In : Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Chartier C., Itard J., Morel P.C., Troncy P.M.. Editions Médicales Internationales. Paris. 206 – 443.
- Keïta F.S. 2000. Résultats du recensement national du cheptel. Rapport DNE/Division Etude et planification. 20pp.
- Murray, M., Murray, P.K., McIntyre, W.I.M. 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans R Soc Med Hyg*, **71**(4): 325-326
- Njogu , A. R., Dolan, R.B., Wilson, A.J., Sayer, P.D. 1985. Trypanotolerance in East African Orma Boran cattle. *Veterinary Record*, **117**: 632-636.

- Nyeko, J.H., Ole-Moiyoi, O.K., Majiwa, P.A.O., Otieno, L.H., P.M. Ociba, 1990. Characterization of trypanosome isolates from cattle in Uganda Using species-specific DNA probes reveals predominance of mixed infections. *Insect Sci. Applic.* **Vol. 11**, N°. 3, pp. 271-280.
- Trail, J.C.M., d'Ieteren, Murray, M., Ordner, G., Yangari, G., Collardelle, C., Sauveroché, B., Maille, J.C., Viviani, P. 1993. Measurement of trypanotolerance criteria and their effect on reproductive performance of N'dama cattle. *Veterinary Parasitology*, **45**: 241 – 255
- Uilenberg, G. 1998. A field guide for the diagnosis, treatment and prevention of African animal trypanosomosis.
FAO, Rome. pp. 157

**PREMIER RAPPORT SUR LA TRYPANOSOMIASE CAMELINE A
TRYPANOSOMA EVANSI AU BURKINA FASO**

**FIRST REPORT ON CAMEL TRYPANOSOMOSIS DUE TO *TRYPANOSOMA*
EVANSI IN BURKINA FASO**

Dia Mamadou Lamine

CNERV, Laboratoire de Parasitologie, BP 167, Nouakchott, Mauritanie
mldsb@hotmail.com

Summary

Although there are 14 811 camels in Burkina Faso, the question of drugs for treating them is an under-researched area and no information is available on their diseases.

In the context of scientific activities of CIRDES, an epidemiological survey of *T. evansi* infection was carried out in Oudalan province where 47% of the national camel herd is found. The results showed that *T. evansi* was widespread in the region with a parasitological prevalence of 18% and a sero-prevalence of 46% (using CATT). The average PCV of infected animals was $18,8 \pm 2,9\%$ while that of uninfected was $23,16 \pm 3,8\%$. The results are discussed in the light of the geographical origin of the camels.

Key Words: Burkina Faso, dromedaries, *Trypanosoma evansi*, parasitological prévalence, CATT

Résumé

Au Burkina Faso, l'effectif des dromadaires est estimé à 14 811 têtes. Ces animaux ne bénéficient d'aucun encadrement technique et aucune donnée relative à leur pathologie n'est disponible dans le pays. Dans le cadre des activités scientifiques du CIRDES, l'auteur a, au cours d'une mission de terrain dans la province de l'Oudalan dont le nombre de dromadaires représente 47% de l'effectif national, procédé à un sondage épidémiologique de certaines maladies parasitaires et en particulier sur les infections à *Trypanosoma evansi*. Les résultats ont montré que la Trypanosomiase cameline à *T. evansi* est bien répandue dans cette région. La prévalence parasitologique totale est de 18% et la séroprévalence au CAAT/*T. evansi* de 46%. Ces résultats sont discutés selon les localités dont les dromadaires sont originaires.

Mots clés : Burkina Faso, dromadaires, *T. evansi*, prévalence parasitologique, CATT.

Introduction

Au Burkina Faso, la zone sahélienne correspondant au Nord du pays est la région la plus sèche. La pluviométrie est parfois en dessous de 150 mm par an (Poda, 2002). Par conséquent, c'est la région du dromadaire par excellence.

Dans la plupart des pays d'Afrique de l'Ouest, le dromadaire est négligé des circuits de développement sinon abordé superficiellement au niveau de la recherche (Sawadogo *et al.*, 1998). Pourtant, sur des terres considérées comme non arables, seuls les dromadaires sont reconnus aptes à y vivre et d'exploiter au mieux ces territoires semi-arides et désertiques.

Les dromadaires sont des animaux sobres et rustiques. Cette rusticité ne les met pas à l'abri de diverses pathologies ou de contraintes alimentaires (Kane *et al.*, 2003). De nombreux auteurs s'accordent sur l'importance économique des affections parasitaires (Alhendi, 2000 ; Sena, 2000, Bekele, 2002). Pour certains, la gale sarcoptique à *Sarcoptes scabiei* var. *cameli* et la Trypanosomiase à *T. evansi* sont les deux affections d'importance économique (Al Rawashdeh *et al.*, 2000). Force est de constater que dans la plupart des pays où les dromadaires sont élevés, beaucoup travaux ont porté surtout sur l'épidémiologie de la Trypanosomiase à *T. evansi* (Dia *et al.*, 1996 ; Dia *et al.*, 1997 ; Dia *et al.*, 1998 ; Pacholek *et al.*, 2000, Doutoum *et al.*, 2002 ; Oyieke, 2003 ; Atarhouch *et al.*, 2003 ; Rami *et al.*, 2003 ; Delafosse and Doutoum, 2004).

Au Mali et au Niger, pays voisins immédiats du Burkina Faso, les dromadaires ont fait l'objet d'une attention particulière avec la mise en place de projets de développement. Le dernier recensement de l'élevage précise que l'effectif de dromadaires du Burkina Faso est de 14 811 têtes (Anonyme, 2004). Malgré que cet effectif soit non négligeable, il semblerait que ces animaux souffrent d'un encadrement vétérinaire limité voire inexistant. Presque aucune donnée relative à la Trypanosomiase à *T. evansi* n'est disponible. Partant de ce constat, un sondage épidémiologique a eu lieu du 21 au 28 avril 2004 dans la province de l'Oudalan afin de recueillir des données sur cette affection parasitaire.

Matériel et méthodes

Zone d'étude : L'effectif des dromadaires au Burkina est estimé à 14 811 têtes. La province de l'Oudalan à elle seule possède 6 988 dromadaires soit 47 % de l'effectif national. C'est pour cette raison que cette étude a été conduite dans cette province. Les dromadaires sondés sont originaires de la commune de Gorom-Gorom, des villages de Touro et de Gargara, de la commune de Essakane et la commune de Makoye (tableau 1).

Tableau 1. Origine des animaux sondés

Commune	Localité	Sexe		Classe d'âge				Total
		Mâe	Femelle	< 6mois	6 mois-2 ans	2-5 ans	>5ans	
Gorom-Gorom	Touro	10	17	7	0	6	14	27
	Gargara	6	10	0	4	5	7	16
Essakane	Essakane	2	12	1	2	3	8	14
Markoye	Markoye	10	0	0	2	4	4	10
Total		28	39	8	8	18	33	67

Pour chaque animal, un examen clinique sommaire est effectué pour déterminer des lésions de gales et d'autres affections éventuelles qui sont mentionnées en suite sur une fiche signalitique sur laquelle figurent le nom du propriétaire et sa tribu, le numéro d'ordre de l'animal, l'âge, le sexe, la race, la couleur de sa robe, les signes particuliers ou marques de feu sur l'animal qui constituent un indice de propriété pour chaque éleveur. En plus, d'autres renseignements relatifs aux antécédents pathologiques, à l'état corporel et aux traitements sont notés. Dans chaque village, la position géographique de la localité a été géoréférenciée à l'aide d'un GPS. Tout éleveur qui se présente, quelque soit l'âge des animaux, la totalité du troupeau est sondée. Les éleveurs sont de l'éthnie Bella.

Nature des prélèvements et examens effectués

Chaque animal fait l'objet des prélèvements suivants :

- Une prise de sang au niveau de la jugulaire. Le sang est recueilli dans un tube hépariné de 5 ml. Sur place, une goutte de ce sang permet de remplir des tubes capillaires pour déterminer l'hématocrite de l'animal ainsi que l'examen du 'buffy coat' pour détecter la présence éventuelle de *T. evansi*;
- Pour tout animal positif, le sang est inoculé à des souris amenées pour la circonstance afin d'isoler les souches de *T. evansi*. Une autre goutte va servir à faire des frottis sanguins pour déceler d'autres hémoparasitoses;
- Après avoir rempli les tubes capillaires et confectionné les frottis sanguins, le reste du sang est centrifugé. Le plasma recueilli est transféré dans des tubes eppendorf et conservé au froid pendant toute la mission. Il sera testé au CATT (Card Agglutination Test for Trypanosomiasis) au CIRDES pour la détection des anticorps anti-*T. evansi*. Les kits nous ont été fournis gratuitement par l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers, Belgique par le Dr Magnus.

Résultats

Les résultats sont regroupés dans le tableau 2 .

Tableau 2. Prévalence de *T. evansi* selon les localités

Localité	Effectif prélevé	Hématocrite moyen (%)	Buffy coat +	CATT+
Touro	27	22,4±4,1	3 (11%)	9 (33%)
Gargara	16	19,7±3,5	6 (37%)	13 (81%)
Essakane	14	25,7±3,2	0	2 (14%)
Markoye	10	22,4±2,4	3 (30%)	5 (50%)
Total	67	22,4±4,0	12 (18%)	29 (46%)

La prévalence parasitologique totale est de 18% et la séroprévalence de 46%. L'examen des 'buffy coat' a révélé une parasitémie de 30 à 8 trypanosomes par champ pour certains animaux infectés. Pour d'autres, cette parasitémie varie de 5 par champ à 2 trypanosomes par 40 champs. A l'examen des frottis sanguins, les trypanosomes observés sont morphologiquement du groupe *T. brucei*. Cliniquement, beaucoup de ces animaux infectés étaient dans un mauvais état général dont un amaigrissement prononcé et des difficultés de se déplacer (**photo1**).



Photo 1. Dromadaire trypanosomé

Le sang des animaux positifs s'est révélé très infectieux pour les souris. Au total, 12 stocks de *T. evansi* ont été isolés. Ces stocks se sont révélés très pathogènes pour les souris qui ont subi de très fortes mortalités. Seules quatre souches de *T. evansi* ont pu être maintenues chez les souris jusqu'au CIRDES. Elles proviennent de Markoye et de Touro.

Au CIRDES, après un deuxième passage à des souris, des stabilats ont été confectionnés et conservés dans l'azote liquide enrichissant ainsi la banque de stocks de trypanosomes du centre.

Les animaux infectés sont de toutes les classes d'âges mais deux d'entre eux sont âgés d'un mois. L'hématocrite moyen de ces animaux infectés est de $18,6 \pm 2,9\%$ contre $23,3 \pm 3,8\%$ pour les non infectés. Beaucoup d'entre eux sont de Gargara, Markoye et Touro avec des prévalences parasitologiques respectives de 37%, 30% et 11% et des séroprévalences de 81%, 50% et 33%. A Essakane, aucun parasite n'a été observé dans le sang périphérique des animaux.

Discussion

L'effectif prélevé paraît un peu faible. Cela n'est pas dû à la réticence des éleveurs. Au contraire leur adhésion pour des prises de sang fut totale contrairement à certains pays où la prise de sang fait l'objet d'intenses discussions en particulier pour les chamelons. (Diall *et al.*, 1993 ; Dia *et al.* 1997). La preuve pour cet effectif, 7 chamelons sont âgés de quelques jours à trois mois. Le faible nombre de dromadaires sondés serait probablement lié à certaines circonstances n'encourageant pas les regroupements (vol de dromadaires).

En rapportant, des prévalences parasitologiques totales de 5,6% (Delafosse and Doutoum, 2004) et de 11,5% (Oyieke, 2003) ou séroprévalence au CATT de 11% (Pachelock *et al.*, 2000), de 16% (Dia *et al.*, 1997) et de 35,5% à 43,5% (Atarhouch *et al.*, 2003 ; Rami *et al.*, 2003), ces auteurs considèrent les pays respectifs comme très infectés par *T. evansi*. Par conséquent, partant de telles observations, avec une prévalence parasitologique de 18% et une séroprévalence de 46%, nos résultats permettent de dire que la province de l'Oudalan du Burkina Faso est très infectée par *T. evansi*. D'ailleurs, on s'attendait à de tels résultats. En effet, lors du dépouillement des questionnaires, les éleveurs décrivent des symptômes d'une maladie dont ils connaissent parfaitement les signes: amaigrissement, animal qui traîne derrière ses congénères, avortement, etc.). De tels signes sont communs à ceux de la Trypanosomiose du dromadaire. Par ailleurs, aucun des éleveurs ne se souvient avoir un jour traité son animal avec des médicaments « modernes » contre une telle infection.

Au cours d'un sondage, aucune infection à *T. evansi* sur les 136 dromadaires prélevés n'a été détectée par Poda (2002). Cette étude a été réalisée dans le Soum dont l'effectif est estimé à 1937 dromadaires (Anonyme, 2004). Peut-on considérer que cette province n'est pas infectée de *T. evansi* alors qu'elle est frontalière à celle de l'Oudalan et les conditions climatiques et le mode d'élevage et l'ethnie qui élève les dromadaires sont les mêmes ? La lecture des frottis sanguins employé par Poda, (2002) pour détecter la *T. evansi* est moins sensible que l'examen des 'buffy coat', technique que nous avons employée. Par ailleurs, ses prises de sang effectuées le matin sont acheminées par moto le soir au laboratoire pour y subir des étalements et dont la distance n'est pas précisée. De telles conditions peuvent favoriser l'hémolyse. La faible parasitémie connue pour la *T. evansi* et l'absence d'analyse sérologique sont autant d'éléments invitant à interpréter avec prudence les résultats de Poda (2002) en l'absence de *T. evansi* dans le Soum. D'autant plus, d'après certains auteurs, là où il y a des dromadaires, on doit toujours être alerte vis-à-vis de la *T. evansi* (Molina *et al.*, 2000).

Notre travail a montré que la *T. evansi* est bien présente dans l'Oudalan et probablement dans tout le Sahel du Burkina où sont élevés les dromadaires. Or la région

du Sahel est la première en effectif de chevaux (Anonyme, 2004). Compte tenu de la sensibilité des chevaux à la *T. evansi* dont la symptomatologie est très grave (Soodan *et al.*, 2003), l'accent doit être mis pour combattre les infections dues à ce parasite. C'est pour cette raison que beaucoup de dromadaires infectés ont été traités sur place au cours de cette mission par le Cymelarsan® (Merial, Lyon, France) (Tager-Kagan *et al.*, 1982) et des conseils ont été donnés en matière de médicaments curatifs promulgués (Rami *et al.*, 2003).

Dans les localités visitées, les éleveurs sont presque sédentaires et pratiquent l'agriculture où les dromadaires participent au labour. L'aire de pâture des dromadaires est bien connue. C'est donc un modèle par excellence pour des études entomologiques dont les résultats pourront répondre à la question qui transmet quoi où et quand ? Dans ces mêmes zones d'enquête de prévalence de la *T. evansi* à l'aide d'un piégeage par des pièges efficaces pour la captures des vecteurs mécaniques (Dia *et al.*, 2004 ; Mihok, 2002), les résultats obtenus pourront être comparés à ceux d'autres régions du Burkina (Dia *et al.*, 2004 ; Amsler et Filledier, 1994a ; 1994b) ou avec ceux d'autres pays sahéliens (Dia *et al.*, 1998 ; Doutoum *et al.*, 2002).

Conclusion

Aucune donnée sur la Trypanosomiase due à *T. evansi* chez des dromadaires du Burkina Faso n'était disponible. Dans la région de l'Oudalan, cette étude a montré la présence manifeste de la *T. evansi* avec un mauvais état général pour certains animaux infectés. Afin d'augmenter la production de lait et de viande ainsi que le rendement au travail car dans la province de l'Oudalan, les dromadaires participent activement dans le labour des champs et aux transports de marchandises, une vulgarisation et une large diffusion des trypanocides et anthelminthiques auprès des services vétérinaires locaux et des éleveurs de dromadaires est indispensable.

Le piégeage des vecteurs mécaniques (insectes) mérite d'être effectué afin de mieux élaborer une stratégie de lutte contre la Trypanosomiase cameline dans le Sahel du Burkina Faso.

Remerciements

Cette étude a bénéficié du soutien financier de MERIAL (Lyon, France). L'auteur remercie B. Maïga et B. de la Direction Provinciale des Ressources Animales à Gorom-Gorom. Il remercie également L. Millogo, Technicien au CIRDES, L. Kaboré, chauffeur au CIRDES, Drs F. Stachurski, chercheur CIRAD-EMVT/CIRDES et D. Grace, Université Berlin, Projet BMZ.

Références

- Amsler S. et Filledier F.(1994a). Attractivité pour les *Tabanidae* de l'association méta-crésol/ octénol : Résultats obtenus au Burkina Faso. Revue Elev. Med. vet. Pays trop.,**47**(1): 93-96.
- Amsler S. et Filledier F. (1994b). Comparaison des différents systèmes de collecte avec deux types de pièges pour la capture des Tabanidés. Revue Elev. Med. vet. Pays trop.**47**: 387-396.
- Anonyme (2004). Deuxième enquête nationale sur les effectifs du cheptel. Institut National de la Statistique et de Démographie. Direction des études et de la planification. Ministère de l'Economie et du Développement. Ministère des Ressources animales, Burkina Faso. Tome II, Résultats et analyses (version provisoire), Janvier 2004, 84p.

- Abou Eisha, A. M. (2000). Brucellosis in camels and its relation to public health. Assiut Vet. Med. J., 44, 86, 86-105
- Alhendi A. A. B. (2000). Common diseases of Camel (*Camelus dromedarius*) in Eastern Province of Saudi Arabia. Pakistan Vet. J. **20**, 2, 97-99
- Al Rawashdeh, O. F., Al Ani, F. K., Sharraf, L.A., Al Qudah, K. M., Al Hami, Y. and Frank, N. (2000). A survey of Camel (*Camelus dromedarius*) diseases in Jordan. J. Zoo Wildelife Med., **31**, 3, 335-338.
- Atarhouch, T., Rami, M., Bendahman, M. N. and Dakkak, A. (2003). Camel trypanosomosis in Morocco. 1. results of a first epidemiological survey. Vet. Parasitol., **111**, 4, 277-286
- Bekele, T. (2002). Epidemiological studies on gastro-intestinal helminths of dromedary (*Camel dromedarius*) in semi-arid lands of eastern Ethiopia. Vet. Parasitol., **105**, 2, 139-152
- Delafose, A. and Doutoum, A., A. (2004). Prevalence of *Trypanosoma evansi* infection and associated risk factors in camels in eastern Chad. Vet. Parasitol., **119**, (2-3), 155-164
- Dia, M. L. , Desquesnes, M., Elsen, P., Lancelot, R. and Acapovi, G. (2004) : Evaluation of New Trap for Tabanids and Stomoxyinae. Soc. Roy. Belge Entomol., **140**, 64-73
- Dia, M.L., P. Elsen, P., Cuisance, D., Diop, C., Thiam, A. and Chollet, J. Y. (1998). Abundance and Seasonal Variations of Tabanids in southern Trarza (Mauritania). Ann. N. Y. Acad. Sci., **849**, 456-460
- Dia, M.L., Diop, C., Aminetou, M., Jacquiet, P. and Thiam, A. (1997). Some factors affecting the prevalence of *Trypanosoma evansi* in camels in Mauritania. Vet. Parasitol., **72**, 111-120.
- Dia, M. L., Diop, C., Thiam, A., Aminetou, M. and Jacquiet, P. (1996). Importance of camels trypanosomosis and its vectors in Mauritania. J. Camel Pract. and Research, **4** (2), 271-276.
- Diall, O., Bocoum, Z., Diarra, B., Coulibaly, Z., Waigalo, Y. (1993). Epidémiologie de la Trypanosomiase à *T. evansi* chez le dromadaire au Mali: résultats d'enquêtes parasitologiques et cliniques. Revue Méd. vét. Pays trop., **46**, 455-461.
- Doutoum A.A., Delafoose, A., Elsen, P., Amsler-Delafoose, S. (2002). Vecteurs potentiels de *T. evansi* chez le dromadaire au Tchad oriental. Revue Elev. Med. vet. Pays trop. **55**(1), 21-30
- Kane, Y., Diop, A., Isselmou, E., Kaboret, Y., Ould Mekkhalle, M. et Diallo, B. C. (2003). Contraintes majeures de l'élevage camelin en Mauritanie. Revue Afric. Santé Product. Anim. (RASPA), **1**, 1, 31-37
- Mihok, S. M(2002). The development of a multipurpose trap (the nzi) for tsetse and other biting flies. Bull. Entomol. Res., **92**: 385-403
- Molina, J. M., Ruiz, A., Juste, M. C., Corbera, J. A., Amador, R. and Gutiérrez, C. (2000). Seroprevalance of *Trypanosoma evansi* in dromedaries (*Camelus dromedaries*) from the Canary Islands (Spain) using antibody Ab-ELISA. Prev. vet. Med. **47**, 53-59
- Oyieke, F. A. (2003). Occurrence and transmission of camel trypanosomosis in Northern Kenya. J. Camel Pract. Res., **10**, 1, 17-21
- Pacholek, X., Gamatie, D. Vias Frank, S. G. et Tibayrenc, R. (2000). Prévalence de la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* chez les chamelons de l'Ouest nigérien. Revue Elev. Med. vet. Pays trop., **42**(1), 45-53
- Poda, G. (2002). Contribution à l'étude de l'incidence de la Trypanosomiase et des nématodoses digestives chez le dromadaire dans la province du Soum (Burkina Faso). Thèse Doct. vét. n°30, EISMV Dakar, Sénégal, 94p

- Rami, M., Atarhouch, T., Bendahman, M. N., Azlaf, R., Kechna, R. and Dakkak, A. (2003). Camel trypanosomosis in Morocco. 2. A pilot disease control trial. Vet. Parasitol., **115**, 3, 223-231
- Sawadogo, G. J., Pangu, L. J., Assane, M., Akakpo, J. A., Abiola F. A., Laporte, J. P. (1998). Etude de l'impact socio-économique du dromadaire au Mali, en Mauritanie, au Niger, et au Tchad. Document n°1 : enquêtes de terrain ; Document n°2 : Plan d'action en faveur de l'élevage du dromadaire, EISMV, Dakar, 1998.
- Sena, D. S., Gorakh Mal, Rajander Kumar and Sahami, M.S. (2000). Prevalence of heamatobiochemical studies and chemotherapy of gastrointestinal nematode infection in camels. J. Vet. Parasitol., **14**, 2, 151-153
- Soodan, J. S., Sudhan, N. A., Bhadwal M. S. and Rajiv Singh. (2003). Occurrence of *Trypanosoma evansi* infection of equines. Centaur, **20**, 2, 28, 30
- Tager-Kagan, P., Itard, J. et Clair, M. (1982). Essai de l'efficacité du Cymelarsannd sur *Trypanosoma evansi* chez le dromadaire. Revue. Elev. Méd. vét. Pays trop., **42**, 55-61
- Teshome, H., Molla, B. and Tibbo, M. (2003). A seroprevalence study of camel brucellosis in three camel-rearing regions of Ethiopia. Trop. Anim. Health Product. **35**, 5, 381-390

**THE SUSCEPTIBILITY OF SUDANESE DONKEYS
TO *TRYPANOSOMA EVANSI* INFECTION:**

A.A. Ismail^{1*}, A.M. Ibrahim², A.M. A/majid³, H.S. Siddig⁴, A.A. Gameel⁵, A.H.
A/rahman⁶, C.I. Mahama⁷ and G.H. Chizyuka⁸.

¹College of Vet. Med & Anim. Husb. - Sudan University of Science and Technology.

²Faculty of Veterinary Science - University of Bahr el Ghazal.

³The National Centre For Research - Ministry of Science and Technology.

⁴Faculty of Medical Laboratory Sciences – The National Ribat University.

⁵Faculty of Veterinary Medicine – University of Khartoum.

⁶Central Veterinary Research Laboratories – Ministry of Science and Technology.

⁷Setse Control Station – Ghana

⁸AO, Animal Health Office, Africa – Ghana

Résumé

La trypanosomiase cameline due à l'infection de *Trypanosoma evansi* est identifiée comme la seule maladie qui entrave le développement et l'exploitation longitudinale et transversale des dromadaires dans les zones arides et semi-arides. L'épidémiologie du « Surra » au Soudan est loin d'être bien comprise. En raison de la sécheresse qui a frappé le pays au cours des années écoulées, l'élevage de dromadaire et les zones de parcours ont complètement changé. Les dromadaires se déplacent vers l'extrême sud du pays à la recherche d'eau et de pâturages, et s'exposent ainsi aux mouches piqueuses. Les animaux tels que les bovins, les moutons, les chèvres et les ânes se retrouvent souvent mêlés aux dromadaires. La contribution de ces animaux à l'épidémiologie de la trypanosomiase cameline au Soudan n'a pas encore été évaluée. Les ânes constituent, par ailleurs, une importante ressource agricole dans les zones rurales et une source considérable de revenus dans les zones urbaines.

La présente étude examine la sensibilité des ânes à l'infection de la *T. evansi* et détermine ainsi leur contribution à l'épidémiologie de la trypanosomiase cameline. On a inoculé à deux groupes d'ânes deux stocks de *T. evansi*, l'un isolé de l'Est du Soudan et l'autre de l'Ouest du pays. Les signes cliniques, les niveaux de parasitémie, d'anémie et de bien d'autres valeurs hématologiques ont été enregistrés chaque jour pendant deux semaines, après la détection de parasites dans le sang périphérique. Les mêmes paramètres ont par la suite été enregistrés trois fois par semaine jusqu'à la fin de la période d'étude. Les deux stocks de *T. evansi* ont produit des niveaux élevés de parasitémie, environ $\times 10^6$ parasites/ml en quatre pics. A l'exception de 3 à 4 périodes de rémission, la parasitémie a persisté dans le sang périphérique jusqu'à la mort des animaux. La concentration d'hématocrite, de globules rouges et d'hémoglobine est descendue à plus de 50 % de leur valeurs d'avant l'infection. Tous les animaux sont

morts de l'infection en moins de deux mois. Il a été conclu (au moins dans la présente étude) que les ânes sont fortement sensibles à l'infection de la *T. evansi*. La possibilité qu'ils aient activement contribué à l'épidémiologie de la trypanosomiase cameline au Soudan est évoquée, et il est suggéré que des enquêtes de terrain soient menées pour déterminer la prévalence naturelle de la *T. evansi* chez les ânes des zones réputées abriter une plus forte prévalence de la maladie chez les dromadaires.

Summary

Camel trypanosomosis due to *Typanosoma evansi* infection is singled out as the only disease that hinders longitudinal or cross-sectional development and exploitation of camel in the arid and semi-arid zone. The epidemiology of "Surra" in Sudan is far from being fully understood. Due to the drought that had stricken the country in the past years, camel husbandry and grazing areas has been completely changed. Camels encroach deeper south in search of water and pasture and hence contact with increased prevalence of biting flies. Animals such as cattle, sheep, goats and donkeys are frequently seen mixed with camels. The contribution of these animals to the epidemiology of camel trypanosomosis in Sudan has not yet been evaluated. Moreover, donkeys constitute an important agricultural resource in rural areas and an important income generating source in urban areas. The present study examines the susceptibility of donkeys to *T evansi* infection and hence determine their contribution to epidemiology of camel trypanosomosis. Two groups of donkeys were inoculated with two stocks of *T evansi*. One stock, isolated from eastern Sudan and the other from western Sudan. Clinical signs, levels of parasitaemia, anaemia and other haematological values were recorded daily for two weeks after detection of parasites in the peripheral blood. Thereafter they were recorded three times a week until the end of the study period. Parasitaemia levels were recorded daily until the end of the study period. Both stocks of *T evansi* produced high levels of parasitaemia, around $\times 10^6$ parasites /ml in four peaks. With the exception of 3-4 periods of remissions, parasitaemia persisted in the peripheral blood until death. PCV, RBC and Hb concentration were similarly dropped to more than 50% of the preinfection values. All animals died of infection in less than two months. It is concluded that (at least in the present study) donkeys are highly susceptible to *T evansi* infection. The possibility that they may actively contribute to the epidemiology of camel trypanosomiasis in Sudan is discussed. It is suggested that field surveys to determine the natural prevalence of *T evansi* in donkeys in areas known to harbor higher prevalence of *T evansi* in camels, should be conducted.

Introduction

Surra is the main disease that hinders camel development in the semi-arid zone of the Sudan. The epidemiology of "Surra" in Sudan is far from being fully understood. Currently camels encroach deeper south in search of water and pasture and hence come into contact with increasing prevalence of biting flies. Other livestock such as cattle, sheep, goats and donkeys are frequently seen mixed with camels. The contribution of these animals to the epidemiology of camel trypanosomosis in Sudan has not yet been evaluated. Moreover, donkeys constitute an important agricultural resource in rural areas and an important income-generating source in urban areas. The present study examines the susceptibility of donkeys to *T evansi* infection and hence determines their contribution to the epidemiology of camel trypanosomosis.

Materials & methods

- * Two groups of donkeys infected with two stocks of *T.evansi* (one stock from western Sudan and the other from eastern)
- * Clinical signs were recorded daily using stethoscope and visual observation.
- * Parasitaemia was estimated using the method of Herbert and Lumsdem (1976). When parasites were more than one per field, the numbers were counted using Haemocytometer following the method of Parries *et al* (1982).
- * PCV, RBC and WBC were counted using conventional methods.
- * Haemoglobin content was estimated by colorimeter.

Results

Clinical parameters : Temperature was elevated to more than 40.5°C during the acute phase. Thereafter it fluctuated within the normal range.

Respiratory & Pulse rates: The respiratory rates were slightly elevated while pulse rate continuously decreased from preinfection values. All infected animals became weak and emaciated with recumbancy and convulsions at the terminal stage

Parasitaemia: The Prepatent periods were not more than 4 days in individual animals. High and persistent parasitaemia were experienced in Abuzabad stock. Showak stock showed a number of remissions (Fig-1). PCV Continued to decrease until the end of the experiment by which time it dropped to more than 60 % of the preinfection value (Fig-2). RBCs- Followed similar pattern to that of the PCV (Fig-3).

Haemoglobin content : Though fluctuated, also dropped drastically towards the end of the experiment (Fig-4). WBCs- buzabad stock had leucocytosis especially from week 2 to week 5, while WBCs count following infection with Showak stock, fluctuated around the normal value (Fig-5).

Postmortem findings

1- Carcass: emaciated and anaemic	2- Body fats: yellow and gelatinous.
3- Liver: more friable with blackish capsular spots.	4- Spleen: also enlarged.
5- Lungs: the apical lobe is atrophied.	6- Heart: flappy with irregular spots.

Discussion: Donkeys were found to be highly susceptible to *T.evansi* infection. These results were similar to those reported by Dargantes *et al* (2004) in Philippines. Parasite in Abuzabad stock were recovered from body fluids such as vitreous and aqueous humors, cerebrospinal fluids and synovial fluids. These findings were not reported by other authors. Levels of parasitaemia in the present study were found to be higher than those reported in camels (Yagoub, 1989). Whether this can contribute to active mechanical transmission between camels and donkeys or not, awaits further investigation. All haematological parameters were more affected than those reported by other authors (Ikede *et al*, 1977; Yagoub, 1989; Jani *et al* 1992 and Getahum and demek, 2005)

Conclusion: Sudanese donkeys were found to be highly susceptible to *T.evansi* infection. This may play an important role in the epidemiology of camel trypanosomosis in Sudan.

Recommendation

- Surveys to determine the natural prevalence of *T.evansi* infections in donkeys in areas where they co-exist with camels should be carried out.

- *T.evansi* from western Sudan was found in blood and other body fluids, while that from eastern Sudan is restricted to the blood. The pathogenicity of *T. evansi* from both areas needs further investigations.

References

- Dargantes, A. P.; Campbell, R. S.; Copeman, D. B. and Reid, S. A. (2004). Experimental *Trypanosoma evansi* infection in Thegoat. II. Pathology. Ann NY Acad Sci. **1026**: 152-153.
- Herbert, W.J. and Lumsden, W.H.A. (1976). Trypanosomabrucei: A rapid "matching" method for estimating the host's parasitaemia. Experimental Parasitology **40**, 427 – **431**.
- Ikede, B. O.; Akpokodje, J. U.; Hill, D. H. and Ajidagba, P. O. A. (1977). Clinical, Haematological and Pathological studies in donkeys experimentally infected with *Trypanosoma brucei*. Trop. Anim. Hlth. Prod. **9**: 93-98.
- Jani, R. G.; Jani, B. M. and Anjaria. J. M. (1992). Haematological and biochemical observation in clinical *Trypanosoma evansi* in donkeys. Cheriron, **21(3/4)**: 71-73.
- Paris, T.; Murray, M. and McOdimba, F. (1982). A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. Acta Tropica, **39**: 307-316.
- Yagoub, I. A. (1989). Haematological studies in dromedary camels with single or concurrent natural infections of *Trypanosoma evansi* and *Haemonchus longistipes*. Acta-Veterinary Beograd. **39**: 2-3, 109-119.

Fig-1: Mean Parasitaemia levels (log₁₀/ml) in donkeys infected with Showak or Abuzabad stocks of *T.evansi*

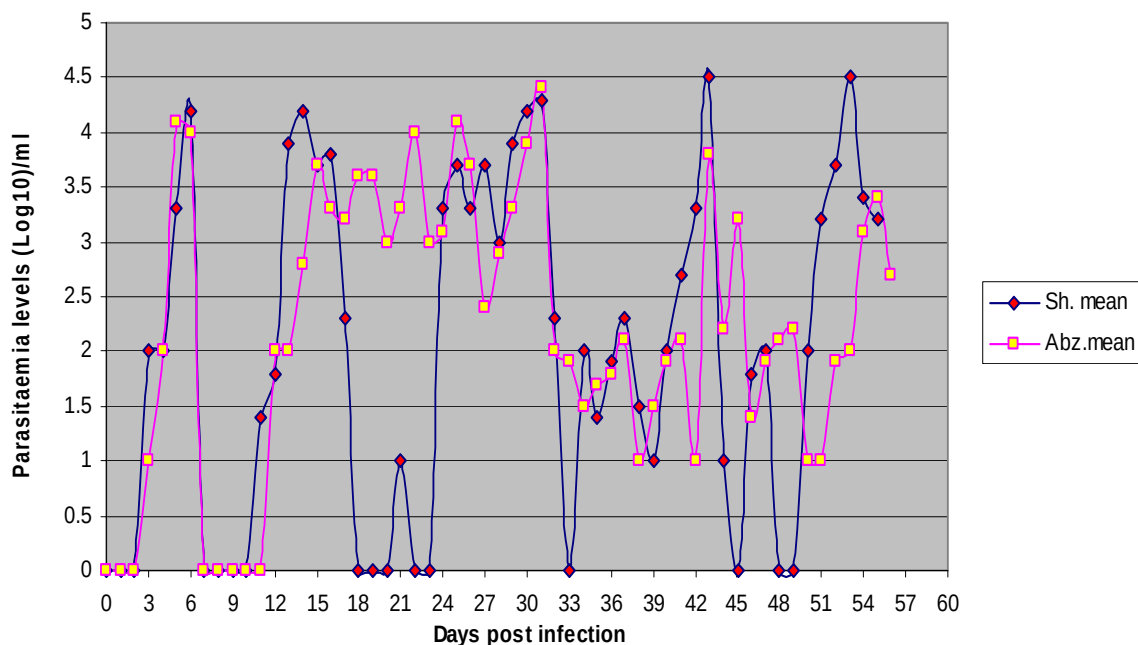


Fig-2: Mean PCV% in donkeys infected with Showak or Abuzabad stocks of *T.evansi*

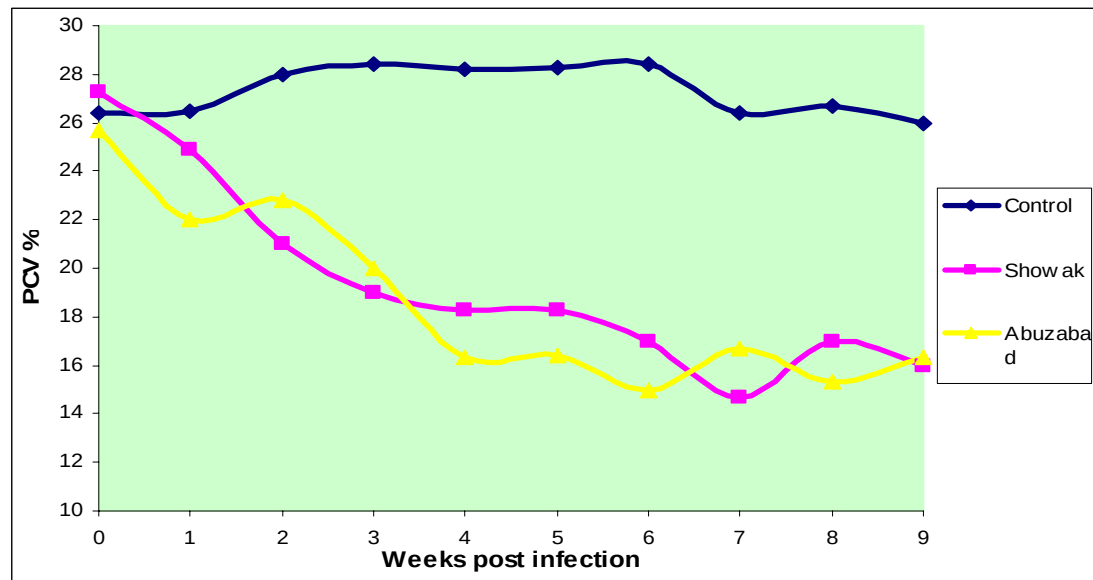


Fig-3: Mean RBCs counts ($\times 10^6/\text{mm}^3$) in donkeys infected with Showak or Abuzabad stocks of *T.evansi*

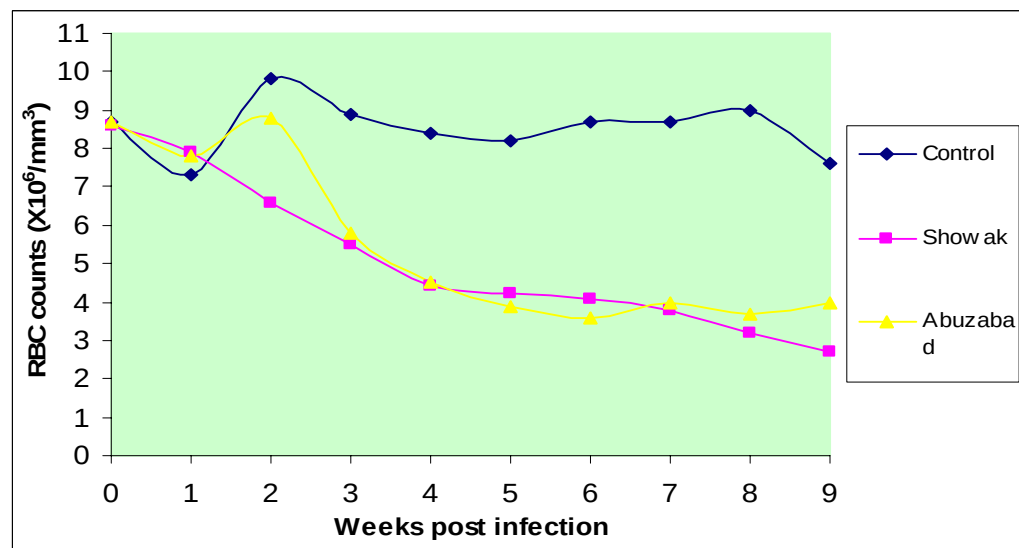


Fig-4: Mean Hb (g/dl) in donkeys infected with Showak or Abuzabad stocks

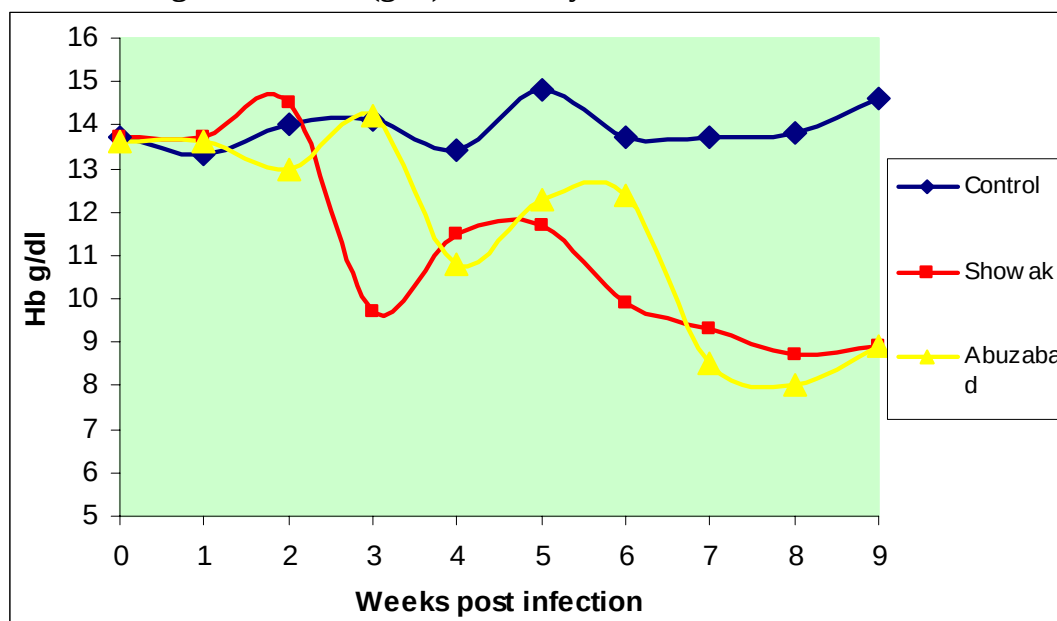
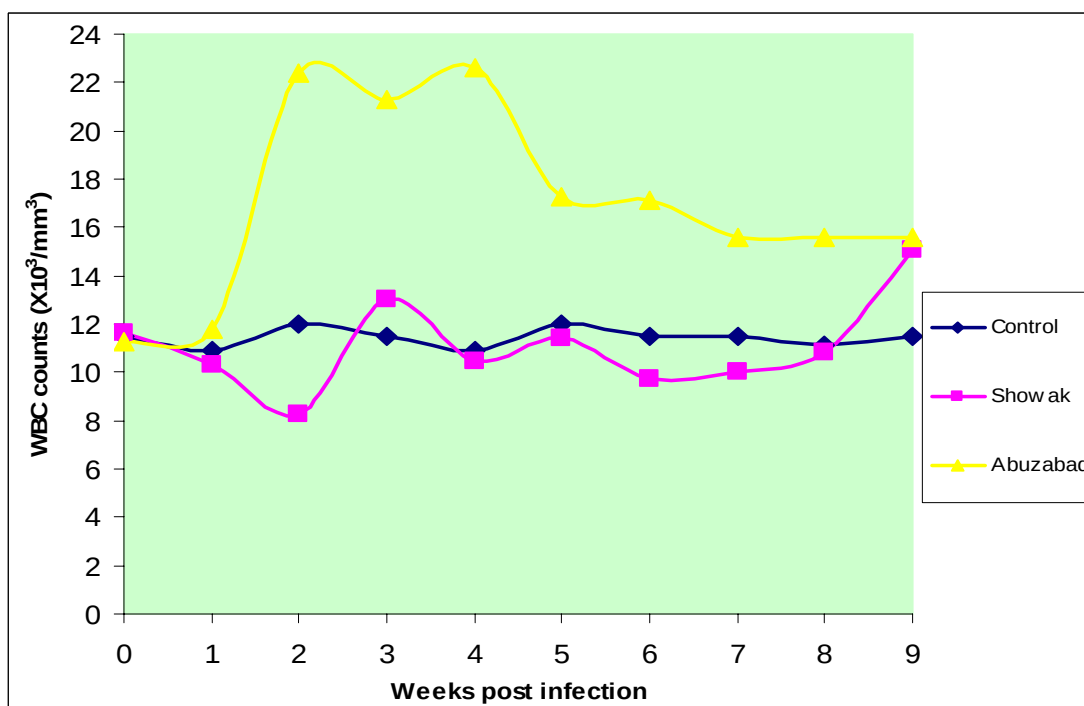


Fig-5: Mean WBCs counts ($\times 10^3/\text{mm}^3$) in donkeys infected with Showak or Abuzabad stocks of *T.evansi*



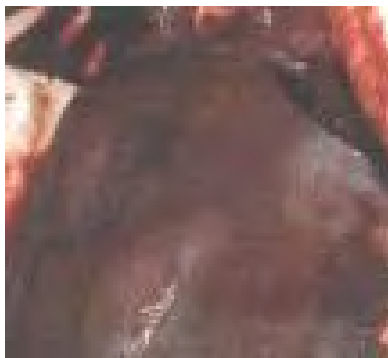


Weakness



Convulsions

Fig-6: Lesions in Liver, Spleen, Lungs & Heart.
Liver Spleen Lungs & Heart



(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

427

CAMEL TRYPANOSOMIASIS IN SAHIL REGION OF SOMALILAND

LA TRYPANOSOMIASE CAMELINE DANS LA REGION DU SAHEL AU SOMALILAND (NORD-OUEST DE LA SOMALIE)

Abdullahi Sheikh Mohamed DVM, Msci. Equivalent, PhD
Sheikh Technical Veterinary School, Somaliland

STVS office: 002522-730118, e-mail: shemanur@yahoo.com

Résumé

But : L'objet de la présente étude est de mener une enquête sur l'existence et la répartition de la trypanosomiase et de son/ses vecteur(s) dans la région de Sahel, au Somaliland.

Matériels et méthodes : L'examen clinique de l'anamnèse, l'évaluation visuelle, l'examen physique et la collecte d'échantillons ont été effectués sur le terrain. La température a été déterminée à l'aide d'un thermomètre numérique. Les frottis (minces/épais) ont été préparés à partir de sang prélevé à partir de la veine jugulaire à l'aide de seringues vacutainers. Les animaux ont été suivis pendant le pâturage pour observer les mouches piqueuses. Les frottis ont été colorés au Giemsa et lus au microscope optique.

Résultats : L'étude a observé chez les dromadaires malades une brusque baisse de la production laitière, des larmolements, un gonflement du ganglion lymphatique et une pâleur des membranes muqueuses. Certains animaux avaient une température entre 40°C et 40,5°C. L'examen en laboratoire des frottis de sang prélevés sur des dromadaires cliniquement malades a confirmé le diagnostic avec la détection de trypanosomes dans les frottis. Les lamelles dont l'examen au microscope s'est révélé positif présentaient en moyenne six cellules de trypanosomes par champ; dans les frottis sanguins de dromadaire où l'on a détecté des trypanosomes, des érythrocytes sont apparus avec des gonflements marqués et des formes arrondies chez les animaux gravement anémiques avec un cytoplasme très pâle.

Discussion : L'étude a confirmé la présence de la maladie dans la région. La Noroquine (le sulfate de quinapyramine et le chlorure de quinapyramine) ont guéri la maladie. L'étude a également révélé que dans cette région, la trypanosomiase est surtout transmise par les tabanidés dont l'habitat se situe normalement le long des chaînes du Mont Golis,

et que la pression glossinaire diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne des montagnes.

Conclusion et recommandation : L'étude doit être élargie à toutes les autres régions du Somaliland pour mieux comprendre la répartition géographique exacte des tabanidés et des autres insectes hématophages, et rechercher des solutions pour leur contrôle.

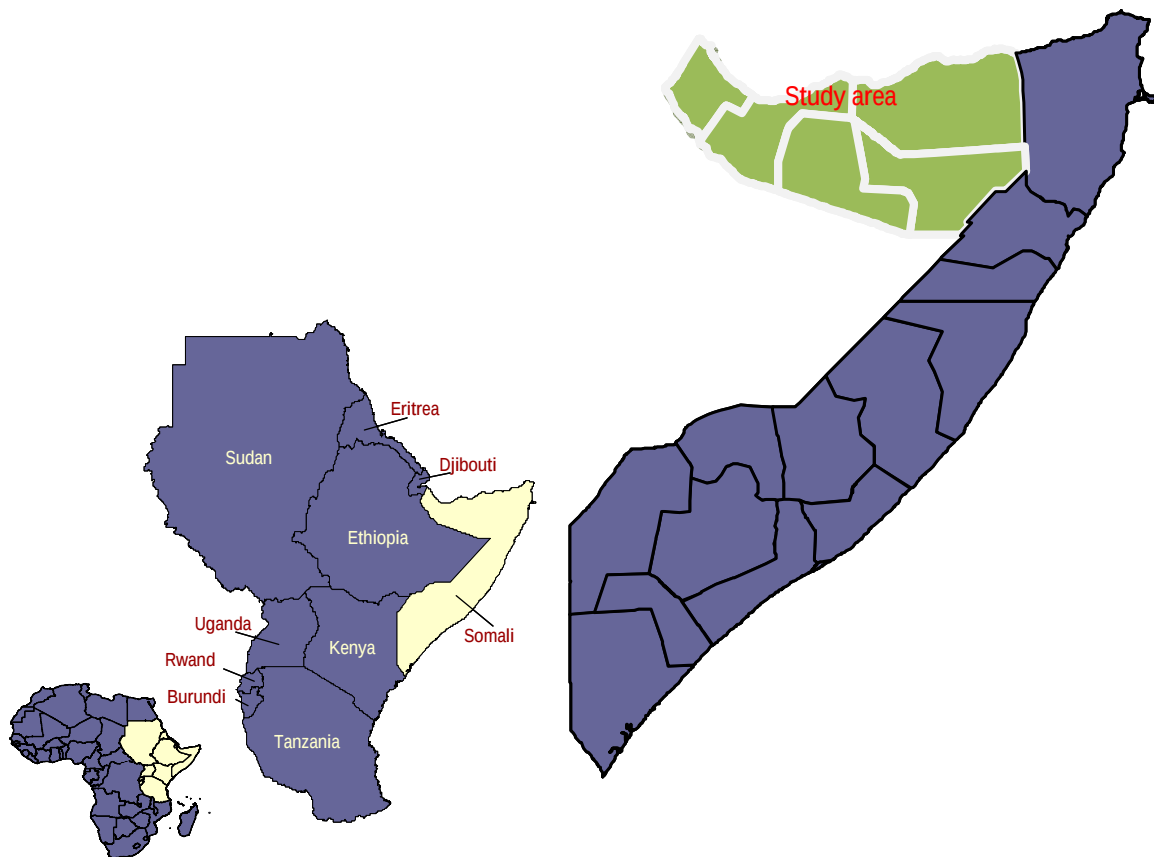
Summary

The aim of the study was to investigate the existence and distribution of trypanosome and its vector (s) in Sahil region of Somaliland. Clinical examination of history taking, visual appraisal, physical examination and sample collection were performed in the field. Temperature was determined using digital thermometer. Smears (thin/thick) were prepared from blood taken from jugular vein using vacutainers. Grazing, animals were followed to see biting flies. Smear were stained with Giemsa and read under optical microscope. Sick camels showed sudden drop in milk production, lacrimation, swollen lymph nodes, and pale mucous membranes. Few animals had temperature of 40°C - 40.5°C. Laboratory examination of blood smear taken from clinically sick camels confirmed the diagnosis by detection of Trypanosomes in both thick and thin smears. Scanned positive slides under microscope showed an average of six trypanosome cells per field; in those camel blood smears where trypanosomes were detected, erythrocytes appeared with marked swelling and round shaped in severely anemic animals with a very pale cytoplasm. The study has confirmed the presence of the disease in the region. Noroquin (Quinapyramine sulphate and quinapyrmine chloride) have cured the disease. The study revealed also that trypanosome in the area is mainly transmitted by tabanid which normally inhabits along Golis ranges, challenge decreases the farther one goes from the mountains. Study should be extended to all over Somaliland regions to better understand the exact geographical distribution of tabanid and other blood suckling insects and seek solution for their control.

Introduction:

Tsetse and Tabanidae transmitted Trypanosomiasis was always considered as one of the major constraints to the socio-economic development of African livestock herders. African animal trpanosomes has been extensively reviewed (George J. Losos 1986, M.M.H Sewel and D.WBrocklesby 1990 and J.A.W. Coetzer and R.C.Tustin 2004). In addition to other Trypanosomiasis, Camel Trypanosomiasis has been studied and reported in Eastern Africa region (R.G et al. 1976; Schwartz and Dioli 1992; Oyeke, F. A., Reid, G. 2003). British Veterinary Team reported camel Trypanosomiasis in northern regions of Somalia in 1970s (Edelsten 1995). Somalia: Towards a Livestock Sector Strategy Report mentions *Trypanosoma evansi* in central and northern rangelands (FAO, WB and EU 2004). Vectors tyransmitting trapanosomes are also reported in both southern and northern regions of Somalia (Dirie MF, Wallbanks KR, Aden AA, Bornstein S, Ibrahim MD.1989). In Somalia, before the 1990 civil war, there were programmes and projects studying and controlling Trypanosomiasis and their transmitting vectors especially in the Rivereine areas of the country. National Tsetse and Trypanosomiasis Control Project (NTTCP 1989) is an example (Dirie MF, Wallbanks KR, Aden AA, Bornstein S, Ibrahim MD. 1989). During this civil war (1990 – present), 'very few and far between' articles on camel Trypanosomiases have emerged such as (M. P. O. Baumann and K. H. Zessin. 1992) on central regions of Somalia. In 2006, during some student practical field works in clinical diagnosis, STVS received

complaints from camel herders in Sheikh District of Sahel region. They suspected a disease caused by biting flies and they named it “Dhukaan” which is the local name for camel trypanosomoses or “Surra”. However, there is lack of information about the extension of the disease and biting flies transmitting the disease in Sahel region. The objective of the present study was to investigate the existence and distribution of Trypanosomiasis and its vector (s) in the Sahel region of Somaliland which comprises of Berbera, Sheikh, Mandhera, Xagal and Bulahaar Districts – the study area (see Map).



Map: The study area

Materials and Methods:

20 experienced camel herders (5 from each of Berbera, Sheikh, Mandera and Xagal districts) were asked about the disease, its history, clinical signs, transmitting vectors and their geographic distribution within Sahel region. Bulahaar district was not accessed. Clinical examination and environmental consideration were performed in the field. Temperature was determined using digital thermometer in the morning time (8:00 – 11:00). Grazing animals were followed to see biting flies and to catch whenever possible.

Blood smears (thin/thick) were prepared from the blood taken from jugular vein using vacutainers. Serum was prepared from the same blood. 59 samples were collected of which 17 were only blood smears (thick and thin) while 42 were both of smear and

serum. These samples were collected from December 2006 to August 2007. Biting flies were caught by hand and transferred to laboratory.

In laboratory, vector specimens were observed and photographs of them under magnifying hand lenses and stereomicroscope CE. Canon digital camera Power Shot A70 was used to take photos. Smears were stained with Giemsa and read under light microscope CE XSZ-G. Serum was used for formol gel biochemical test by adding 2 drops of 10% formalin in 1 ml of serum.

Results:

All the 20 livestock herders responded that camel Trypanosomiasis locally known as “Dhukaan” is present in the region. And according to their knowledge, Dhukaan always existed in the region. The most important signs that camel herders mentioned about the diseases are: Milk reduction, fever, lacrimation, animal facing the sun in the morning and afternoon, lack of urine spread on legs, easy detachment of tail hair, poor body condition and bad smell. They have mentioned also rare cases of abortion and deaths.

Among the vectors that herders believe transmit the disease are: Dhuug; Hamas (different species), Muse Hurde and Tuqsi faras. Tuqsi faras literally means “horse fly”. These vectors are present in most areas of the region but are mainly concentrated in the two ecological zones of costal lowland area (Guban) and highlands (Oogo) 1000 – 1400 above sea level (Table 1).

Table 1: Response of camel herders on the vectors presence

Village	Vector presence	Type of vector	When vector is present
Geel lookor,	Yes	Dhuug, Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras	Rainy seasons
Laaleys,	Yes	Dhuug, Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras	Rainy seasons
Dabaan	Yes	Muse hurde, Tuqsi faras Dhuug, and Hamas	All year round
Burco Kibir	Yes	Muse hurde, Tuqsi faras Dhuug, and Hamas	All year round
Hudusa	Yes	Dhuug, Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras	All year round
Bioleey	Yes	Dhuug, Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras	All year round
Kala baydhka	Yes	Dhuug, Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras	All year round
Gol qaboob	Yes	Dhuug, Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras	All year round
Tuulo dhamiijo	Yes	Dhuug, Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras	All year round
Galooleey	Yes	Dhuug and Hamas	Rainy seasons
Abdaal	Yes	Dhuug, Tuqsi farsa and hamas	Rainy seasons
Xagal	Yes	Dhuug, Hamas and Muse hurde	Rainy seasons

Also according to the herders, flying vectors especially the “Dhuug” are mainly found along the Golis ranges (Figs.1a -c) a mountainous savannah from Abdaal village to Sheikh District and costal areas where non-salty streams and shade are available. While Hamas, Muse hurde and Tuqsi faras can be found also along Golis ranges, but are mainly found in costal areas where salty waters and shade are available.



Fig.1a



Fig.1b



Fig.1c

At Hudusa area, where Tabanidae challenge is very high near the base of Golis ranges, a picture was taken of some flies attached to and feeding on one animal. 17 (14 Dhuug and three Muuse hurde) live tabanidae were caught manually from both animal body and flying around the animal and put in universal bottle and carried to the laboratory (Figs. 2 and 3 respectively).



Fig.2: Dhuug attacking and feeding on camel.



Fig.3a. Dhuug (*Pangonia* - SP) caught by hand. Photo at laboratory, under magnifying hand lens after death

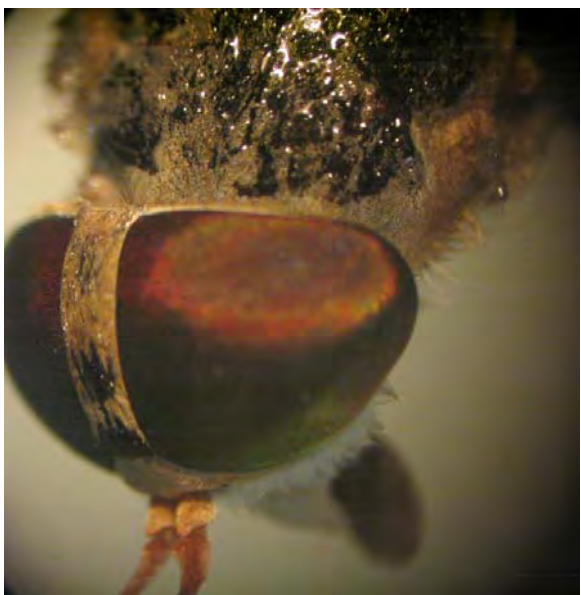


Fig.3b: Muse Hurde (Tabanus – SP) caught by hand. Photo at laboratory, Dorso-lateral view under Stereomicroscope.

Some of Muse hurder and young Tuqsi faras/Geddise were seen on camels and in a stream at Dabaan area between Geel lookor and Berbera where salty waters are available. It was very difficult either to take photos of these biting flies while feeding on the animal or to catch them. Photos were taken of Hamas (Fig 5) in Geel Lookor area between Hudusa and Berbera drawing blood meal from a camel. Hamas always attack in groups or swarms and since they are small we could not catch any.



Fig. 5: Hamas (*Pangonia* sp) attaching to camel in a swam

Signs observed in the fields include: In acute cases, sick camels show, lacrimation, swollen lymph nodes, and pale mucous membranes due to anemia (Figs. 6, 7 and 8 respectively).



Fig. 6: Lacrimation



Fig.7: Swollen Lymph nodes



Fig.8: Pale conjunctiva

While in chronic cases, animals show poor body condition, no hump or very small one, ventral abdominal edema (Figs. 9 and 10), rough coat and a peculiar smell.



Fig 9: poor body condition, animal is cauterized for ventral edema



Fig. 10: Ventral edema



Fig.11: Affected animal with clean legs. Herder is showing lack of urine spread on the legs.

Out of 59 camels examined, only 10 animals had temperature of 40°C - 40.5°C, all others were below these. Laboratory examination of blood smear and serum taken from clinically sick camels confirmed the diagnosis by detection of *Trypanosoma* in some thick and thin smears of which 7 out of 17 were positive, and formol gel test of which 22 out of 42 were positive (Table 2 and Figs.13 and 14)).

Table 2: Date, location, number of animals sampled and results

Date	Location	# of samples collected	Type of sample	Number positive	Number negative
171206	Geel loo kor	2	blood smear	2	0
70107	Geel loo kor	2	blood smear	1	1
160507	Hudusa	2	blood smear	0	2
30607	Bioley	2	blood Smear	0	2
130707	kala baydhk	4	blood smear	3	1
80807	Hudusa	2	blood smear	0	2
90807	Hudusa	3	blood smear	1	2
190807	Galooleey	3	blood smear plus serum	smear 0 Formol 0	smear 3 Formol 3
200807	Burco Kibir	8	blood smear plus serum	smear 0 Formol 4	smear 8 Formol 4
210807	Xagal	3	blood smear plus serum	Smear 0 Formol 2	smear 3 Formol 1
210807	Burco Kibir	6	blood smear plus serum	smear 0 Formol 5	smear 6 Formol 1
220807	Abdaal	5	blood smear plus serum	smear 0 Formol 3	Smear 5 Formol 2
230807	Abdaal	1	blood smear plus serum	smear 0 Formol 1	Smear 1 Formol 0
260807	Burco Kibir	9	blood smear plus serum	Smear 0 Formol 4	Smear 9 Formol 5
270807	Tulo dhamij	5	blood smear plus serum	Smear 0 Formol 2	Smear 5 Formol 3
280807	Gol Qaboob	2	blood smear plus serum	smear 0 Formol 1	Smear 2 Formol 1

Geel lookor, Laaleys, Dabaan and Burco Kibir are under Berbera district; Hudusa, Bioleey, Kala baydhka, Galooleey , Gol qaboob and Tuulo dhamiijo are under Sheikh district, Abdaal is under Mandera district and Xagal is under Xagal district.

Scanned positive slides under microscope showed an average of six trypanosome cells per thin field in two animals of Geel loo kor area, while an average of three trypanosomes per thin field were found in blood smear of six animals, three in Kala baydhka and three in Hudusa. In those severely anaemic camel blood smears in which trypanosomes were detected at high concentration, erythrocytes appeared with marked swelling and some of them with rounded shape and very pale cytoplasm (Figs 13).

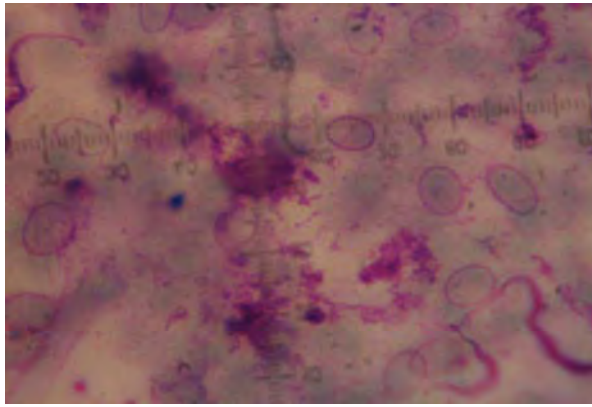


Fig 13 Enlarged RBC in thin smear

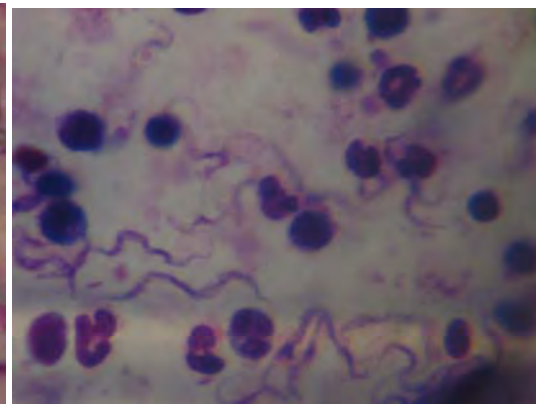


Fig.14 thick smear

Discussion: This preliminary study has established the presence of trypanosomes and its transmitting vectors in Sahel region. In all visited places, vectors and disease are frequent at the base of mountains and decreases going far from the area. However, animal movement in between the ecological zones of coastal (lowland) and highlands during rainy and dry seasons also plays an important role in transferring and maintaining the seasonal pattern of the disease.

Some of the herders believe that biting flies are present in their area all year round while others believe that vectors are present only in rainy seasons (Table 1). Noteworthy is that animal movement for trade and grass/fodder transfer from different places to the embarking port (Berbera) also plays an important role in spreading the transmitting flies and the disease into new areas and in different seasons. All flying vectors caught and/or photographed are haematophagous Diptera, probably all Tabanidae of *Pangonia* Sp. and *Tabanus* Sp. Especially Dhuug, and Hamas are *Pangonia* species and Muse hurde and Tuqsi fars are *Tabanus* species. *Phyloliche magretti* and *Phyloliche zonata*, *Tabnaus taeniola* and *Ancala Africana* were reported in Somalia (M. FD1993). However, the present vector specimens have yet to be further classified. Traps to catch biting flies and control measures are not yet introduced in the country especially since 1990.

Regarding clinical signs, perhaps the first sign of trypanosomiasis for the herders is the milk reduction. According to them, usually healthy camels urinate on their legs, but when a camel becomes affected by trypanosoma it stops spreading urine on its legs which will become clean instead of soiled with urine in both sexes (Fig 11) but the pathophysiology is not clear as it is clear the pathophysiology of camels facing the sun in the morning and in the afternoon which explains raised body temperature or fever.

Clinical signs were prominent during the two rainy seasons – a pattern probably associable with acute form of the disease which seems also seasonal and manifesting mainly in spring “Gu” corresponding April – June rains and autumn corresponding with October – December.

Since parasitemia is intermittent in trypanotic animals, blood smear positivity have no clear pattern. However, in dry and windy seasons when vector challenge decreases, chronic form

of the disease prevails, only formol gel test has shown positive results during those periods (Table 2).

Suspected infected animals of both positive and negative laboratory results were effectively treated with nortriptyline (Nortriptyline sulphate and nortriptyline chloride) at the dose rate of 0.025/kg body weight. In this area, Cymilarsan was still used, because it was the only available drug to combat Trypanosomiasis. Nortriptyline has shown good therapeutic results although resistance against it has been reported especially after long

term use for prophylactic purpose (Intisar E. El Rayah1* and Khitma H. El Malik2; 20006).

Conclusion and recommendation: Though the observed clinical signs are not pathognomonic for Trypanosomiasis, 7 positive smears and 22 positive formol gel test out of 59 samples coupled with vector specimens have shown that the disease and its vectors are present in the region. The disease pattern, its epidemiology, vector distribution and life cycle coupled with animal movements both for grazing and for export as well as grass from other neighboring regions are complex issues in high dynamics and poses questions on simple seasonality of the disease and its vectors. Therefore, further study should be extended to all over Somaliland regions to better understand the exact geographical distribution, disease pattern in relation to animal movement and vector life cycle and recommend proper and feasible control measures to the authority and to camel herders.

Acknowledgment: I wish to thank Dr. Cyprien Biao for the support and encouragement given me in this research. I also thank Dr. Mohamud H. Abdillahi and Dr. Abdullahi Ali Hersi for their help in the entomological part. I wish to thank Mr. Mudathir H. Adan – STVS Laboratory Technician who helped me in laboratory investigations.

References:

- George J. Losos; Infectious Tropical Diseases of Domestic Animals; 1986; ISBN 0 582 40408 8; PP. 182 - 318
- M.M. H. Sewell, D.M. Brocklesby; Handbook on Animal Disease in the Tropics; Fourth Edition; Baillier Tindal ELBS; 1990; ISBN 0 7020 1727 2; PP.201 – 226
- J.A.W. Coetzer and R. C. Tustin; Infectious Diseases of Livestock; 2nd Edition; Volume One; 2004; ISBN 019 576171 5; PP. 251 - 304
- Dirie MF, Wallbanks KR, Aden AA, Bornstein S, and Ibrahim MD; Vet Parasitol. 1989 Aug 1; 32(4):285-91
- Mohamed Farah Diriye; Trypanosomiasis due to *Trypanosoma evansi*; in: Anders Hijort af Ornäs; The multi-purpose camel: interdisciplinary studies on pastoral production in Somalia; 1993; ISBN 91 506 1009 0; PP. 207 – 211
- R. G. Pegram1 and J. M. Scott; The prevalence and diagnosis of *Trypanosoma evansi* infection in camels in southern Ethiopia; Tropical Animal Health and Production; Volume 8, Number 1 / December, 1976
- H.J.Schwartz and M. Dioli; The One-Humped Camel in Eastren Africa; 1992; ISBN 3-8236-1218-2, PP. 157 - 159
- M. P. O. Baumann1 and K. H. Zessin; Productivity and health of camels (*Camelus dromedarius*) in Somalia: Associations with trypanosomosis and brucellosis; Tropical Animal Health and Production; Volume 24, Number 3 / September, 1992; PP. 145-156
- FAO, World Bank and EU - Somalia: Towards A Livestock Sector Strategy; Final Report No.: 04/001 IC–SOM April 2004.
- R.M. Edelsten; Livestock Diseases in the Northern Regions of Somalia; A Report of the British Vetrinary Team – condensed version, Published by VETAID, 1995, ISBN 0 9522299 2 7, PP. 30 - 32
- Oyieke, F. A., Reid, G.; Folia Veterinaria, 2003, 47, 1: 38—41
- Intisar E. El Rayah1 and Khitma H. El Malik. (2006)Characterization of quinapyramine (Trypacide) drug resistant *Trypanosoma evansi*; African Journal of Biotechnology, Vol. 5, No. 10, 16 May 2006, pp. 951-955

(RESUME EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

429

**SUSCEPTIBILITY OF SUDANESE NUBIAN GOATS, NILOTIC DWARF
GOATS AND GARAG EWES TO EXPERIMENTAL INFECTION WITH
TRYPANOSOMA VIVAX**

**SUSCEPTIBILITE DES CHEVRES SOUDANAISES NUBIENNES ,
NILOTIQUES ET DES BREBIS GARAG A L'INFECTION EXPERIMENTALE
DE TRYPANOSOMA VIVAX**

M. Osman Nadia * ^a, J. Kaila Ghada^b, H.A. Eltahir ^a & A.H. A/Rahman ^a

^a Central Veterinary Research Laboratories, Khartoum, Sudan

^b University of Bahr Elghazal, Khartoum, Sudan

Résumé

La présente étude a été menée en vue d'examiner la sensibilité de deux différents types de chèvres soudanaises, à savoir les nubiennes noires et les naines nilotiques, mais aussi celle des brebis Garag, à l'infection expérimentale avec une souche de *Trypanosoma vivax* isolée sur des bovins vivant hors de la zone infestée de tsé-tsé. L'infection a provoqué une parasitémie, une anémie et une pyrexie chez les chèvres infectées. Cependant, les chèvres naines nilotiques ont manifesté une plus forte tolérance à l'infection que les chèvres nubiennes, avec des valeurs beaucoup plus élevées d'hématocrite, de concentration de l'hémoglobine, de dénombrement total de globules rouges et blancs, ainsi qu'une parasitémie beaucoup plus faible et des températures corporelles normales. L'infection a causé une forte augmentation de protéines et de globulines totales chez les chèvres nubiennes et naines nilotiques que chez les animaux-témoins. On a constaté une baisse de concentration de l'albumine et de l'urée chez les chèvres nubiennes, mais aucun de ces paramètres n'a changé chez les chèvres naines nilotiques. Aucune différence significative n'a été observée en ce qui concerne les valeurs de sodium et de potassium des chèvres infectées et non infectées. Les brebis Garag se sont avérées sensibles à l'infection de la *T. vivax* et ont montré différents signes d'anémie et de pyrexie. On a aussi observé chez elles une augmentation considérable des protéines et des globulines totales, de même qu'une plus forte baisse des valeurs de l'albumine par rapport aux animaux-témoins. Aucune différence notable n'a été enregistrée pour les valeurs de l'urée, du sodium et du potassium chez les brebis Garag infectées comparé aux animaux-témoins. Le présent article recommande que des études plus poussées soient menées sur la trypanotolérance des petits ruminants au Soudan.

Mots-clés : *Trypanosoma vivax*, transmission mécanique, trypanotolérance.

Summary

The present work was conducted to study the susceptibility of two different types of Sudanese goat's namely, Black Nubian and the Nilotic Dwarf, in addition to ewes of Garag type, to experimental infection with *Trypanosoma vivax* stock isolated from cattle outside the tsetse area. The infection caused parasitaemia, anaemia and pyrexia in the infected goats. However, the Nilotic dwarf goats expressed more tolerance to infection than the Nubian goats, showing significantly higher values of packed cell volume, haemoglobin concentration, total red and white blood cells counts and significantly lower parasitaemia and normal body temperatures. The infection caused significant increases in total proteins and total globulins in infected Nubian and Nilotic Dwarf goats when compared to the controls. Depressed albumin and urea concentrations were observed in Nubian goats but there were no alterations in these parameters in Nilotic Dwarf goats. No significant differences were observed in Sodium and potassium values of infected and non-infected goats. Garag ewes were found to be susceptible to *T. vivax* infection showing different signs of anaemia and pyrexia. They also showed significant increase in total proteins and globulins and significant decrease in albumin values compared to the control. No significant differences in urea, sodium and potassium values were observed in infected Garag ewes compared to the control. More studies are recommended on the trypanotolerance of small ruminants in the Sudan.

Key Words: - *Trypanosoma vivax*, mechanical transmission, Trypanotolerance.

Objectives

The present work was conducted to assess the differences in susceptibility of Sudanese Nubian goats, Nilotic Dwarf goats and Garag ewes to trypanosomosis. The study was part of a project on investigations of trypanotolerance in small ruminants of the Sudan.

Materials and methods: -

Trypanosoma vivax stock used in this study was isolated from an infected cow in Kenana district (White Nile State). The experimental animals used were twelve goats of Nubian and Nilotic Dwarf breeds aged eleven to twelve months old, purchased from Khartoum & Juba (Southern Sudan) respectively and six Garag Ewes, twelve to fifteen months old purchased from upper Nile (Southern Sudan). Five Nubian goats, three Nilotic dwarf goats and three Garag ewes were experimentally infected iv with *T. vivax* using 10^4 trypanosome/ml. while four goats of both breeds and three ewes were served as uninfected control. Parasitaemia was estimated using the dark ground buffy coat technique. Rectal temperatures were taken twice weekly while body weights were recorded every two weeks. The experimental animals were bled twice weekly for 16 weeks post infection. Blood was collected from jugular vein for serum collection. Different serum biochemical changes were studied. Statistical analysis was performed using Statistica Programme Version 5. The level of significance was $p < 0.05$.

Results:-

No significant difference was observed in prepatent period of the experimentally infected Nubian and Nilotic dwarf goats. The level of parasitaemia in black Nubian goats was significantly higher than that of the Nilotic dwarf goats ($P < 0.05$). Significant increase in body temperature was observed in infected goats when compared with the uninfected control. A significant increase in temperature was observed in infected Nubian goats when compared with infected Nilotic dwarf goats ($P < 0.05$). No significant difference in

mean liveweight gain was observed between the infected and uninfected goats. A significant decrease of PCV, Hb values, RBCs and WBCs counts ($P < 0.05$) were detected in all infected goats compared to the uninfected control group. On the other hand, significant decreases in these parameters were also observed in infected Nubian goats when compared with the infected Nilotic dwarf goats. Significant differences were observed in total proteins and globulins values in both infected Nubian and Nilotic Dwarf goats when compared to the uninfected control goats ($P < 0.05$), significant reduction in albumin and urea values were observed in infected Nubian goats when compared to the control ($P < 0.05$), no alterations in these parameters were observed in Nilotic Dwarf goats. No significant differences in sodium and potassium values were observed among infected Nubian and Nilotic Dwarf goats when compared to the control. In the Garag ewes, the study showed significant increase in body temperature of infected ewes compared to the control ($P < 0.05$). No significant difference was observed in mean liveweight gain between the two groups. The values of the PCV, Hb, RBCs and WBCs of the infected group decreased Significantly ($P < 0.05$) when compared to the control group. (Significant increases in total proteins and globulins and significant decreases in infected ewes compared to the control group ($P < 0.05$)) were observed. There was, however, no significant difference in urea, sodium and potassium values of the infected and control groups.

Discussion:-

The results of the present study showed that the *T. vivax* stock used was infective to the Nubian and Nilotic Dwarf goats' and Garag ewes. The dwarf Nilotic goats were found to be superior to the black Nubian goats in controlling parasitaemia and resisting anaemia. The Nilotic dwarf goats were considered trypanotolerant since they were able to control parasitaemia and resist anaemia and pyrexia. On the other hand, trypanosomosis affected Nubian goat's health as shown by the severe anaemia, high parasitaemia and body temperature. Previous studies reviewed by Murray *et al.*, (1991) indicated that the ability to control the level of parasitaemia and the development of anaemia are key indicators of trypanotolerance that are genetically controlled.

Garag ewes showed high susceptibility to *T. vivax* infection. This was indicated by the significant rise in body temperature which could indicate metabolic activity, and also significant decrease in PCV, HB, and RBCs values in the infected ewes. The results also indicate significant decrease in WBCs values in infected ewes. Anaemia and leucopaenia were distinct features of the disease in infected goats and ewes experimentally infected with *T. vivax*. Murray and Dexter (1988) reported that anaemia in trypanosomosis might be due to the haemolysins induced by the trypanosomes, different immunological factors, increased erythrophagocytosis, haemodilution and dyshaemopoiesis. They stated that the possible mechanisms that might be responsible for leukopaenia are similar to those discussed for anaemia.

Significant increases in total proteins and total globulins were observed in both infected goats breeds when compared with the control group ($P < 0.05$). These findings were supported by the findings of Anosa and Isoun (1976) who reported that, the total serum proteins and globulins increased in *T. vivax* infection in goats. A significant decrease in the albumin was observed between infected Nubian and uninfected control goats; this agreed with the finding of Anosa and Isoun (1976) in *T. vivax* infection in goats. The results also showed significant decrease in urea values in Nubian goats when compared to the uninfected control while no significant decrease in albumin and urea values was

observed in the Nilotic Dwarf goats. These changes in Nubian goats might be due to liver disease.

The above results showed that The Nilotic Dwarf goats had the ability to resist *T. vivax* infection by mounting a superior immune response to the disease. On the other hand, the Garag ewes showed high susceptibility to *T. vivax* experimental infection. This was indicated by the significant rise in total proteins and globulins and significant decrease in albumin values in infected ewes compared to the control group. This finding is in accordance with that of Anosa and Isoun (1976) and Ognsanmi *et.al* (1994) in sheep and ewes experimentally infected with *T. vivax* and *T. congolense* respectively. It was observed in this study that hyperproteinaemia and hyperglobulinaemia were the major signs of the disease in the infected goats and ewes which indicates immune responses due to the infection.

Conclusions and recommendations:-

Dwarf Nilotic type may be used as a source of meat in the tsetse infested areas of Sudan where local people do not keep animals due to tsetse infestations and are lacking animal's protein. As the Garag type of sheep seems to be very sensitive to trypanosomosis just like the Desert type, further studies are required to investigate the trypanotolerance trait in other breeds of sheep in the Sudan.

References:-

- Akingbemi, B.T, Mary, N, Madekurozwa, and Joshua, R.A. (1995). Effects of chemotherapy on some haematological and serum biochemical parameters in Mashona goats experimentally infected with *Trypanosoma congolense*. Bull. Anim. Hth. Prod. Afr. XLIII (4): 269-275.
- Anosa, V.O and Isoun, T.T. (1976). Serum proteins, blood and plasma volumes in experimental *Trypanosoma vivax* infection of sheep and goats. Trop. Anim. Health. Prod.8: 14-19.
- Murray, M and T.M. Dexter, (1988). Anaemia in bovine African trypanosomiasis (A review). Acta.Trop., 45: 389-432.
- Murray, M., M. J. Stear, J. C. Trail, D.G.M. Ieteren, K. Agyemang and R.H. Dwinger, (1991). Trypanosomosis in cattle: Prospects for control. In: Owen, J.B, Axford R.F.E. (Eds.). Typing for disease resistance in farm animals. CAB International, pp. 203-223.
- Ogunsanmi, A.O, Akpavie, S.O and Anosa, V.O. (1994). Serum biochemical changes in West African Dwarf sheep experimentally infected with *Trypanosoma brucei*. Rev. Elev. Med. Vet. Pays. Trop. 47 (2): 195-200.

(DOCUMENT NON TRADUIT)

**SOCIO-ECONOMICS, LAND USE AND ENVIRONMENT
SOCIO-ECONOMIE, UTILISATION DES TERRES ET ENVIRONNEMENT**

**SOCIO-ECONOMIC CHALLENGES & PUBLIC POLICIES:
DO WE NEED A POLITICAL ECONOMY OF TSETSE & TRYPANOSOMIASIS
CONTROL?**

Prof. Cheikh LY

Service d'Economie Rurale et Gestion
Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires
EISMV - Dakar

Summary

In sub-Saharan Africa, the livestock sector is a strategic sector but still confronted with tsetse and trypanosomiasis but also with new economic and social as well as political tensions. After presenting the challenges from T&T, the author describes few lessons learnt from research and interventions on the economics of T&T. He then develops premises and components of a new paradigm for funding and organizing the control of T&T. New institutional economics should be better used so that T&T control programmes are designed within a sustainable livelihoods framework and also rural development policies for pro-poor growth. Advocacy is done for a political economy of T&T control so that better guidance is provided to actions.

Key words | T& T control, economics, pro-poor growth, political economy, sub-Saharan Africa

Introduction

In Sub-Saharan Africa, the livestock sector is a strategic sector when coping with pathways out of poverty but also when trying to understand the persistence of poverty. Africa is about 887 million people in 54 different states but the world's poorest inhabited continent. Among 175 countries worldwide the last 24 positions were taken up by African nations (PNUD, 2003). Therefore, the MDG and poverty reduction are central to any present agenda.

In addition to pressures on arable land and losses of pasture lands, livestock production is confronted with new economic and social as well as political tensions. However, it is expected that the evolution of the livestock sector has or will have tremendous impact on the MDG's outcomes, land allocation and productivity as well as on the environment.

In this context, the complex Tsetse and Trypanosomiasis (T&T) has been one of the long lasting constraints focusing and driving, as the priority, numerous government and donor funded initiatives, programme and policies.

What are the challenges from T&T so far?

What are the lessons learnt from research and interventions on the economics of T&T?

How is evolving the traditional T&T control paradigm when challenged by competing frameworks from the evolution of Animal health economics and public policies in the livestock sector ?

For 58 years, the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC) has been the institutional symbol of efforts against T&T. In the meantime, the livestock sector is going through important changes due to various drivers in Africa as well as in the other parts of the world.

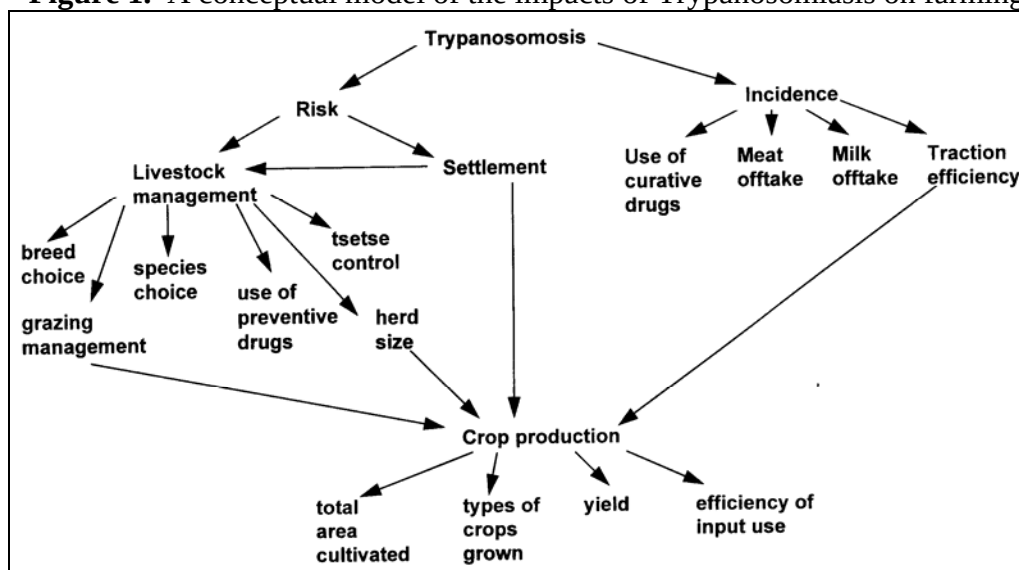
The present communication aims at contributing to ISCTRC normative guidance in strategic planning of livestock development in areas affected by T&T. Socio-economics considerations are proposed to promote adequate strategies toward better T&T control that need to be nested into public policies for livestock development.

Challenges from AAT

The impact of AAT on agriculture and rural development and human welfare are well documented. In broad terms, the economic magnitude of the T&T complex impact is not contested. The tsetse fly vector of trypanosomes occurs in 37 sub-Saharan countries covering nearly 9 million km², corresponding to one-third of Africa's total land area. In West Africa, as much as 51, 68 and 90 percent of the region's semi-arid, sub-humid and humid zones, respectively, were infested with tsetse in the 1980s (Jahnke et al., 1988).

In most of the countries of Africa a number of livestock diseases are endemic and source of severe economic losses due to reduced productivity as well as trade restrictions in livestock and livestock products. Likely, AAT has effects on livestock and other farming systems. Direct effects include productivity losses, disease-control costs and constraints on livestock management including limitations on species and breed choices. Furthermore, indirect and other effects are three-fold: agriculture and other products, natural resources, and human-welfare. All these effects can be traced on a chain of spillover impacts from the herder/farmer micro-level to the whole macro-level of the economy through the meso-level which links them (Figure 1& Table 1).

Figure 1. A conceptual model of the impacts of Trypanosomiasis on farming



Source: PAAT, 2000

Table 1. Different levels of AAT impact

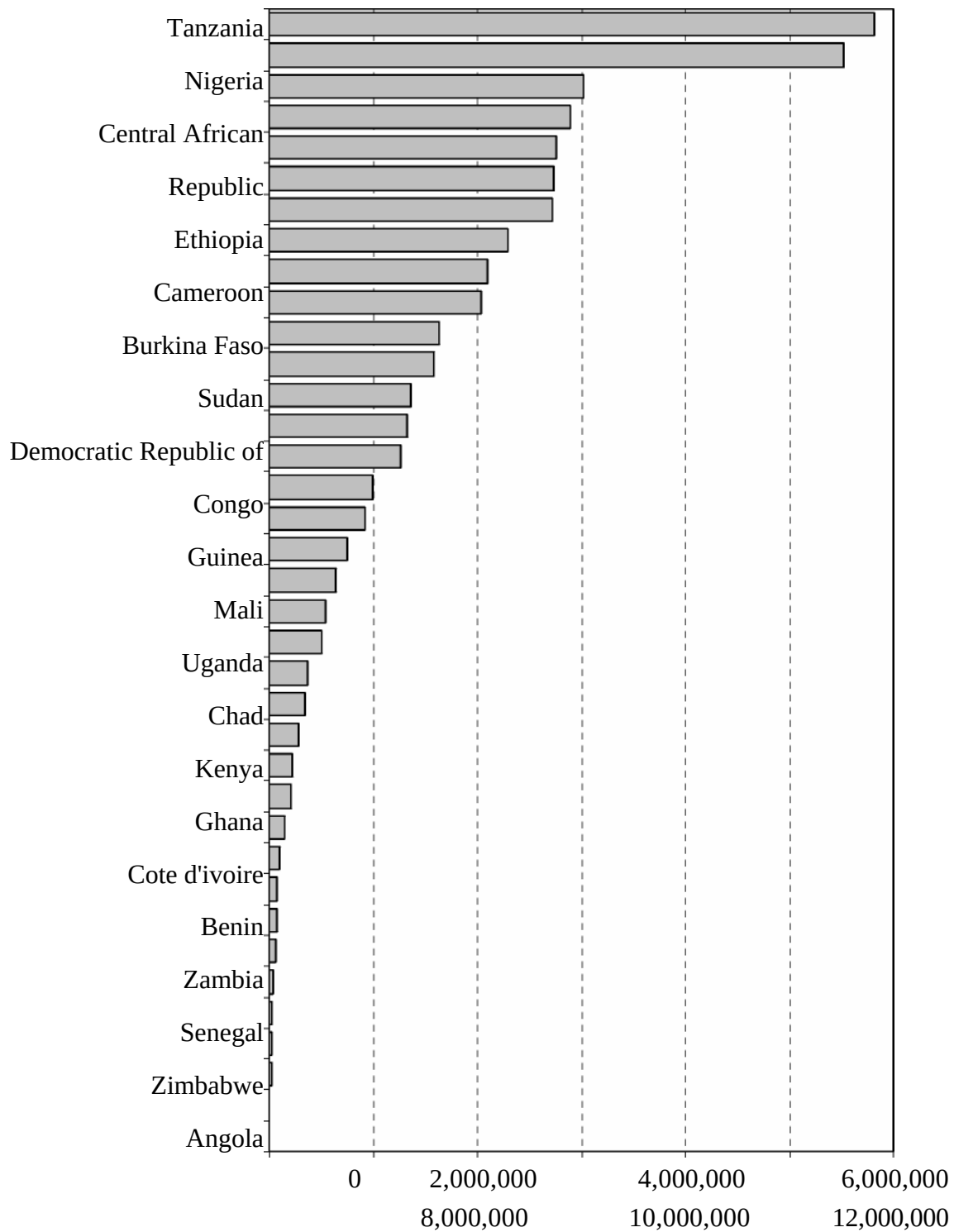
Complex Tsetse / AAT impact		
Macro-level	Meso-level	Micro-level
- Rural poverty - Malnutrition - Food insecurity - Growth of livestock product demand not met - Deficit in trade flows of livestock products - Deficit of the economy - Rural unemployment - Migrations - Difficult rural livelihoods strategies and prospects - Imports in livestock products - Government expenditures in T&T and research	- Risks in rural livelihoods - Risks in rural settlements - Reduced rural labor availability in areas with potential - Underutilization of high agricultural potential areas - Potential lost from expansion in cultivated areas - Reduced land and labor productivity - Inefficient marketing chains	- Monetary losses - Self-consumption reduced - Less livestock ownership - Lower access to market - Lost opportunities from comparative advantages - Increased transaction costs - Production losses - Reproductive losses - Indirect effects (various) - Limited use of draught animal power - Expenditures in drugs and others

After about 100 years of control, the disease remains as a lasting problem in inter-tropical Africa and is still an endemic priority of WHO with 260 relatively permanent infection sites where 60 millions people are at risk of contracting Human African Trypanosomiasis (HAT) or sleeping sickness with 3 millions infected carriers suffering from it at various extent. There are also 300 000 more people infected yearly of whom 95% are not managed or treated (WHO, 1998, CIRAD, 2004) In addition 50 millions heads of cattle, 230 millions of sheep and 40 millions of goats are under threat of ATT since they are exposed to infective tsetse fly bites. It is estimated that losses are up to 3 millions heads of cattle, 500 000 tonnes of meat, 1 million tonnes of milk in addition to the reduction of animal traction opportunities and other prospects. Trypanosomes cost 5

billion euros a year for the African economy (CIRAD, 2004). Approximately 35 millions US \$ of trypanocidal drugs are administered yearly to protect livestock in tsetse-infested areas (Kristjanson et al., 1999; PAAT, 2000; Mattioli et al., 2004).. Most of the countries in West and Central Africa identify tsetse-transmitted trypanosomiasis as a serious health problem to domestic livestock hampering production and a major obstacle for agricultural production as a whole (Agyemang, 2005).

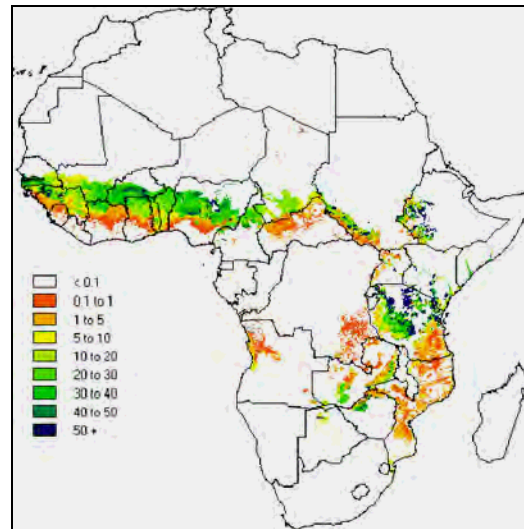
The total stock of livestock and livestock production prospects is supposedly reduced by 10 to 50% in general. In mixed crop-livestock systems and cropped areas, new economic incentives have often a low elasticity of response due to reduced yields and responses. In countries that are completely infested by tsetse, Trypanosomiasis reduce total agricultural production by 2 to 10% (PAAT, 2000). Various extrapolations have been already made to show the benefits of removing tsetse flies from Africa (Gilbert, 1999; Figures 2 & 3).

Fig. 2. Predicted increases in cattle populations with removal of all species of tsetse



Predicted Increase in Cattle Number (PAATIS) Source: Gilbert *et al.* (1999)

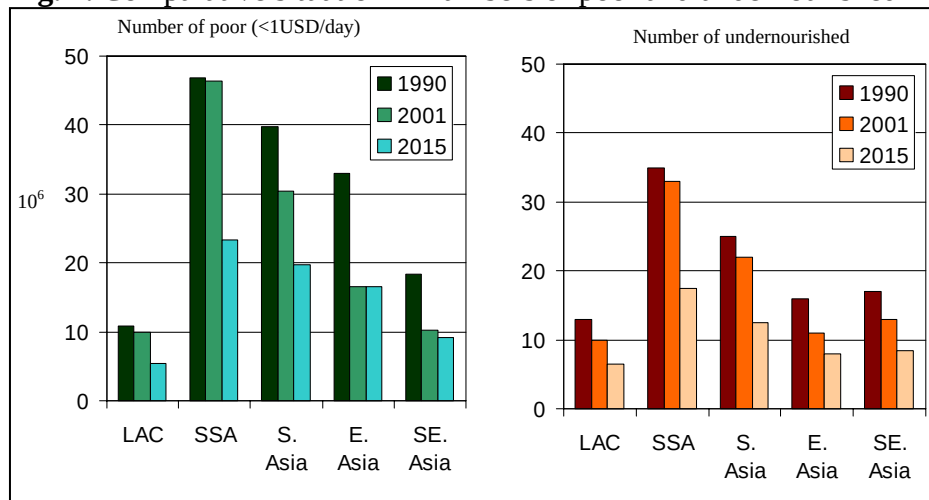
Fig. 3. Predicted increase in cattle density with removal of economically-important species of tsetse across Africa



Source: Gilbert et al. (1999), Swallow in PAAT (2000)

Therefore, trypanosomiasis are constraints on rural development and it is known that removal of these constraints can be profitable in economic and social terms. However, it is also widely shared that they are only one factor limiting the development of rural economies and the importance of other diseases and other factors involved will vary from situation to situation and over time. The most important single factor affecting this dynamic interaction between the trypanosomiasis and the course of rural development in Africa is man, in particular the density of human populations (Jordan, 1986). When examining the number of poor and undernourished in the world, it can be hypothesized that the T&T complex contribute to the level of poverty in Africa in general (Figure 4).

Fig. 4. Comparative situation in numbers of poor and undernourished in the world



LAC = Latin America and the Caribbean; SSA = Sub-Saharan Africa, Source: PPLPI, 2005

Lessons from research

T&T has mobilized resources and energy, especially in research. Over the last two decades, knowledge on trypanosomiasis in livestock has been greatly enhanced. One can say that the research has been able to capture the magnitude of micro-economic and social impact of T&T on livestock keepers and farmers in many parts of Africa. Household level to local impact, spatial distribution of the tsetse and trypanosomiasis the use of GIS techniques, alternative control measures, mapping the benefits are subject of numerous contributions (Budd, 1999; Camus, 1981; Kristjanson et al., 1999; Jahnke, 1974; Jordan, 1986; PAAT, 2000, 2003, 2004, 2005; Shaw and al, 2004).

Quantification of the AAT and HAT impact often remains the favorite topic of numerous researchers and institutions. Data sets collected for modeling or used in extrapolations may be satisfactory but the over all data available at continental level remains extremely limited.

Various methods of economic impact assessment are available (Rusthon & al, 1999; Rusthon & al. 2007). However, the economic implications of animal diseases have derived comparatively to crop diseases less attention, especially the tropical ones due to lack of appropriate and reliable data on base line situation or “without disease”. The outlook is changing today but mainly for diseases such as FMD, AI, ESB. As stated by Jordan in 1986, more work needs still to be done in applying “old economics’ to the “new problem” of livestock diseases.

In fact for a long time, neoclassical economics has been the analytical framework for analysing the economic impact of T&T in terms of production economics despite relative difficulties because of the livestock system cycle of more then one year, mobility, sampling (livestock populations smaller then crop systems), compounding value of reproduction, dual nature of livestock as capital and productive asset). The overall approach has been how to improve productivity (ratio of input to input) and to measure efficiency of the conversion of inputs into outputs, the intensity of factor use, the market orientation and contribution to household income under the T&T complex influence.

Based on welfare economics questions structuring studies were focused on knowing how much animal diseases are decreasing productivity (losses visible to the farmer, death, lower production in milk, weigh losses, work-day or power lost, inferior product quality with meat, hides and skins and invisible losses such as unrealised production potential, reduced fertility, etc.) and additional costs to avoid or diminish incidence (e.g. vaccination and quarantine) or to treat cases

After the founding work of Putt et al. in Nigeria described by Jordan (1986) as the most comprehensible cost/benefit analysis of a tsetse eradication campaign so far produced, questions of impact assessment are still raised to determine the profitability of T&T control programme with respect to other investment projects. Computerised livestock project planning using project analysis format, using @risk function provided by specialised software, simulations models, complex modelling, optimization methodologies and decision support tools are tested and documented.

With the use of remotely sensed variables and indicators, mapping processes and exercises are bringing in the media and ICT revolution into the arena by T&T specialised knowledge providers (Shaw et al., 2006). After the conventional approaches, vector distribution maps, cattle population densities, human population data are used in combining economics and geographic (ecologic, demographic) tools to evaluate the costs

and/or benefits of possible intervention areas. ICT and statistic modelling advances are now leading to predictive mapping and linking “quantitative” economic variables to a GIS spatial framework. The attempts are to better convince by mapping the benefits of the control or the removal of T&T. The objective is to produce the geographic distribution of the potential dollar benefits from the removal of trypanosomiasis for the areas studied.

Can “Virtual analysis” be a decisive approach in T&T control strategic planning and be really guiding actions? Caution must be exercised in the extrapolation of findings [...]. It must be re-emphasized that the constraints imposed by trypanosomiasis are dynamic, varying enormously from place to place and also over time (Jordan, 1986).

Results not only expressed in terms of benefit-costs ratios or extra income per head of livestock but also \$ benefit per km² are surely essential input in showing the interest in T&T removal and therefore more public investment in T&T. Rhuston et al (2007) have argued that many epidemiologists believe that animal health economics is the addition of a cost-benefit model to a disease model. However, as concluded by Rusthon & al (2007) while assessing the situation of animal health economics – coming from where and next to go where-, these models undoubtedly add greater refinement to the final outputs from animal disease impact assessment. The big problem is the additional costs in terms of data collection and skilled human resources and their usefulness outside a very academic environment.

Therefore it is essential to go further ahead so that research on the economics of T&T can consider the environment and challenges set by the livestock sector and society as a whole. It is necessary for the development of livestock production systems but also their associated value chains and the political environment in which they are found. Maybe we need not only “old economics” to a “new problem” but indeed we “new economics” to the “old problem” of T&T and livestock development.

Lessons from interventions and approaches

T&T have been the basis of veterinary interventions in addition to major other transboundary diseases (CBPP, Rinder pest, etc) in infested countries.

First-generation approach and interventions

Until the late 1970s, interventions were based on a variety of techniques that evolved over time but were considered as a public good and as such paid for by Government (such as bush clearing, game hunting and ground- or aerial-spraying then traps, targets and odor baits subsequently complemented with pour-on insecticides and the sterile insect technique came in and forcing in community approaches (Agyemang, 2005). T&T control in line with other livestock activities became more and more hit by the shrinkage of available funds following the Strategic Action Programme (SAP). As described by Cattand & al. (2004) besides technical information such as the abundance of tsetse flies, the infection rates in the flies and the intrinsic characteristics of host livestock, it is essential to consider how the livestock owners view the extent of the problem. This gap has been filled up by rule-based guidelines for making management decisions about the appropriateness of control options or combination of options in any given situation (Snow et al., 1999; Agyemang, 2005).

Second-generation approach and interventions

Considerable investment has been made on studying the impact and costing of T&T control but also on mapping (Hendrickx, 2001; Shaw et al. 2003a) and other tools to

improve strategic planning. Furthermore, risk assessments have been done and economic guidelines provided (Shaw, 2003b). Resources and risks are assessed, consequently, toward 1) the identification of priority intervention areas; 2) the selection of control strategies; 3) the selection of self-managed, integrated and adapted means and 4) the indications for spatial management integrating agro-ecological, socioeconomic and pathogenic systems. Putting back man into the framework required promoting the involvement of all relevant stakeholders at an early stage and furthermore to foster institutional entente for a sound technical approach recognizing that the complexity of the problem requires a joint multidisciplinary approach involving different specialized partners (Matteoli et al, 2004).

Third generation approaches and interventions

T&T Control became then linked to sustainable agriculture and rural development and the concept of area wide-integrated pest management has been proposed to support sustainable animal-agriculture development. In addition, in recent years, "area-wide" interventions and "community-based" approaches have been proposed to be combined in a joint set of interventions completing each other to promote cost-effective, sustainable T&T control with the consideration of socio-cultural factors for practical operations and the functioning of programmes (PAAT, 2003; Mattioli & al., 2004). Social pathways need to be identified and there is a real need for individual and community empowerment. Local institutions are not yet explicitly put into the picture and policies are not designed to facilitate local participation in projects.

On the ground, the core issue has always been to deliver technology-based approaches and technology driven programmes. Herders and their communities are called in because of their animals, their land and their labour were needed. Empowerment of the community of herders tackling T&T is rather considered or limited as a local issue than else. Approaches remained still fundamentally local. Institutions and policies as well were not yet explicitly put into the picture.

Components of a new paradigm

With the application of New Institutional Economics in general veterinary service provision and the increased complexity of livestock value chains, the political and institutional environment are taking a growing importance in the paradigm of the control of animal diseases (Leonard, 1993 and 2000; Ly, 2001; Rhuston et al., 2007)

Premises

By focusing almost exclusively on price reforms ("getting prices right") and macro-economic variables, policy reforms initiated in the 80's for macroeconomic and structural adjustment purposes tended to ignore important structural and institutional traits that have hindered the achievement of the alleged goals of economic growth and improved human welfare. A consensus emerged in the academic literature as well as among national policymakers and multilateral agencies, that structural adjustment particularly during the 1980s, was not structural enough, as it failed to focus on some critical links between policy measures and intended objectives.

Since 1999, poverty reduction strategies summarized in PRSPs have become the conventional strategic framework for growth and poverty reduction. The Poverty reduction strategy papers (PRSP) are meant to develop approaches to tackle weak points,

enhance coordination and improve delivery, it certainly offers an opportunity for all people working at all three levels to work together.

In view of balancing the negative impact of SAP and also expressing their political will, African Union heads of State and Government have decided, in Maputo in July 2003, to double in 5 years the share of the national budget allocated to agriculture, to reach the 10 % threshold. The leading concept is that agriculture can foster the creation of added value for GNP growth with major fall-backs on other economic sectors. Consequently, among all agriculture components, sustainable livestock and agriculture production are considered as key entry-points to attain the Millennium Development Goal objectives.

Despite the proclaimed good will, the livestock sub-sector remains very weak in SSA and the control of T&T is still lagging. Despite the potential of livestock and agriculture have in reducing poverty and enhancing the economy of many countries, appropriate strategies for livestock and agricultural development are still lagging (Leonard, 1993; Leonard, 2000; PPLPI, 2005). To be able to face this situation, institutional innovation and appropriate policy are much needed so that T&TC technology has a chance to be successful.

Another point to consider is that the history of agricultural development in Europe and North America shows that it was not hampered by technological constraints and that farmers were willing and able to adopt existing technologies once an enabling policy and institutional environment was in place. With a more favourable environment allowing them to eventually access new technologies and reap the benefits of their adoption. Such “enabling” environment is influenced by economic and institutional factors that are beyond the individual farmers’ immediate control. Thus, in order to reverse the negative trends of livestock development in SSA, major institutional and policy reforms are required at national, regional and pan-African levels (PPLPI, 2005).

The preceding arguments lead to an operational paradigm for linking the control of T&T more explicitly with the reduction of poverty. The impacts of T&T control should be more related to livelihoods and vulnerability than kilograms of weight gained or milk produced. Attitudes toward T&T will depend on the perception of the incentives and priorities for its control and eradication which may differ significantly even to people in the same country (Perry & Rich, 2007). Despite the potential for T&T control as a vehicle for poverty reduction, the strategic consideration is the mechanism for achieving benefits.

A more holistic approach to animal health economics and animal health decision-making is at stake (Perry & Rich, 2007; Rhuston et al., 2007). We propose the following two components to be applied in the control of T&T.

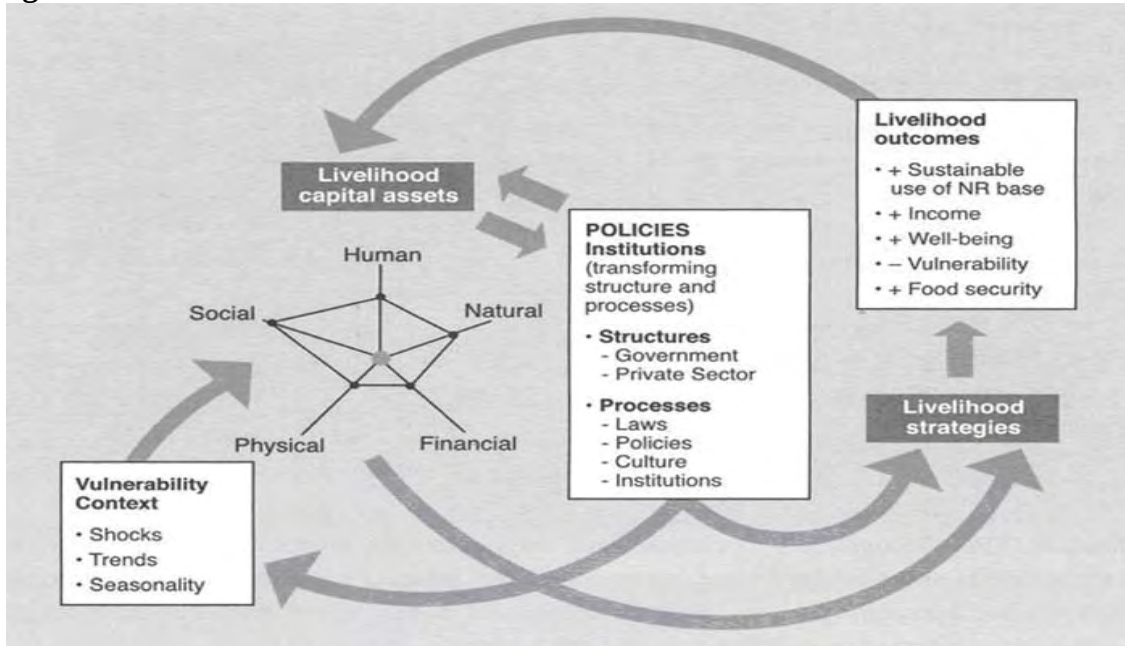
T&T control within a sustainable livelihoods framework

It is particularly useful to associating T&TC with a sustainable livelihood framework as it provides a checklist of important issues, highlights key elements and processes, and emphasizes the interactions between factors and interventions that truly impact the livelihood of poor people (Carney, 1999). Such a framework could be used as a base line approach to organize appropriate links between T&TC and livestock development strategies (Figures 5 & 6).

Actions, T&T control should be paid for and realized to contribute in the transformation of processes and structures which have been identified from assets and the diagnosis of

the vulnerability context. The sustainable livelihood approach concentrates on institutional factors and macro-economic forces when they are viewed as a major constraint. To balance the different types of filters or constraints found in the policy chains, it is essential to split them into the three group presented in Table 3.

Fig.5. Sustainable livelihood framework



Source: Carney, 1999

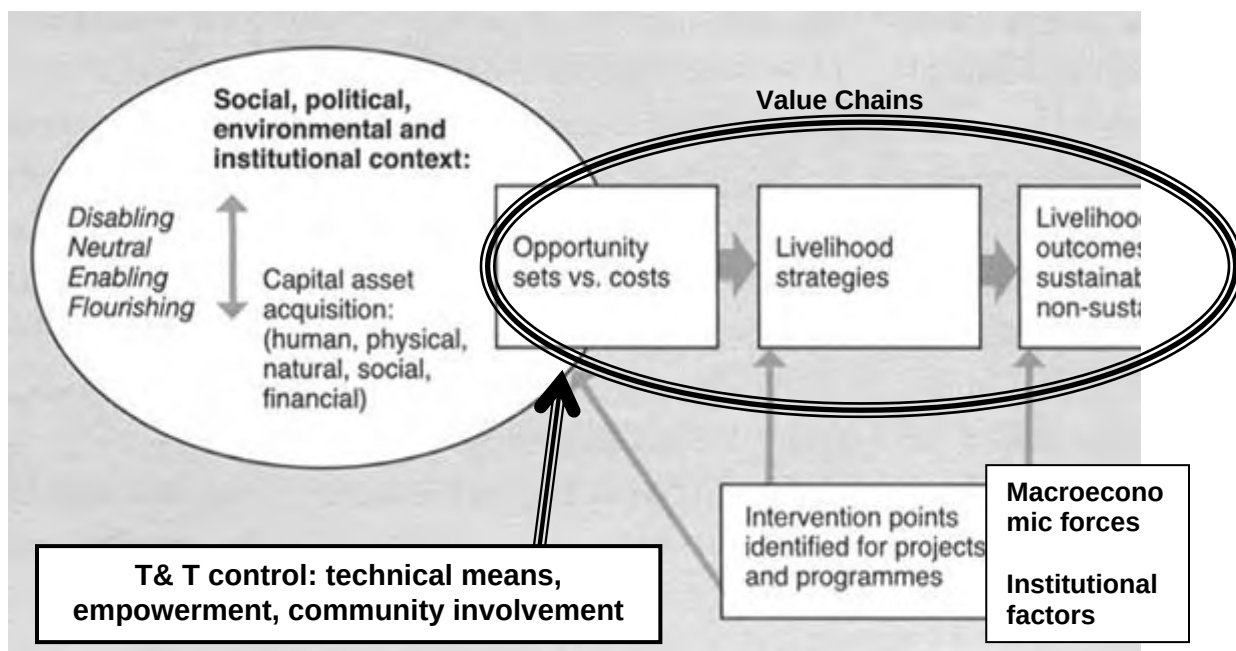


Figure 6. Interventions points in the livelihood framework.

Source: Adapted from Heffernan and Misturelli, 2000

Table 2. Filters in the policy chain

FILTERS	NATURE	LEVEL
Macro – filters	Lack of coherence among policies Neglect of certain structural characteristics of the economy Lack of understanding of the economic relationships (i.e. to deficiencies in economic theory). Lack of state. institutional and implementation capacity Influence of exogenous factors in influencing domestic policy outcomes (e.g. global and regional trade rules, International environment agreements, volatility in international financial flows and commodity prices)	Macroeconomics Policy delivery level
Meso - filters	Lack of transparency and information on particular changes in the relative price structure induced by policy measures Lack of access to publicly provided goods and services, Bureaucratic and corruption traits Market-based and ‘administrative’ transaction costs and failures Transaction costs and informational problems: infrastructure, Transport and communications, human capital, marketing information, market regulations, a sound legal framework for market transactions etc.	Mesostructure Market and administrative channels
Micro – filters	Lack of assets or access to assets and to market Lack of access to publicly-provided infrastructure and services	Microeconomics Transmission/Inc

	Household heterogeneity Household transaction costs	entives to the household/farm

T&T control within rural development policies for pro-poor growth

The first goal of the Millennium Development Goals is to reduce poverty by half by the year 2015 – and will depend on a sustained growth by developing countries. Economic growth has a key importance in the processes of poverty reduction. However reduction of poverty and decrease in inequality are mutually independent. A sustainable poverty reduction will depend on economic growth but also an effective distribution of the benefits of growth (Bourguignon, 2004). ‘Pro-poor growth’ is an engine for actions at many levels ranging from national-level policies that promote economic growth and equity, down to infrastructure development and technological innovations targeted at the priorities of the rural farmer.

Perry & Rich (2007) draw from the competing framework an approach used as a tool to assess the poverty reduction implications of FMD control, given the differential importance of livestock in the livelihoods of the poor in developing countries. The approach can be adapted to the special case of T&T. Four broad conditions (‘pillars’) for accelerating pro-poor growth:

- creating strong incentives for investment;
- fostering international economic links;
- providing broad access to assets and markets;
- reducing risk and vulnerability.

Each of these pillars has special links with T&T (Table 3). Based on these concepts, Figure 7 describes the conditions for pro-poor growth and the different elements of T&T control as a hierarchy. Linkages to regional markets require the reduction of risk and vulnerability in the population, and then greater access to domestic markets. Likewise, complex certification, traceability of product programmes require a fundamental grounding in more basic veterinary services to be effective.

The dynamics of the process of pro-poor growth itself and the role played by T&T control shows that policies that reduce risk and vulnerability not only generate pro-poor growth but also initiate a process by which the benefits to conditions further up the hierarchy and then stimulating the economic growth.

Rural development policies and strategies are meant to improve:

- crop and livestock productivity ;
- natural resources (land/soil, water) management ;
- access to input and output markets ; to support and financial services ;
- infrastructure development ;
- public and private partnership ;
- devolution of decision making processes/decentralization/local governance ;
- capacity- building & strengthening of institutions.

These interventions are differently conducted in the form of development packages involving various types of stakeholders and specific institutional design. T&T control needs to be positioned as a realistic entry point for rural development/income generating activities of projects in areas where T&T is or will be controlled. The argument here is to nest T & T control, as a component of more global livestock development policy, i.e. a public policy with a pro-poor growth drive. Communities involved in the partnership on a

cost sharing principle and therefore T&TC would cease to be considered exclusively a “public good”. Livestock owners would then have shared the responsibility for control measures and acquire a sense of ownership for the implemented activities. However, such approach would only be effective if an institutional structure had been established on which the livestock owners could have relied (Agrisystems, 2005).

Such an approach is rather complex and no soft and straightforward as technocratic issues. To be realistic, policies have to be elaborated and implemented from the political framework, i.e. the political economy of livestock development.

T&T control and its present drive toward eradication follow a very traditional top down approach in line with the pre-independence generous attempts to create a safer environment and labour conditions for colonial zones. If eradication is not an end for itself, it is essential to open up from a single disease approach to a multi-constraint solving approach. By doing so, animal health could be incorporated in an integrated technical and institutional approach that is a basis for a livestock development public policy. It is essential to have an institutional design that will help reduce transaction costs and other meso-level constraints at the micro-level of the farm-household so that the policy chain can be efficient.

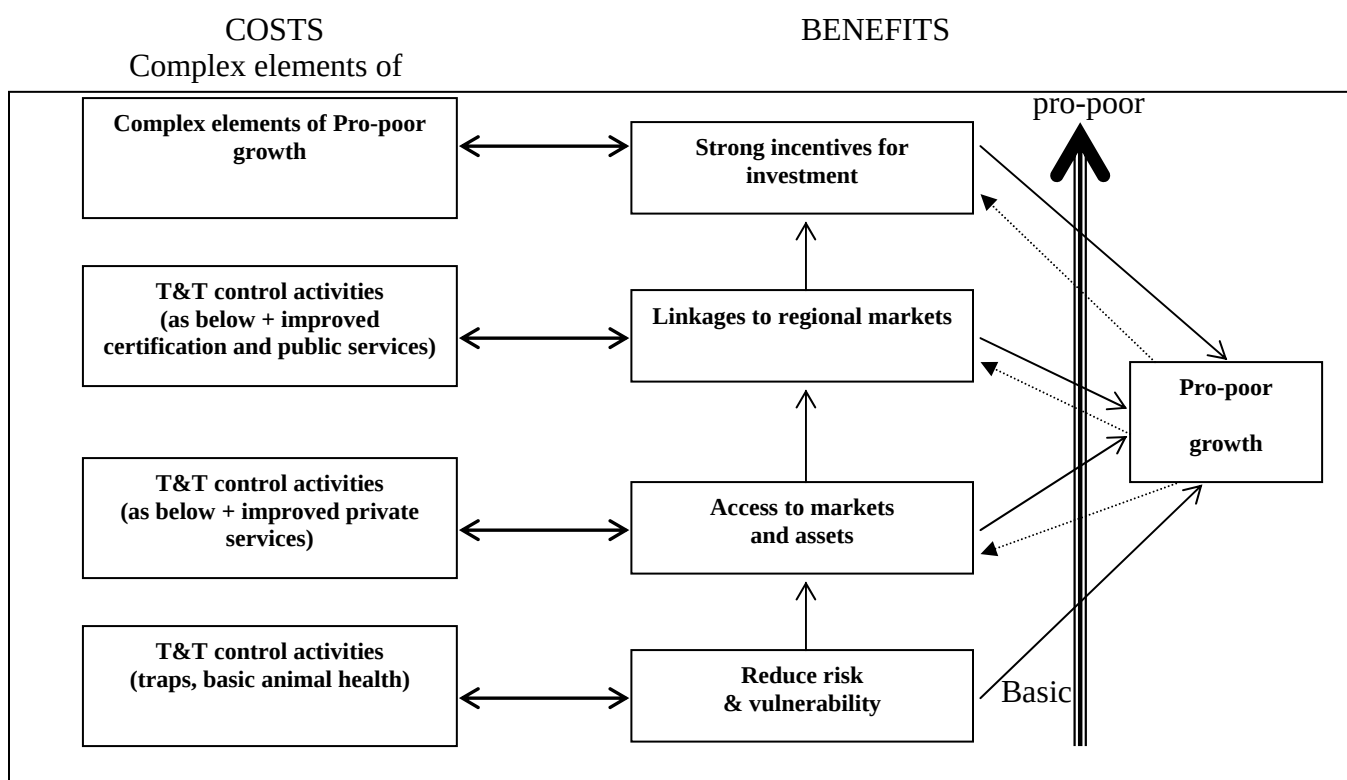
Table 3. Pillars for pro-poor growth and their relationship to T&T control

Pillar/conditions for pro-poor growth	General overview of pillar	Relevance of pillar to T&T control and poverty reduction
Reduce risk and vulnerability	Reduced risk and vulnerability helps the poorest segments of society capitalise on economic activities and enhance their human capital through education, for example	T&T control can provide certain producers with livelihood benefits, given the multidimensional role of livestock in poor households. These benefits could include better access to domestic markets when cash is required or improved crop productivity facilitated by animal traction that is less likely to fall ill due to Trypanosomiasis
Provide broad access to assets and markets	Pro-poor growth is enhanced by greater access to physical assets and access to education, health and financial services	Access to input and output markets based on T&T control can provide a strong basis for producers to invest in assets that raise productivity and incomes. Vertically integrated systems can play an important role in providing such access
Foster international economic links	Greater competitiveness in international and regional markets provides new knowledge and pro-poor growth the impetus for	Presence in the meat and milk local market generate incentives for balancing imports. Reduced import expenditures further generates multiplier effects in

	innovation to raise	employment and support services that raise incomes for the poor and generate additional economic growth
Create strong incentives for investment	Private sector investment is crucial to drive pro-poor growth, requiring an enabling policy environment that respects property rights, enforces the rule of law and provides support through sufficient physical infrastructure (roads, power, etc)	Strong private sectors provide incentives for strengthened and diversified veterinary services and improved T&T control, stimulating growth through better market access and improved livestock productivity

Source: adapted from Perry & Rich (2007)

Fig. 7. Conceptual framework of the means by which T&T control could contribute to pro-poor growth



Nb: if benefits > costs equivalent $\longrightarrow$ then contribution of pro-poor growth

Source: Adapted from Perry & Rich (2007)

Conclusions

T&T has become an “old problem” for livestock development in sub-Saharan Africa. In addition to technical approaches used in various programmes and projects, it is essential to revisit the past paradigms with “new economics”, i.e. a new institutional economics framework. T&T control could be more effective and better involve herders communities and sub-Saharan governments if it is nested within a sustainable livelihoods approach combined and packaged within a rural development policy geared at a pro-poor growth. SCTRC is in a regional position to open up as a human data base for expertise embedded in T&T networks and a mainstreaming force for rooting T&T in pro-poor policy approaches and capacity.

Bibliography

- Agrisystems Ltd - 2005. End of Project Evaluation Study for FITCA Regional and the national components of five countries, Kenya, Uganda, Tanzania, Rwanda and Ethiopia East, Africa European Commission, Final Report, Volume 1 – Main Report.
- Agyemang K., 2005 - Trypanotolerant livestock in the context of trypanosomiasis intervention strategies. PAAT information service publications, ^{PAAT} technical and scientific series 7, pp 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

- Camus E. 1981 - Evaluation économique des pertes provoquées par la TRYPANOSOMIASE sur quatre types génétiques de bovins dans le nord de la Côte d'Ivoire. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 34: 297-300.
- Carney, D., 1999 - Approaches to Sustainable Livelihoods for the Rural Poor, ODI Poverty Briefing, ODI London.
- Gilbert, M., Jenner C., Pender J., Rogers D., Slingenbergh J., and Wint W-1999. "The development and use of the Programme Against African Trypanosomiasis Information System (PAATIS)." Paper presented at the 25th meeting of the ISCTRC, Mombasa, Kenya, October 1999.
- de La Rocque, S., Michel, J.-F., Cuisance, D., De Wispelaere, G., Solano, P., Augusseau, X., Arnaud, M. et Guillobez, S. - 2001. *Le risque trypanosomien, une approche globale pour une décision locale* Editions du CIRAD, Montpellier.
- DFID, 2004 - How to accelerate pro-poor growth: a basic framework for policy analysis. DFID Pro-Poor Growth Briefing Note 2. London, DFID
- Heffernan C. & Misturelli, F. - 2000. The delivery of veterinary services to the poor: preliminary findings from Kenya. Report of DFID project R7359. Reading, UK, VEERU.
- Hendrickx G. - 2001. Practical application of GIS for the identification and selection of control areas in West Africa. Lead paper presented at the FAO/IAEA workshop "Strategic planning of area-wide tsetse and trypanosomosis control in West Africa", Ouagadougou, Burkina Faso, 21 - 24 May 2001. pp 22.
- Jahnke H.E., Tacher, G., Keil, P. & Rojat, D.- 1988. Livestock production in tropical Africa, with special reference to tsetse-affected zones. Proceedings of an African trypanotolerant livestock network meeting: *Livestock production in tsetse-affected areas of Africa*, pp. 3 - 21, held in Nairobi, Kenya, 23 - 27 November, 1987. Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD.
- Jordan A.M. - 1986. *Trypanosomiasis control and African rural development*. London, UK, Longman. pp 357.
- Kristjanson P.M., Swallow, B.M., Rowlands, G.J., Kruska, R.L. & de Leeuw, P.N. - 1999. Measuring the costs of African animal trypanosomosis, the potential benefits of control and returns to research. *Agricultural Systems* 59: 79-98.
- Laveissière, C. & Penchenier, L. 2005 – Manuel de lutte contre la maladie du sommeil, IRD Editions, Collections didactiques, 366 pages
- Leonard D. K. - 1993. "Structural Reform of the Veterinary Profession in Africa and the New Institutional Economics", *Development and Change* 24:227-267
- Leonard D.K. - 2000. Africa's changing markets for health and veterinary services: the new institutional issues. London, MacMillan. pp 320.
- Ly C - 2001, Consultation and Representation - Getting the poor around the negotiation table – communication, FAO Expert Consultation on "Contribution of Livestock to Poverty Alleviation ", 9 - 11 May 2001, Rome.
- Mattioli, R.C., Feldmann, U., Hendrickx, G., Wint, W., Jannin, J. & Slingenbergh, J. - 2004. Tsetse and trypanosomiasis intervention policies supporting sustainable animal-agricultural development. *Food, Agriculture & Environment* Vol. 2 (2) : 310-314
- Mercoiret M.-R.-1994. L'appui aux producteurs. Guide à l'usage des agents de développement et des responsables de groupements. Paris, Ministère de la coopération, Khartala.

- PAAT, 2000 - Impacts of trypanosomiasis on African agriculture by Swallow B.M..
PAAT Technical and Scientific Series, No. 2. Rome, FAO. FAO/WHO/ IAEA/OAU-IBAR. pp 52.
- PAAT - 2003. Socio-economic and cultural factors in the research and control of trypanosomiasis, by M. Kamuanga. PAAT Technical and Scientific Series 4, Rome, FAO/WHO/IAEA/OAU-IBAR. 67 pp.
- PAAT - 2004. Long-term tsetse and trypanosomiasis management options in West Africa, by G. Hendrickx, S. de la Rocque & R. Mattioli. PAAT Technical and Scientific Series. Rome, FAO/ WHO/IAEA/OAU-IBAR.
- PAAT - 2005. Trypanotolerant livestock in the context of trypanosomiasis intervention strategies, PAAT information service publication FAO, Rome.
- Perry, B.D. & Rich K.M. - 2007. Poverty impacts of foot-and-mouth disease and the poverty reduction implications of its control, *The veterinary Record*, February 2007, p.238-241
- PPLPI. 2005 -. Développement de l'élevage en Afrique subsaharienne, FAO Pro-poor Livestock policy initiative, polycop. 11p. Rome, March.
- Rusthon, J., Viscarra J., Otte J., McLeod, A. & Taylor N. - 2007. Animal health economics – where have we come from and where do we go next ?, *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Sciences, Nutrition and natural resources* 2007 1, No. 931
- Shaw A., Hendrickx G., Wint W -2003. Mapping the benefits : First steps in developing a new decision tool for tsetse and trypanosomiasis interventions. *ISCTRC 2003 Abstract N° 709*, pp. 10.
- Shaw A.P.M., 2003 - Economic Guidelines for Strategic Planning of Tsetse and Trypanosomiasis Control in West Africa, PAAT technical and scientific series 5, FAO, Rome.
- Swallow, B.M. 1997 - Impacts of trypanosomosis on African agriculture. In: *Proceedings of the 24th International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control Meeting, 29 September–4 October 1997, Maputo, Mozambique*. Organization of African Unity (OAU), Scientific, Technical and Research Commission (STRC), Nairobi, Kenya. pp. 515-536.
- UNDP - 2000, United Nations Development Programme Poverty Report 2000, Overcoming human poverty.

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

512

**LIVESTOCK KEEPER'S PERCEPTIONS ON THE IMPACTS OF SYNTHETIC
TSETSE REPELLENT AND BAITS IN RELATION TO TSETSE CHALLENGE
AND TRYPANOSOMOSIS RISK**

**IMPRESSION DES ELEVEURS DE BETAIL SUR L'IMPACT D'UN REPULSIF
SYNTHETIQUE DES TSETSE ET DES APPATS SUR LA PRESSION
GLOSSINAIRE ET LES RISQUES DE TRYPANOSOMIASE**

S.O. Ohaga^{1, 2}, E.D. Kokwaro², I.O. Ndiege³, A. Hassanali¹ & R. K. Saini¹

1. International Centre for Insect Physiology and Ecology (ICIPE),
P.O. Box 30772, 00100 Nairobi, Kenya
2. Department of Zoological Sciences, Kenyatta University,
P.O. Box 43844, 00100 Nairobi, Kenya
3. Department of Chemistry, Kenyatta University,
P.O. Box 43844, 00100 Nairobi, Kenya.

Résumé

Des données recueillies à l'issue d'une étude longitudinale effectuée dans le district de Kwale, au Kenya, pour évaluer l'efficacité d'un répulsif synthétique des tsé-tsé et de pièges NG2G appâtés (à l'urine de vache mélangée à de l'acétone) pour augmenter les niveaux de suppression des tsé-tsé et de la trypanosomiase, ont révélé que l'utilisation des répulsifs, des pièges ou des deux méthodes simultanément a non seulement permis d'obtenir une réduction considérable des populations de tsé-tsé, de l'incidence de la trypanosomiase et de l'utilisation des trypanocides, mais a également amélioré le poids vif, la conformation et les valeurs moyennes de l'hématocrite des bovins.

Une étude a été menée dans la zone à l'aide de questionnaires structurés à réponse libre pour recueillir et analyser les impressions des agriculteurs sur l'impact du répulsif et des pièges sur la réduction des tsé-tsé et de la maladie.

La plupart des éleveurs de bétail ont estimé que la réduction considérable de l'utilisation des trypanocides, de l'incidence de la maladie et des populations de tsé-tsé représentait l'avantage le plus important tiré de l'utilisation des répulsifs et des pièges. Les autres avantages des répulsifs étaient : la tranquillité pendant le pâturage, la protection des chèvres, l'amélioration de la conformation, l'augmentation de la force de traction et l'utilisation des terres qui étaient laissées en friche auparavant, pour le pâturage et la production de récoltes. Tous les éleveurs ont préféré les répulsifs aux pièges. Invités à exprimer leur préférence entre les répulsifs et les pièges d'une part et les autres méthodes de lutte communément utilisées d'autre part (les 'pour-on', les médicaments, etc.), ils ont encore préféré les répulsifs (79 %). Selon eux, la caractéristique la plus attrayante des

répulsifs était leur simplicité et leur mobilité (les bovins se déplacent avec les distributeurs de répulsifs).

Les impressions des éleveurs ont confirmé les résultats de l'étude longitudinale selon lesquels les répulsifs et les pièges pourraient considérablement réduire l'utilisation des médicaments, l'incidence de la maladie et les populations de tsé-tsé, et peuvent améliorer la santé des troupeaux et leur productivité.

Summary

Data collected from a longitudinal study carried out in Kwale District, Kenya to evaluate the efficacy of synthetic tsetse repellent and baited (cow urine + acetone) NG2G traps in enhancing tsetse and trypanosomosis suppression levels demonstrated that the use of repellents, traps or both, resulted in significant reduction in tsetse populations, trypanosomosis incidence and trypanocidal drug use and improved cattle body weight, body condition and mean PCV levels. A study was conducted in the area using open-ended structured questionnaires to assess farmers' perceptions on the impacts of the repellent and traps in relation to tsetse and disease reduction. Most livestock keepers considered significant reduction in trypanocidal drug use, disease incidence and tsetse populations to be the most important benefits of repellents and traps. Additional benefits with repellents included quieter grazing, protection of goats, improved body condition; increased draught power and opening up of previously avoided fields for grazing and crop production. All livestock keepers preferred repellents to traps. When livestock keepers were asked of their choice between repellents and traps and other control methods commonly used (pour-ons, drugs etc), they still preferred repellents (79%). The most attractive attribute of the repellents was its simplicity and mobility (cattle move with the repellent dispensers wherever they go). Livestock keepers' perceptions confirmed results from the longitudinal study that repellents and traps could significantly reduce drug use, disease incidence and tsetse populations and improve herd health and productivity.

Introduction

Development of new tsetse and trypanosomosis arsenals has continued to date with occasional new designs being produced. Recently, research work at ICIPE resulted in the identification of a potent synthetic repellent for savannah tsetse, *Glossina pallidipes* and *G. morsitans morsitans* (Saini & Hassanali, 2007). The repellent (2-methoxy-4-methylphenol) is a synthetic analogue of a mild natural repellent (2-methoxyphenol) of savannah tsetse species found in the body odours of tsetse bovid hosts (Saini & Hassanali, 2007). Data collected from a longitudinal study carried out in Kwale District, Kenya to evaluate the efficacy of synthetic tsetse repellent and baited (cow urine + acetone) NG2G traps in enhancing tsetse and trypanosomosis suppression levels clearly demonstrated that the use of the repellents, traps or both, resulted in significant reduction in tsetse populations, trypanosomosis incidence and trypanocidal drug use (Ohaga *et al.*, 2007). These were also positively associated with improved cattle body condition and mean PCV levels. Following the successful demonstration of the potential impacts of the repellents and baits on tsetse challenge, drug use and livestock health, it was deemed necessary to also assess livestock owners' attitudes, practices, preferences and perceptions on the impacts of synthetic repellents and baited traps in relation to perceived reduction in tsetse challenge and trypanosomosis risk.

Materials and methods

Study area

This survey was conducted in Shimba Hills (latitude 4° 20' S, longitude 39° 31' E) Kwale District, Kenyan south coast. The area had previously been used to conduct a longitudinal study to compare monthly trypanosomosis incidence rates in cattle and tsetse population among four treatment regimes as shown in Table 1. Within this area, 8 study sites (cattle herds) were randomly selected. The selected sites closely border the Shimba Hills National Reserve (SHNR). The average distance between each site and the SHNR ranges from 0.5 to 3 km, each site is approximately 5 km² in size and the estimated inter-site distance is ≥10 km.

Table 1. Summary of the randomized 4 treatment regimes:

Treatment	Sites	No. of farmers	No. of cattle	No. of traps
Cattle protected with synthetic repellents and the area in which they graze having baited NG2G traps	Msulwa	19	69	39
	Mauya	15	80	41
Unprotected cattle grazing in an area with baited NG2G traps	Katangini	21	97	41
	Tsangatamu	11	80	42
Cattle protected with synthetic repellents and grazing in an area without traps	Mlafyeni	22	86	-
	Mangawani	14	126	-
Unprotected cattle grazing in an area without traps	Lukore	26	114	-
	Kizibe	14	81	-
Total		142	733	163

{NG2G traps (baited with acetone + cow urine) were deployed at a distance of 250 m apart, approximately 4 traps per km²). Trypanosome infections were monitored monthly by buffy coat phase-contrast technique}.

Questionnaire administration

Open-ended structured questionnaires were administered to 94 out of 102 livestock owners in the area whose cattle had previously been protected with synthetic repellents or baited traps or both (repellents and traps) and who were actively involved in the trials (Table 1). Specific questions were asked on: (a) socio-economic characteristics such as age, sex, educational status and family size of livestock owners; (b) current expenditure on veterinary products; (c) mode of action of the repellents and baited NG2G traps, trap deployment and repellent administration; (d) benefits and constraints (with possible remedies) of the repellents and baited traps for T & T control; (e) preference for repellents or traps or both or the current methods of T & T control (f) preferred market prices for repellents, dispensers and traps (g) general comments on repellents and traps technology.

Results

Livestock owners' socio-demographic characteristics

Majority of the livestock owners (78%) interviewed were males (mean age 47 years). Most of them had stayed in the area for ≥28 years, with an experience of 27 years in rearing livestock. Majority (71%) had attained up to primary school level and beyond.

Description of mode of action of the repellents, dispensers and baited NG2G trap deployment

Most livestock owners (88%) correctly described the mode of action of the repellents and its dispenser. While 76% correctly described the process of baited trap deployment. Those that did not make the correct description attributed this to lack of training on the technologies, not directly involved in handling animals and putting up of traps and advanced old age.

Preferred cattle group for protection with synthetic repellent dispensers

Oxen followed by lactating and expectant cows, respectively were ranked the most important cattle groups for protection with the repellents. Choice of oxen was influenced by: oxen are the most important source of draught power and transport; oxen plough in fields/farms heavily infested with tsetse; and due to the yoke, oxen are unable to wade off flies.

Benefits of synthetic repellents and baited NG2G traps for T & T control

Most livestock owners considered the significant reduction in trypanocidal drug use and reduction in tsetse populations as the most important benefits of synthetic repellents and baited traps (Table 2). Additional perceived benefits of synthetic repellents included quieter grazing, protection of goats, improved body condition; increased draught power and opening up of previously avoided fields for grazing and crop production.

Constraints of synthetic repellents and baited traps for T & T control

Predominant constraints with the repellent technology included frequent loss of the dispenser stoppers, leakage from the tygon tubing and breakage of the collar belt (Table 3). Weak netting material, rapid fading of cloth material, vulnerability to theft, vandalism, wind and destruction by wildlife/ livestock were the predominant constraints of trapping technology.

Livestock owners' preference for different T & T control strategies

If given a choice, majority of livestock keepers (79%) preferred repellents, baited traps or both to other control methods (pour-ons, drugs etc). When presented with a choice between repellents and traps, all livestock owners preferred repellents to traps.

Costs of synthetic repellent, prototype repellent dispenser and NG2G trap

Most livestock owners suggested Ksh. 100 (\$ 1.5) as the suitable cost for 100 ml of the synthetic repellent or un-baited NG2G trap. Fifty shillings (\$ 0.7) was the preferred cost for an empty repellent dispenser.

Table 2a. Livestock owners ($n = 66$) perceptions on the benefits of repellents on livestock health and tsetse challenge

Benefits	% of farmers
Reduction in trypanocidal drug use	100
Repulsion of tsetse flies from cattle	81
Reduction in disease incidence in cattle	80
Cattle grazing in the field more peaceful, calm and undisturbed	55
Reduction in disease incidence in goats	50
Oxen able to plough in previously avoided farms due to high tsetse populations	49
Improved cattle body condition and body weights	40
Cattle able to graze in previously avoided fields due to tsetse infestation	28
Repulsion of biting and nuisance flies from cattle	15
Individualistic, do not require community participation	08
Reduction in smoke use at night in cattle <i>bomas</i>	03
Other benefits	20

Table 2b. Livestock owners ($n = 59$) perceptions on the benefits of baited NG2G traps on livestock health and tsetse challenge

Benefits	% of farmers
Reduction in tsetse populations	95
Caught flies can be physically seen and counted	80
Reduction in trypanocidal drug use	76
Reduction in disease incidence in cattle	76
Increased income from sale of livestock products	48
Cattle grazing in the field more peaceful, calm and undisturbed	28
Oxen able to plough in previously avoided farms due to high tsetse populations	24
Cattle able to graze in previously avoided fields due tsetse infestation	19
Improved cattle body conditions and body weights	08
Other benefits	15
No opinion	02

Table 3a. Livestock farmers' ($n = 66$) perceptions on the constraints of synthetic repellents, dispensers for tsetse and trypanosomosis suppression

Constraints	% of farmers
Frequent loss of dispenser stoppers	39
Unfastening of dispenser belts at the joints	8
Cutting of silicon tubing at the point joining it with aluminium case	6
Some belts too short for large traction bulls	5
Low repellent potency	5
Other constraints	9
No constraints	42

Table 3b. Livestock farmers' ($n = 59$) perceptions on the constraints of baited NG2G traps for tsetse and trypanosomosis suppression

Constraints	% of farmers
Weak netting material	31
Vulnerability to theft, vandalism, wind blow and wildlife destruction	19
Quick fading of blue and black clothing	15
Weak support posts	12
Costs, expensive to buy and maintain	12
Need for constant maintenance and servicing	10
Quick rusting of cone ring	8
Blue clothing 'attractive' for school uniforms	7
High evaporation rate for acetone	5
Other constraints	7
No constraints	32

Conclusion: Majority of the livestock owners interviewed clearly preferred the repellent technology compared to other T&T control interventions as the benefits were clearly visible to them in spite of the technology still being a prototype. Livestock owners' perceptions confirm the results obtained from the repellents trial that, the use of repellents results in significant reduction in trypanocidal drug use and improved livestock health.

Acknowledgements: We gratefully acknowledge the financial support of International Fund for Agricultural Development (IFAD) and German Academic Exchange Service (DAAD). The support and co-operation offered by Kenya Veterinary Department and the livestock owners of Kwale District is acknowledged.

References

- Ohaga, S.O., Kokwaro, E.D., Ndiege, I.O., Hassanali, A. & Saini, R.K. (2007). Preliminary evaluation of repellents and baits in 'push-pull' tactic for tsetse and trypanosomosis suppression. *ICIPE Biennial Scientific Report*, 2004–2005, 130-132.
- Saini, R.K. & Hassanali A. (2007). A 4-Alkyl-substituted analogue of guaiacol shows greater repellency to savannah tsetse (*Glossina* spp.). *J. Chem. Ecol.* **33**, 985-995.

(RESUME (FR) EDITE)

POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN FRANCAIS

513

SOME ECONOMIC IMPACTS OF ANIMAL TRYPANOSOMIASIS IN KACHIA LOCAL GOVERNMENT AREA, KADUNA STATE, NIGERIA

CERTAINES CONSEQUENCES ECONOMIQUES DE LA TRYPANOSOMIASE ANIMALE DANS LA REGION DE L'ADMINISTRATION LOCALE DE KACHIA, DANS L'ETAT DE KADUNA, AU NIGERIA

***Njoku C.I., ¹Lawani F.A.G., Musa U.B.**

Epidemiology & Control Division, Onchocerciasis Research Department, Nigerian Institute for Trypanosomiasis and Onchocerciasis Research, (NITOR), PMB 03, Vom, Plateau State, Nigeria.

¹Trypanosomiasis Research Department, NITOR, PMB 2077, Kaduna, Kaduna State, Nigeria.

*All correspondence should be addressed to Njoku, C.I.

Résumé

La présente étude examine quelques aspects des conséquences économiques des tsétsé et de la Trypanosomiase animale dans certaines parties de la région de l'administration locale de Kachia, dans l'Etat de Kaduna, au Nigeria. L'étude a été jugée nécessaire en raison des foyers de la maladie déclarés dans cette région. Des interviews ont été organisées à l'aide de guides de discussion en groupes thématiques. Parmi les personnes interrogées figuraient notamment des chefs de village, les peulhs propriétaires de troupeau et d'autres résidents de la région. Les chefs de village sont des personnes qui ont élevé du bétail pendant plus de 55 ans et qui sont maintenant des administrateurs dans la région. Toutes les personnes interrogées ont vécu plus de dix ans dans la région et sont tous des agriculteurs et des éleveurs. Le niveau d'éducation des chefs de village est le certificat de l'école coranique et d'alphabétisation des adultes. Certains des propriétaires de troupeau avaient des diplômes d'études secondaires. Les autres résidents avaient soit des diplômes de l'école primaire, soit des diplômes nationaux d'études supérieures, soit encore des doctorats en médecine vétérinaire. Les participants à l'enquête ont indiqué qu'en moyenne le nombre de veaux produits par leur bétail dépend du nombre de femelles du troupeau. Une vache adulte devait, par exemple, être en mesure de produire un veau par an, mais cela dépend également de l'état nutritionnel de l'animal. Ils ont, par ailleurs, indiqué qu'ils perdent chaque année entre 15 % et 25 % de leur bétail à cause des tsétsé et de la Trypanosomiase animale. Certains ont même déclaré avoir perdu la totalité de leur troupeau. Lorsque que l'on ajoute ces pertes au coût estimatif de l'élevage de leur bétail (alimentation et traitement), le coût total annuel se situe entre 416 000 nairas et 714 000 nairas. L'article aborde, par ailleurs, l'importance de ces résultats pour

l'élaboration de supports de plaidoyer à l'intention des éleveurs de bétail et des autres parties prenantes du secteur de l'élevage au Nigeria.

Summary

Some aspects of the economic impacts of tsetse and animal trypanosomiasis were studied in parts of Kachia Local Government Area (LGA), Kaduna State Nigeria. The study became necessary because of reports of outbreaks of the disease in the LGA. Interviews were conducted using focus group discussion guides (FGDG). Those interviewed included village heads, Fulani herd owners and other resident in the LGA. The village heads were men who have reared livestock for more than 55 years and are now also administrators in the area. All respondents have lived in the LGA for more than 10 years. They were all crop and livestock farmers. The educational background of the village heads showed that they have certificate in Qur'anic education and adult literacy. Some of the herd owners had secondary school certificates. The other residents had either primary school, higher national diploma or doctor of veterinary medicine certificates. The respondents in the study reported that the average number of calves produced by their livestock depends on the number of females in the herd. One matured female cow, for example, should be able to produce one calf a year. It also depends on the animal's nutritional status. They further reported that they lose between 15-25% of their livestock to tsetse and animal trypanosomiasis yearly. Some reported total loss of their herd. When this is considered vis-a-vis their estimated cost of rearing the livestock (cost of feeding and treatment), the total cost is between N416, 000.00 –714,000.00 annually. The significance of these findings in the development of advocacy materials for livestock farmers and other stake holders in Nigeria is discussed.

Introduction

In Nigeria, lack of data on the social-economic impacts of tsetse and trypanosomiasis, has contributed in sustaining the disease as a major public health problem (Njoku & Halid, 2003a; b). Relevant stakeholders, livestock farmers, communities in endemic areas, disease control programme officials, policy/ decision makers and administrators did not give it the desired attention (Njoku *et al.*, 2004b; c; d; 2005a, b). The net effect is that human, livestock and other agricultural production systems have suffered severe direct and indirect socio-economic losses due to the disease (ISCTRC, 2006; Njoku, 2007).

Animal trypanosomiasis alone, is considered till date, by many workers to be the most important constraint to livestock production in Nigeria and other parts of Africa (Berthier *et al.*, 2003; Njoku *et al.*, 2005a;b; 2004a;b;c;d Grace, 2005, ISCTRC, 2006; Njoku, 2007). The disease in Nigeria has remained a major animal health problem encountered by livestock farmers. In Kachia LGA of Kaduna State, the history has been that of periodic outbreaks (Lawani *et al.*, 2004). Recent reports from the area show that livestock farmers are aware of some of the problems posed by the disease and its vector (Njoku *et al.*, 2004a;b;c). This study was designed to evaluate some of the economic impacts of tsetse and animal trypanosomiasis in the LGA, with special reference to Kachia Grazing Reserve.

Material and methods

Study Area: The Grazing Reserve is located in Kachia Local Government Area, Kaduna State. A detailed description of the Reserve has been given in our earlier reports (Njoku & Halid, 2003a;b; Njoku *et al.*, 2004c).

Study Instrument: The Socio-economic Research (SER) Group prepared focus group discussion guides (FGDG) for Village heads, Fulani herdsmen and other Residents of the LGA. The FGDG were administered in a focus group discussion with the people. The guides were designed to elucidate the various economic impacts of the disease and its vector in the LGA, with special reference to Kachia Grazing Reserve.

Result

Table 1 shows the mean age of those interviewed during the study. Their mean age range is between 42.06 ± 5.25 (for the Fulani herdsmen) and 67.57 ± 3.37 (for the Village heads). The length of time they have spent in the LGA is also represented in table 1. The mean range is 11.57 ± 3.41 to 14.40 ± 2.73 , for the Village heads and other Residents respectively. Their occupation and highest qualifications are shown in table 2. While the Village heads and Fulani herdsmen were primarily cattle keepers the other Residents interviewed were civil servants. Their secondary occupation showed that they engaged in mixed farming, petty trading and schooling. Almost all those interviewed had one form of formal education or another. Only a few of the Fulani herdsmen had no formal education. The Respondents' comments and estimates on the average number of calves in a year is shown in table 3. Table 4 indicates their estimates of the average number of animals that die due to animal trypanosomiasis annually. Their perceived average cost of rearing their animals in a year, is contained in table 5.

Discussion

The recommendation has been made that all factors affecting the sustainability of tsetse and trypanosomiasis control or eradication should be urgently identified and adequately assessed (PAG, 2004). These will be very useful in designing and implementing efficient and appropriate programmes against the disease and its vector. They will also be useful in developing effective advocacy materials. The economic impacts of the disease and vector will be one factor that will be required to develop advocacy materials, which will enhance the sustainability of control and eradication programmes.

All those interviewed in this study keep one form of livestock or the other. These range from cattle to different types of birds (chickens, guinea fowl, etc). Apart from the Village heads, the others interviewed were within the productive age range. These men are capable of taking informed decisions (Kamuanga, 2003; Njoku *et al.*, 2005a;b). Age factor has been shown to be important in disease control/eradication. Most Fulani cattle keepers start rearing animals from age seven (Njoku & Halid, 2003a). The older respondents in this study consequently, demonstrated a greater knowledge of their animals, and the various problems associated with rearing them. Irungu *et al.* (2006a;b) reported that age was positively correlated to livestock farmers preferences to some veterinary practices. Furthermore, a previous report shows that these livestock owners are well experienced in the rearing of livestock (Njoku & Halid, 2003a). Most of the Village heads interviewed are parents of the livestock farmers. The Village heads also keep livestock. Everybody interviewed had lived for more than ten years in the area. They were therefore very familiar with the various animal health problems and dynamics of the area.

Our results also show that the Respondents practise mixed farming; rearing animals as well as cultivating the soil. Some of the crops they plant have been mentioned in an earlier report (Njoku *et al.*, 2004c). The Respondents' involvement in mixed farming has helped to reduce the incessant fighting between the livestock rearers and crop farmers. Most of the livestock farmers now plant crops for their animals too. Even

when they have to graze their animals outside their crop farms, this is done at an agreed period of the year. Often times, the grazing is done after all the crops have been harvested. Those who violate this are seriously penalized. The suggestion has been made that crop-livestock integration should be the basis for agricultural development in Africa. This will be of greater interest in areas with relatively good natural resources (Sumberg, 2003). Reports also indicate that tsetse and animal trypanosomiasis affect the extent and intensification of the integration of crop and livestock agriculture (Hendrickx *et al.*, 2004). Furthermore, the disease and its vector, pose great threat to the social and economic well being of pastoralists and agro-pastoralists in Nigeria and other sub-Saharan African Countries. These groups of farmers depend on cattle for traction, manure, milk, meat, savings, insurance, status and their socio-economic obligations (Grace, 2005; Njoku *et al.*, 2005a, Njoku, 2007).

Most of our respondents had one form of formal education or the other. Only a few did not have any form of formal education. The Respondents who had longer and higher formal education showed a good knowledge of the problems and benefits of rearing healthy animals. They further demonstrated a good appreciation of the social and economic impacts of the disease and its vector in their animals. The positive relationship between years of formal education and some veterinary practices has been reported by Irungu *et al* (2006a). Educational level has also been reported to influence positively, choices and preferences of livestock farmers (Irungu *et al.*, 2006b).

The Respondents in the study agree that in a good year, with adequate feeding and absence of the disease and vector, every mature female in the herd should give birth to one calf at least. Unfortunately animal trypanosomiasis in livestock causes an increase in calving intervals. This means that calving rates are decreased. The disease also causes a significant increase in the lactation period of the animals. It has also been reported to cause abortions and high neonatal mortality (Gutierrez *et al.*, 2005; Balista *et al*, 2006, Njoku, 2007). Most experienced livestock farmers keep a few bulls to service the females. The net effect should be that a very good proportion of livestock is added every year to each herd. The disease in cattle however, causes severe testicular and epididymal damage. This may lead to infertility or even sterility of the affected animal (Adamu *et al.*, 2006).

A good number of animals are lost due, especially, to trypanosomiasis. An average range of 15 – 25 animals in a herd of one hundred cows die annually. This will give an average range of 15 – 25% death rate due to animal trypanosomiasis. The farmers put the average cost of a mature animal at N25,000. A loss of between 15 – 25 animals will therefore mean a loss of between N375,000.00 – N625,000.00, (i.e USD 2,885 – 4,808) per herd yearly due to animal trypanosomiasis. There are cases where almost all the animals in the herd have been lost. Estimations are that about USD 70 million are lost annually due to the disease in the six northern states in Nigeria alone (ISCTRC, 2006). Furthermore, the perception of those interviewed is that grazing/feeding costs them between N25,000.00 – N60,000.00 annually. They spend between N6,000.00 – N9,000.00 on salt licks. These will depend on the herd size.

Tsetse and animal trypanosomiasis prevent pastoralists from deriving maximum benefits from livestock farming. As long as this persists, food insecurity, starvation, malnutrition and predisposition to other diseases will continue to be the order of the day. Removal of the problem will mean more milk, meat, farm produce, income generating and market opportunities. These will further translate into improved agricultural and rural development, healthy and socio-economic well being of the people(Njoku, 2007).

Remarkable increase in herd size, tremendous reduction in mortality and high increase in live births of cattle have been reported from other endemic parts of sub-Saharan Africa due to intervention measures, (Kamuanga & Kabore, 2005).

The need therefore, to develop advocacy materials and packages for livestock farmers and all the other stakeholders towards tsetse and trypanosomiasis eradication in Nigeria and other endemic parts of sub-Saharan Africa, cannot be over-emphasized. This will enhance community participation and other stake holders' contributions to intervention measures. Sustained eradication and surveillance programmes will require among other factors, changes in human attitude and behaviour towards the disease and its vector (Njoku *et al.*, 2004b;c). Use of appropriate advocacy packages for the relevant stake holders in the areas will be one way of achieving this.

A well articulated and adequate advocacy material should contain real facts on the disease and vector. It should include direct and indirect impacts of tsetse and trypanosomiasis. The socio-economic benefits of control or eradication to the general well being of the people in the community should be emphasised. It should be non-technical, simple and straight forward. Absence of these may lead to lack of co-operation and support. Furthermore, in developing appropriate advocacy materials, it will be necessary to emphasise the responsibility of all stake holders in the intervention programme.

Many workers have continued to recommend integrated pest and disease management approach to solving the various problems posed by tsetse and trypanosomiasis (Grace, 2005, Njoku *et al.*, 2005a;b; Symeonakis *et al.*, 2006; Njoku, 2007). Any pest and disease management programme that integrates advocacy materials/packages is bound to be efficient and successful. On the other hand, failure to appreciate the importance of advocacy will translate into a major constraint to the success of the programme. We further hereby, advocate an increase in the public private partnership (PPP) in the control or eradication of tsetse and trypanosomiasis in Nigeria and other endemic sub-Saharan African Countries.

Table 1| Respondent's mean age and domiciliation in the Local Government Area

Focus group	Mean age +SEM (yrs)	Mean domiciliation+SEM yr
Village heads	67.57 $\pm$ 3.37	11.57 $\pm$ 3.41
Fulani herd owners	42.06 $\pm$ 15.25	11.97 $\pm$ 3.26
Other residents	43.70 $\pm$ 1.29	14.40 $\pm$ 2.73

Table 2: Respondent's occupations and highest qualification

Focus group	Occupation 1 ^o	Occupation 2 ^o	Highest qualification
Village heads	Animals rearing	a) crop farming b) petty trading c) Village administration	a) highest-Islamic certificate b) adult literacy certificate c) certificate-in quranic recitation
Fulani herdowners	Animal rearing	a) crop farming b) schooling	a) Arabic education b) SSCE * c) no formal education
Other residents	Civil service	a)crop farming b)livestock rearing	a) DVM * b)advance cert. public admin. c)HND*,d)primary-sch. Certificate

***Abbreviations**

- 1) SSCE - Senior Secondary Certificate Education
- 2) DVM - Doctor of Veterinary Medicine
- 3) HND - Higher National Diploma

Table 3: Respondent's estimates of the average number of calves in a year

Focus group		
	No. of cows in the heard	No. of calves in a year
Village heads	a) 50	15- 20
	b) 115	30-35, in absence of disease up to 50
Fulani herd owners	a) 27 b) 11 c) 35	5 – 6 > 3 Up to 10
Other residents	a) 1 cow =1calf/yr b) 100 c) 14	1 calf/yr b) 30-50 calves c) 8-10

Table 4. Respondents' estimates and comments on the average number of animals that die in their herd due to animal trypanosomiasis annually.

Focus group annually	Estimates of the No. of Animals that die due to AT
Village Heads	a) 15 cows around the month of February b) 20-25 animals, depending on the number in the herd
Fulani Herdowners	a) This depends on the total number of animals in the flock/herd b) 5 may die out of 10 cows c) I have lost at least 30 cows since I came here d) With the present attention we are getting, the death rate may reduce
Other Residents	a) most of the animals are lost in transit ie during migration b) It is often difficult to estimate

Table 5. Respondents' perceived average cost of grazing/feeding the animals in their herd in a year.

Focus group Animals per year	Perceived Average Cost of Grazing/Feeding the
Village Heads	a) My children take care of my animals b) if I hire a hand, I give him one bull a year, costing about N25,000.00 c) I spend about N6,000.00 to N9,000.00 on salt licks a year
Fulani Herdowners	a) At least N60,000.00 b) At least N30,000.00 c) At least N25,000.00 d) At least N50,000.00

- Other Residents taken
- a) The cows are kept in a fenced piece of land. They are out for grazing. It costs me about N25,000.00
 - b) I spend about N4,000.00 on treatment of the animals only.
We take them out to graze. So we cannot easily give an estimate of how much we spend.
 - c) In addition to taking them out to graze, I give them grains every morning. This costs me about N800.00 in a year.
-

References

- Adamu, S., Fatihu, M.Y., Useh, N.M., Mamman, M., Selloni, V.O., & Esievo, K.A. Sequential testicular and epididymal damage in zebu bulls experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. Veterinary Parasitology. In press corrected proof.
- Balista, I.S., Riet-correa, F., Teixeira, M.M., Madruga C.R., Simoes, S.D. and Maia, T.F. 2006. Trypanosomiasis by *Trypanosoma vivax* in cattle in the Brazilian Semiarid. Description of an outbreak and lesions in the nervous system. Veterinary Research. In Press. Corrected proof.
- Berthier, D., Guere, R., Therenon, S., Belemsaga, D., Piquemal, D., Marti, J. and Maillard, J.C. 2003. Serial analysis of gene expression (SAGE) in bovine trypanotolerance: preliminary result. Genetics, Selection, Evolution, 35 (Suppl. 1): 353-547.
- Grace, D. 2005. Epidemiology and control of cattle trypanosomiasis in villages under risk of trypanocide resistance in West Africa. Thesis, Freie Universitat Berlin. 195pp.
- Gutierrez, C., Corbera, J.A., Juste, M.C., Doreste, F. and Morales, I. 2005. An outbreak of abortions and high neonatal mortality, associated with *Trypanosoma evansi* infection in dromedary camels, in the Canary Islands, Spain. Veterinary Parasitology, 130 (1 – 2): 163 – 168.
- Hendrickx, G., de la Rocque, S. and Mattioli, R. C. 2004. Long term tsetse and trypanosomiasis management options in West Africa. PAAT Technical And Scientific Series. No.6, 57pp.
- Irungu, P., Bett, B., Mbogoh, S.G., Nyamwaro, S.O., Murilla, G.A. and Randolph, T.F. 2006a. Evidence of extra-label usage of veterinary drugs in cattle in Masailand, Kenya. Proceedings of the 5th Faculty of Vet. Med. Biennial Conference, College of Agriculture and Vet. Services, University of Nairobi, 6th – 8th September, 2006.
- Irungu, P., Bett, B., Mbogoh, S.G., Nyamwaro, S.O., and Randolph, T.F. 2006b. Utilizing conjoint analysis to evaluate farmers' preference for tsetse repellent attributes in Kenya. An ordered probit application. Proceedings of the 10th KARI Biennial Conference, KARI, Headquarters, 13 – 17th November, 2006.

- ISCTR 2006. Report from Nigeria at the 28th ISCTRC Conference, Addis Ababa Ethiopia 26th – 30th September, 2005. TTI **29** (1) 29 – 30.
- Kamuanga, M. 2003. Socio-economic and Cultural Factors in the Research and Control of Trypanosomiasis. PAAT Technical and Scientific Series **4**. A PAAT Information Service Publication. 67 pp.
- Kamuanga, M. and Kabore, I. 2005. Tsetse control in the Yale agricultural zone (Bukina-Faso) results of socio-economic surveys. *Tropicicultura* **23**: 146 – 153.
- Lawani, F.A.G., Omotainse, S.O., Njoku, C.I., Abenga, J.N., Ahmed, A.B., Shaida, S.S., Yanan, E., Shamaki, U.B., Usman, U.S., Kalgo, A.M., Oko, E. and Ayakphat, H. 2004. Status of animal trypanosomiasis at the Kachia Grazing Reserve, Kaduna State, North Central Nigeria. Proceedings of the 41st Congress of the Nigerian Veterinary Medical Association (NVMA), held at the National Veterinary Research Institute, (NVRI), Vom, 22nd – 26th November, 2004. pp52.
- Njoku, C.I. 2007. Social and economic impacts of trypanosomiasis in Nigeria. Bound copy of papers presented at the workshop on African trypanosomiasis held at the Sani Abacha Youth Centre, Lafia, Nasarawa State, Nigeria, 10th – 11th April 2007. pp 81 – 98.
- Njoku, C.I., Dadah, A.J., Onyekwelu, N.A., Iliyasu, B., Bashir, Y.A. Dede, P.M. and Ajagbonna, V.N. 2005a. Community knowledge, attitude and available health care services for human African trypanosomiasis in Durbi village, Jos East Local Government Area, Plateau State, Central Nigeria. Publication No.122 of the 27th Meeting of the ISCTRC (AU). Pretoria – South Africa, pp 618 - 628.
- Njoku, C.I. and Halid, I. 2003a. Report on aspects of the socio-economic research activities in the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR) I. Tsetse and animal trypanosomiasis. Full text of paper presented at the 27th Meeting of the ISCTRC organized under the auspices of the African Union (AU). Petroria – South Africa, September 29th – 3rd october, 2003. 7pp.
- Njoku, C.I. and Halid, I. 2003b. Report on aspects of the socio-economic research activities in the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR) II.. Tsetse and human African Trypanosomiasis. Full text of paper presented at the 27th Meeting of the ISCTRC organized under the auspices of the African Union (AU). Petoria-South Africa, September 29th – 3rd october, 2003 7pp.
- Njoku, C.I., Uzoigwe, N.R., Ajagbonna, V.N., Abubakar, A., Usman, B.M. 2005b. Community perception of animal trypanosomiasis in Durbi Village, Jos East Local Government Area of Plateau State, Central Nigeria. Publication No. **122** of the 27th ISCTRC Meeting. Pretoria – South Africa, pp 556 – 564.
- Njoku, C.I., Lawani, F.A.G., Musa, U.B., Ahmed, A.B., Omotainse, S.O., Yanan, E.G. Oko, E. and Ayakphat, H. 2004a. Preference and treatment seeking behaviour of livestock farmers against animal trypanosomiasis in Kachia Local Government Area, Kaduna State, Nigeria. Proceedings of the 41st Congress of the NVMA held at the NVRI, Vom, 22nd – 26th November, 2004. pp41-42.

- Njoku, C.I., Lawani, F.A.G., Musa, U.B., Ahmed, A.B., Omotainse, S.O., Yanan, E.G. Oko, E and Ayakphat, H. 2004b. Attitude of livestock Officers and Farmers to animal trypanosomiasis in Kachia Local Government Area, Kaduna State, Nigeria. Proceedings of the 41st Congress of the NVMA held at the NVRI, Vom, 22nd – 26th November, 2004, pp11-13.
- Njoku, C.I., Musa, U.B. and Lawani, F.A.G. 2004c. Preliminary report on the socio-economic field work on animal trypanosomiasis in the Kachia Grazing Reserve, Kachia Local Government Area, Kaduna State, Nigeria. Full text of paper submitted to NITR Research Committee and the CSU 12pp.
- Njoku, C.I., Uzoigwe, N.R., Ajagbonna, V.N., Abubakar, A., Musa, U.B. 2004d. Livestock Officers and Farmers perception of the tsetse fly (*Glossina* sp) vector of animal trypanosomiasis in Durbi village, Jos East Local Government Area, Plateau State Central Nigeria. Proceedings of the 41st Congress of the Nigerian Veterinary Medical Association and the 80th Anniversary of the National Veterinary Research Institute, (NVRI), Vom, at the NVRI Auditorium, 22nd – 26th November, 2004 pp 32-33.
- PAG, 2004. PAG Meeting Report. Ninth PAAT Advisory Group (PAG) Coordinators' Meeting. Pretoria – South Africa, 24-25 September, 2003. Tsetse and Trypanosomiasis Information, **27** (1): 1-2.
- Sumberg, J. 2003. Towards a disaggregated view of crop-livestock integration in West Africa. Land Use Policy. **20** (3): 253-264.
- Symeonakis, E., Robinson, T. and Drake, N. 2006. GIS and multiple-criteria evaluation for the optimization of tsetse fly eradication programmes. Environmental Monitoring and Assessment. In press. Corrected proof.

POUR CE DOCUMENT, SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS

517

**TSETSE HABITAT FRAGMENTATION DYNAMICS AND BOVINE
TRYPANOSOMOSIS EPIDEMIOLOGY IN THE OTI RIVER BASIN OF
NORTHERN TOGO - PRELIMINARY RESULTS**

Dao B.^{1*}, Hendrickx G.², Sidibé I.³, Belém A.M.G⁴ and De La Rocque S.⁵

1. Centre de Recherche - Développement sur l'Elevage en zone Subhumide (CIRDES)
Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, E-mail : balabadidao@yahoo.fr
2. Avia - GIS, Zoersel, Belgique, E-mail : ghendrickx@avia-gis.be
3. Centre de Recherche - Développement sur l'Elevage en zone Subhumide (CIRDES)
Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, E-mail: sambo@fasonet.bf
4. Université de Bobo – Dioulasso, Burkina Fao, E-mail : belemadrien@yahoo.fr
5. FAO, Rome, Italie, E-mail : stephane.de_la_rocque@cirad.fr

Summary

A tsetse control project was implemented in Togo over ten years, from 1989 to 1999. During this period, because of socio-politic events, some of the protected areas were partially or fully resettled by communities who had previously been evicted. Sixteen years after this resettlement and seven years after the end of project, two cross-sectional surveys to measure the presence and abundance of tsetse flies and the prevalence of bovine trypanosomosis were conducted, one in December 2006, at the beginning of the dry season, the other in April 2006, at its end. These field data were combined with existing data on agriculture, land use and land cover, demographic data and landscapes derived from a Landsat image. All this information was entered into a Geographical Information System (GIS) and thematic maps were made. The preliminary results showed that Oti river basin was fragmented into three main parts. The fragmentation of natural riverine vegetation, the preferred tsetse habitat, decreases from north to south. The tsetse flies apparently disappeared from the protected areas of the north-western part of the former Oti game reserve where wild animals have become rare. *Glossina tachinoides* Westwood (*Diptera: Glossinidae*) accounted for 99% of the tsetse flies captured, while the main parasite responsible for bovine trypanosomosis detected was *Trypanosoma vivax* (9/10). Future surveys will further clarify these preliminary results and the relationship between habitat fragmentation and trypanosomosis epidemiology.

Key Words: Tsetse; trypanosomosis; habitat fragmentation; GIS, Togo.

Résumé

Un projet de lutte contre les mouches tsétsé a été réalisé au Togo pendant dix années, de 1989 à 1999. Au cours de cette période, et à cause des événements sociopolitiques, quelques-unes des aires protégées étaient partiellement ou totalement recolonisées par des populations humaines qui avaient été antérieurement expulsées de ces régions. Seize années après cette recolonisation et sept années après la fin du projet, deux enquêtes transversales sur la présence et l'abondance des mouches tsétsé et la prévalence des trypanosomiasés bovines ont été effectuées en décembre 2005, en début de la saison sèche et en avril 2006, en fin de cette saison. Ces données de terrain ont été combinées avec celles existantes sur l'agriculture, sur l'utilisation/couverture des terres, sur la démographie et avec les données issues du traitement d'une image Landsat. Toutes ces informations recueillies ont été compilées dans une base de données reliée à un Système d'Information Géographique (SIG) pour produire une série de cartes thématiques. Les résultats préliminaires ont montré que le bassin versant de l'Oti est fragmenté en trois parties. La fragmentation de la végétation naturelle riveraine, habitat préféré des mouches tsétsé, décroît suivant un axe Nord-Sud. Les mouches tsétsé ont disparu apparemment des aires protégées de la partie Nord-Ouest où les animaux sauvages sont devenus rares. *Glossina tachinoides* ont représenté 99% des mouches tsétsé capturées, tandis que la *Trypanosoma vivax* a été détectée comme le principal parasite (9/10) responsable des trypanosomiasés bovines. Les futures études clarifieront davantage ces résultats préliminaires et le rapport entre la fragmentation d'habitat et l'épidémiologie des trypanosomiasés.

Mots-clés: Tsétsé, trypanosomiasés, fragmentation de l'habitat, SIG, Togo.

Introduction

Landscape modification and habitat fragmentation are considered severe threats to global biodiversity and are believed to negatively affect vertebrates as well as invertebrates (Franklin *et al* 2002; Mokkonen *et al*, 2006; Joern Fischer and Lindenmayer, 2007). It has been demonstrated that human population growth which, often, drags agriculture expansion (Fig.1) causes decline or disappearance of tsetse flies, especially savannah tsetse fly group (Hendrickx, 1999; Reid *et al*, 2000; de la Rocque *et al*, 2001). In the present poster preliminary results are reported of two cross-sectional surveys on the epidemiology of bovine trypanosomosis, related to tsetse fly habitat fragmentation in the Oti river basin in the Northern region of Togo. These surveys were conducted at the beginning and end of the dry season, respectively in December and April 2006. The overall scope of this ongoing work is to study tsetse fly habitat fragmentation dynamics and determine its effects on bovine's trypanosomosis epidemiology.

Materials and Methods

Study area



Fig.1: Study area

The study area (Fig.1) is the middle part of the Pendjari river system referred to as Oti river in Togo. Located between longitude 0° to 1° E and latitude 10° to 11° N, the study area covers four administrative districts and a total area of 8,533 km square. A third of this surface are (formerly) protected areas. The total population was estimated at 528,700 in 1995. The climate is sub-humid and marked by a single dry season from November to April followed by the rainy season from April to October. The annual rainfall ranges from 700 to 1,100 mm spread over 55 to 80 days of rain. Two peaks of mean maximal monthly temperature are recorded in March (38°C) and November (33°C), while peaks of mean minimal monthly temperature occur in January (17°C) and in August (15°C).

Method

Bibliographical review

As a first step all available maps were collected. These included vegetation, land cover, soils, relief, geology and hydrography. Then the maps, often at different scale and projection, were scanned and imported using Arcview GIS 3.2a. Alphanumeric data related to agriculture, demography, tsetse, trypanosomosis and livestock were extracted from published papers, assigned spatial coordinates and included to the GIS. All data were transformed to UTM projection.

Image processing

To cover the entire study area, three Landsat 7 thematic mapper (TM) images from December 7th 2000 were acquired. The Idrisi software package was used to produce standard colour composites.

Entomological and parasitological surveys

Both surveys were conducted simultaneously at the beginning and at the end of the dry season. The Oti River and its tributaries were sampled with two types of traps, the standard biconical Challier – Laveissière trap (Fig.2a) and monoconical Vavoua trap (Laveissière & Grébaut, 1983) (Fig.2 b)



a) Challier / Laveissière trap b) Vavoua mono conical trap
Photo: Dao Balabadi Photo: Dao Balabadi

Figure 2: Type of Traps

At least 10 traps (biconical and monoconical traps positioned alternately) were deployed for a period of 48 hours, at an interval of 100 – 200meters along riparian vegetation, in each trapping site. Each trap position was recorded (Fig.2) with a hand held GPS (Global Positioning System). In practice a total of 81, 44, 18 and 24 traps were respectively positioned along the Oti River and its main tributaries the Oualé, Sansargou and Koumangou. An additional 62 traps were positioned along the Koulougona River, one of the White Volta tributaries.

The sampled herds were chosen at random after listing the herds present in the vicinity of the trapping sites. At the herd level random sampling was also applied taking the total number of animals and the herd structure into consideration; a minimum of 10 % of the total number was sampled. All herds sampled were located (Fig.3) by GPS.



Figure 3: Sites of trapping and herds

Blood samples were collected from the jugular vein into 5ml heparinised Vacutainer tubes (Fig.4).



Figure 4: session of blood collecting from jugular vein
Photo: Dao Balabadi

From each sample microhaematocrit tubes were prepared for centrifugation during five minutes. The buffy coat was checked under the microscope (Fig.5) for mobile trypanosomes (Murray *et al.* 1977). In practice a total of 54 herds were sampled both at the beginning and the end of the dry season



Figure 5: session of buffy coat checking for trypanosomes
Photo: Dao Balabadi

Results

Land and environmental degradation

A downward soil degradation gradient was observed from north to south, deviding the Oti basin into three homogenous sub-zones (Fig.6).

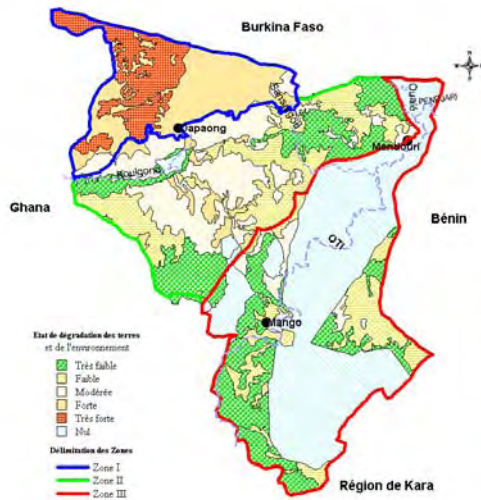


Figure 6: Land and environmental degradation

Land use intensity was very high (80%) in sub-zone I, medium in the sub-zone II (40-60%) and very low in sub-zone II (<10%).

Epidemiological results.

Tsetse distribution and density

Three economically important species are present in the area *Glossina tachinoides*, *G. palpalis palpalis* and *G. morsitans submorsitans* (Hendrickx G. et al.1999). *G. tachinoides* accounted for 90% and 84% of tsetse captured respectively at the end and beginning of dry season. The tsetse flies declined drastically from the protected areas of the north-western part of the “Fosse au lion” game reserve drained by Koulougona river where wild animals have been drastically reduced almost extinction. No flies were caught on Koulougona rivers. For each river the apparent density was higher at the beginning of dry season than at its end (Fig.7)

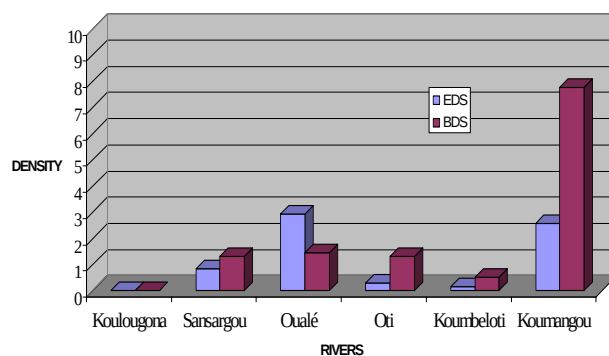


Figure 4: Histogram of tsetse apparent density by river

Trypanosomiasis prevalence

The observed mean trypanosomiasis prevalence was 3% and 10% respectively at the end and the beginning of the dry season. Among the various breeds, the prevalence of bullfighting, zebu and crossbreed was respectively 4%, 4% and 3 % at the end of dry season. The two pathogenic parasites *Trypanosoma vivax* and *T. congolense* were identified. The first was the most prevalent as shown in Table 1. This is contradictory

with previous studies (Hendrickx & Napala. 1999) where *T. congolense* predominated in the Northern region of Togo.

Localities	PCV	Percent of cattle infected	PCV<25	Occurrence of anemia	Species of trypanosomes (%)		
					TC	TV	TB
Moane	26	6	17	49	100	0	0
Tampialime	27	11	7	20	50	50	0
Nano	27	0	10	20	0	0	0
Tambango	28	0	3	13	0	0	0
Bombenga	27	0	9	27	0	0	0
Mandouri	27	4	15	30	0	2	0
Donga	26	3	32	51	0	100	0
Bouldjoaré	25	0	13	38	0	0	0
Borgou	27	0	4	24	0	0	0
Mango	27	5	17	27	0	100	0
Natchakou	29	0	1	6	0	0	0
N'gongopri	27	0	3	20	0	0	0
Massangou	27	0	4	24	0	0	0
Akpossou	28	10	1	3	0	100	0
Region	27	3	136	28	25	75	0
bullfighting	27	4	23	29	30	70	0
Crossbreed	27	3	93	30	30	70	0
Zebu	27	4	20	22	0	100	0

Discussion

These results are preliminary and will be further analyzed. Nevertheless, the results obtained to date suggest a change in the epidemiology of bovine trypanosomosis in the Oti river basin. Tsetse flies drastically declined in the “Fosse au lion” game area and *T. vivax* became the most important parasite responsible of trypanosomosis. As a next step we will analyze the relationship between tsetse fly habitat fragmentation and bovine trypanosomosis epidemiology and how these relate to the known epidemiological setting from the 1990's.

Acknowledgements

We are very grateful to the Management of CIRDES, Burkina Faso for supporting this work through an FSP scholarship funded by the French Ministry of Cooperation. The scientific advice of the General Director of ITRA (Dr A.AGBOLI), the Scientific Director of ITRA Dr K. ADOMEFA and the Director of CRA-SH, Mr B. BONFOH are greatly appreciated.

Bibliography

- Challier A. & Laveissière C. 1973. Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina* : Diptera, Muscidae) : description et essais sur le terrain. – Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. Parasit., **21**: 251 – 262.

- de La Rocque S., Augusseau X., Guillobez S., de Wispelaere G., Bauer B. & Cuisance D. (2001). The changing distribution of two riverine tsetse flies over 15 years in an increasing cultivating area of Burkina Faso, *Bulletin of entomological research*, **91**:157–166.
- Fischer J. & Lindenmayer D.B. (2007) Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis, *Global ecology and Biogeography*, **16**:265–280.
- Franklin A. B., Noon B.R. & George T.L. (2002). What is habitat fragmentation? *Studies in avian Biology*, **25**:20–29.
- Hendrickx G. (1999). A geo-referenced decision support methodology toward trypanomosis management in West Africa, Ph.D. thesis. University of Gent, Gent, Belgium, 176p.
- Hendrickx G. & Napala A. (1999) Le contrôle de la TRYPANOSOMIASE «à la carte » : une approche intégrée basée sur un Système d'Information Géographique, *Académie Royale des Sciences d'Outre-mer*, Bruxelles, Belgique, 90 pp.
- Hendrickx G., Napala Ayitou, Dao B., Batawui D, De Deken R., Vermeilen A, Slingenbergh J.H.W., 1999. A systematic approach to area-wide tsetse distribution and abundance maps. *Bulletin of entomological research*, **89**:231 – 244
- Laveissière C & Grébaut P. 1983. Recherche sur les pièges à glossines (Diptera, Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège « Vavoua ». *Tropical Medicine and parasitology*, **41** : 185 – 192.
- Mönkkönen, S. Klepkovich, B. and Dsrchers, A. (2006). Demographic responses to habitat fragmentation, *Acta Zoologica sinica*, **52** (Supplement): 191 - 194
- Murray M., Murray P.K. & McIntye W.I.M., (1977). An improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **71**:325–326.
- Reid S. R., Kruska L. R, Deichmann U. Thornton K.P.& Leak A.G. S. (2000). Human population growth and the Extinction of the tsetse fly, *Agriculture, Ecosystems and Environment* **77** (2000) 227 – 236.

NETWORKING
UTILISATION DU RESEAU

(RESUME (fr) EDITE)

**POUR CE DOCUMENT , SEUL LE RESUME [SUMMARY] EST TRADUIT EN
FRANCAIS**

601

**CREATING, HARMONIZING AND SHARING THE INFORMATION: THE
ROLE OF THE PROGRAMME AGAINST AFRICAN TRYPANOSOMIASIS
(PAAT) AND ITS INFORMATION SYSTEM**

**CREER, HARMONISER ET PARTAGER L'INFORMATION: LE ROLE DU
PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LA TRYPANOSOMIASSE AFRICAINE
(PLTA) ET SON SYSTEME D'INFORMATION**

Giuliano Cecchi†*, Raffaele Mattioli†

†Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Animal Production and Health Division, Viale delle Terme di Caracalla, 00100, Rome, Italy.

*Corresponding author. E-mail: Giuliano.Cecchi@fao.org; giulianocecchi@libero.it

Résumé

Les défis posés par la trypanosomiose requièrent un engagement au niveau multinational ainsi que des actions coordonnées. A cet égard, la gestion de l'information disponible pour élaborer les stratégies de contrôle est essentielle. Le PLTA est une initiative internationale, qui encourage la coopération et favorise l'accès à l'information de grande qualité pour les 37 pays de l'Afrique subsaharienne affectés par la maladie. Le système d'information du PLTA a récemment été amélioré et fournit de nouveaux outils, de nouvelles méthodes et de nouvelles données pour les utilisateurs impliqués dans la lutte contre la trypanosomiose. On a encouragé l'utilisation des techniques SIG pour l'identification des zones à risque et des zones prioritaires pour le contrôle des trypanosomioses et d'autres maladies transmises par leurs vecteurs. Le partage et l'échange de données spatiales ont été favorisés et consolidés par la création de métadonnées et l'intégration d'autres systèmes informatisés de gestion de données géographiques (par exemple FAO GeoNetwork). Des cartes standardisées à haute résolution spatiale de la couverture des terres (basées sur FAO Africover) pour huit pays affectés par la maladie ont été produites spécifiquement pour appuyer la lutte contre les trypanosomioses et les glossines. Les données spatiales disponibles dans le domaine public ont été passées en revue, sélectionnées et analysées afin de faciliter leur utilisation. Un atelier pour les experts en SIG de trois pays impliqués dans la Campagne Panafricaine d'Eradication des Tsetse et des Trypanosomiose (PATTEC) a contribué au renforcement des capacités. Le système d'information du PLTA offre ainsi de nouvelles perspectives pour le partage de la connaissance à tous les scientifiques, planificateurs et conseillers en politique, et fournit aux chefs de projet un cadre institutionnel, scientifique et technique idéal pour la diffusion de l'information, avec un potentiel encore inexploité en grande partie.

Summary

The challenges posed by trypanosomiasis call for multinational commitment and coordinated actions. In this regard, an efficient management of the information is widely recognized as a key to the attainment of enduring results. PAAT is a unique international forum that encourages cooperation and promotes open access to high-quality information for the 37 disease-affected countries of sub-Saharan Africa. The recently upgraded PAAT Information System provides new tools, methodologies and datasets for the benefit of all those interested in the tsetse and trypanosomiasis problem in Africa. The use of GIS techniques for the environmental management of tsetse-transmitted trypanosomiasis and other vector-borne diseases has been fostered. The sharing and exchange of spatial datasets has been advanced and animated through the creation of meta-documentation and the integration with other web-based resources (e.g. FAO GeoNetwork). Standardized, high-resolution land cover maps of eight disease-affected countries, based on the FAO Africover dataset, have been produced in support of tsetse habitat mapping and trypanosomiasis intervention. Global spatial datasets have been reviewed, selected and analysed to facilitate their utilization in the tsetse and trypanosomiasis context. Capacity building and harmonization have been pursued during a workshop for GIS and Information Systems specialists from three key countries involved in the first phase of the Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign, an African Union initiative. The PAAT-Information System offers renewed and novel opportunities for knowledge sharing to all scientists, planners and policy advisors, and provides project managers with an ideal institutional, scientific and technical framework for information dissemination with a still largely unexploited potential.

Introduction

The Programme Against African Trypanosomiasis (PAAT) is a platform guiding and assisting African partners in the 37 trypanosomiasis affected countries of sub-Saharan Africa in the development of policies and integrated strategies aimed at improving sustainable livestock-agricultural production. Considering the transboundary nature of the tsetse and trypanosomiasis (T&T) problem, the development of harmonized policies and strategies is essential to provide African countries with a common and coordinated approach supporting their efforts in removing the T&T problem.

The PAAT Information System (PAAT-IS), a key component of the Programme, was initially created as a stand-alone GIS application to assist decision support for prioritisation of tsetse intervention areas and control strategies (Gilbert *et al.*, 1999; 2001). More recently, subsequent to a major revision, PAAT-IS goal, structure and functionalities have substantially evolved and it has finally come to embrace a broad range of PAAT products and information services, in particular the PAAT web site⁴, monographic publications (PAAT technical and scientific series), PAAT bulletins, GIS data, metadata and web-GIS services (Figure 2).

Figure 2 PAAT Information System products and services

⁴ www.fao.org/ag/paat.html

PAAT Information System



**PAAT
Web site**
www.fao.org/ag/paat.html
(also available
on CD-Rom)

- publications
 - PAAT Technical and Scientific Series
 - Tsetse and Trypanosomiasis Information bulletin
- reports of PAAT meetings and workshops
- training manuals
- maps and GIS datasets
- donors
- activities and events



**PAAT
Technical and
Scientific Series**
(monographic
publications)

- Drug management and parasite resistance
- Impacts of trypanosomiasis on agriculture
- Sterile Insect Technique
- Socio-economic and cultural factors
- Economic guidelines for strategic planning
- Long-term management options
- Trypanotolerant livestock
- Land cover mapping for decision making



**Tsetse and
Trypanosomiasis
Information
(TTI) bulletin**
(half-yearly periodical
in both English and
French which deals with
subjects related and
pertinent to T&T
research, control, policy
issues and strategies
for intervention)

- paper abstracts
- meeting reports
- publications



FAO GeoNetwork
www.fao.org/geonetwork
(FAO corporate
geospatial data
repository)

- GIS-data sharing and dissemination
- contains key PAAT-IS GIS datasets
- metadata search and editing
- web mapping



**Networking and
harmonization**

- technical cooperation, assistance and support
- capacity building
- standardization of methodologies and decision making

Through the PAAT-IS and its website policy makers, advisors, planners, technical and scientific staff interested in the T&T problem and related sustainable agriculture and rural development (SARD) have access to updated scientific and technical publications, datasets, as well as training opportunities. In the following sections, three recent activities carried out for PAAT-IS are described in some detail.

Global GIS datasets for the management of the trypanosomiasis problem: a review

There is an increasing amount of spatially explicit information freely accessible through the internet that has proved very useful in assisting all aspects of the T&T decision making process. Still, the potential of such a wide and dynamic source of information has yet to be fully exploited. Project managers, coordinators and planners, while recognizing the importance of GIS for targeting and streamlining field operations, may ignore the existence of datasets that could greatly contribute to cost-savings and, thus, to a more efficient use of financial resources, eventually leading to more effective interventions. In other instances there may be a lack of adequate capacity for handling and integrating the GIS techniques into the project cycle.

In order to fill this knowledge gap, PAAT-IS is working on a thorough review of public domain global geospatial datasets, which are being selected in consideration of their relevance for T&T decision making, spatial resolution (i.e. scale), accuracy and update. Preliminary collated information was shared with partners during PAAT statutory meetings and via e-mail. Among the identified products, emphasis was placed on tsetse distributions⁵ (Wint & Rogers, 2000), human⁶⁻⁷ and livestock population densities⁸ (Wint

⁵ PAAT Information System (<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/paat/maps.html>)

& Robinson, 2007), agro-ecological zones⁹ (Fisher *et al.*, 2002), land cover¹⁰⁻¹¹, hydrological features¹², climate¹³, protected areas¹⁴, digital elevation models (DEM)¹⁵ and satellite imagery¹⁶. More information on most of the selected datasets, as well as

⁶ CIESIN (<http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw/global.jsp>)

⁷ Oak Ridge National Laboratory (<http://www.ornl.gov/sci/landscan/>)

⁸ FAO - Gridded Livestock of the World (<http://www.fao.org/ag/againfo/resources/en/glw/default.html>)

⁹ FAO/IIASA - Global Agro-Ecological Zones (<http://www.fao.org/ag/agl/agll/gaez/index.htm>)

¹⁰ EU-JRC - Global land Cover 2000 (<http://www-gvm.jrc.it/glc2000/>)

¹¹ FAO - Africover (www.africover.org)

¹² US National Geospatial-Intelligence Agency - VMap0 (www.mapability.com/info/vmap0_download.html)

¹³ FAO - FAOCLIM (http://www.fao.org/NR/climpag/pub/EN1102_en.asp)

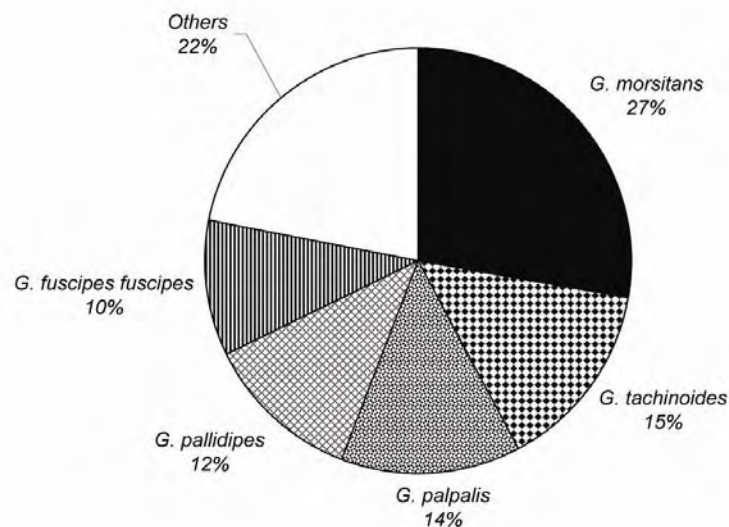
¹⁴ UNEP - World Database on Protected Areas (<http://www.unep-wcmc.org/wdpa/index.htm>)

¹⁵ CGIAR-CSI - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (<http://srtm.csi.cgiar.org/>)

¹⁶ NASA LandSat (<ftp://ftp.glcfc.umd.edu/glcfc/Landsat/> and <http://glcfapp.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>)

Two example of the applications of the selected global geospatial datasets are proposed in the present paper. In the first example, tsetse distribution maps and livestock density maps are analysed to derive a quantitative estimate of the relative relevance of the different tsetse fly species in the livestock sector in sub-Saharan Africa. For each tsetse species it is measured the proportion of the total cattle population at risk, calculated with respect to the total cattle population living in all tsetse infested areas (Fig. Error! Main Document Only.); tsetse challenge for 27% of all head of cattle in tsetse affected areas can be ascribed to *G. morsitans*; furthermore, 5 tsetse species account for approximately 80% of the total cattle population at risk.

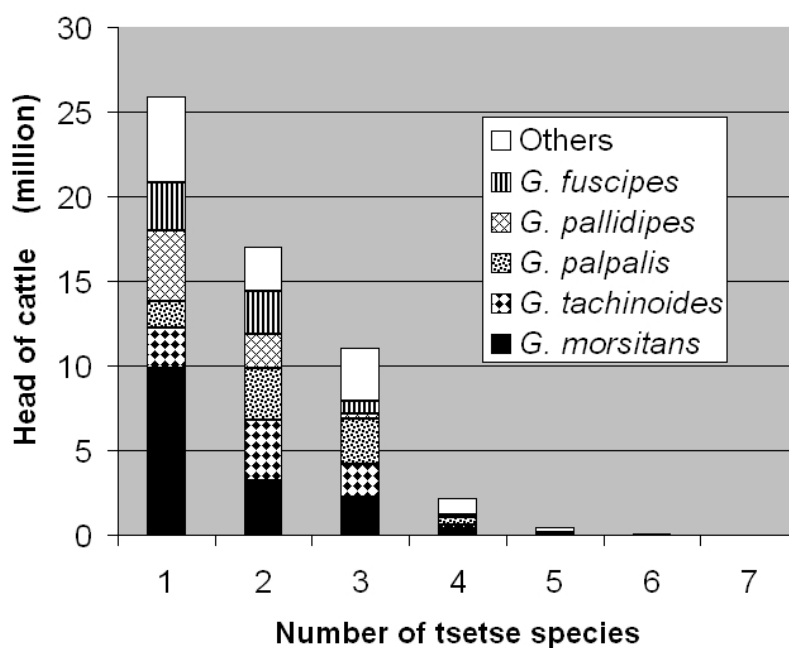
Fig. Error! Main Document Only. presents tsetse challenge and cattle population in tsetse infested areas in sub-Saharan Africa (summary by tsetse species). From the graph, one can appraise that five tsetse species challenge approximately 80% of the total cattle population at risk.



In the second example, using the same global datasets as input, we investigated how many and which tsetse species challenge cattle (Figure Error! Main Document Only.).

Figure Error! Main Document Only. Number of head of cattle (in million) in tsetse infested areas in sub-Saharan Africa according to tsetse challenge per species; 26 million

head of cattle living in tsetse infested areas (i.e. approximately 45% of the total population at risk), live in areas where only one tsetse species is present.



Standardization and customization: the case of land cover

The datasets briefly introduced in the previous section support all phases of the project life cycle: identification, formulation, implementation and evaluation. The utilization of common datasets is considered the first step towards the harmonization of T&T national information systems. The subsequent step is the standardization of data processing methodologies. The case of land cover offers a good example of data customization and harmonization carried out by PAAT-IS, aiming at standardizing and facilitating the utilization of key geospatial datasets by technical staff in affected countries.

In the context of T&T intervention, land cover maps support a variety of activities: assessment of natural resources availability and land suitability for agricultural and rural development, demarcation of tsetse habitat, identification of socio-economic settings in given project areas (e.g. production systems), selection of the most appropriate intervention techniques in relation to the prevailing agro-ecological conditions, identification of hotspots for environmental conservation and environmental management and land use planning of reclaimed areas.

The Africover land cover maps produced for eight trypanosomiasis affected countries¹⁶ provide the most recent and detailed products available at national level. The Africover land cover maps utilize the Land Cover Classification Systems (LCCS), which has been developed by FAO and the United Nations Environment Programme (UNEP) to compare land cover classes regardless of mapping scale, land cover type, data collection method or geographic location (Di Gregorio, 2005). LCCS is currently in the approval process by the International Organization for Standardization (ISO)¹⁶. LCCS inherent flexibility allows the production of multi-purpose land cover databases that can be customized to meet the specific requirements of different end-users. One drawback of the LCCS is its complexity, which renders the utilization of some LCCS compliant datasets such as Africover somewhat difficult. Driven by the requests from affected countries,

PAAT-IS used LCCS to develop a standardized 26-class land cover legend tailored for tsetse habitat mapping and trypanosomiasis decision making (Cecchi *et al.*, 2007; Cecchi *et al.*, in press). The proposed legend summarizes more than 500 classes of the original databases and provides a detailed and accurate description of vegetation, which is of prime importance in studies of tsetse habitat and ecology. The legend simplifies, through thematic aggregation, the original full-resolution, multi-purpose Africover databases, thus providing PAAT partners with informative and readily available products. For the standardized 26 land cover classes it was possible to define a degree of suitability for the three tsetse groups, on the basis of the available literature. The land cover legend and the relevant suitability classes for the three tsetse groups are presented in Table 1.

Table Error! Main Document Only. Standardized land cover classes and tsetse suitability.

LCCS category	Class name (user-defined description)	Suitability for tsetse groups		
		<i>fusca</i>	<i>palpalis</i>	<i>morsitans</i>
Cultivated and managed terrestrial area	Forest plantations and tree plantations	1	2	1
	Shrub crop	1	1	1
	Herbaceous crops	0	1	0
	Vegetated urban areas	1	2	1
Natural and semi-natural primarily terrestrial vegetation	Forest	3	3	2
	Woodland	1	2	3
	Closed woody vegetation	1	2	2
	Open woody vegetation	1	1	2
	Thicket	1	1	2
	Shrubland	0	1	2
	Grassland	0	0	0
	Shrub savannah	0	1	1
	Tree savannah	0	1	2
	Sparse trees	0	0	1
	Sparse shrubs	0	0	0
	Sparse herbaceous vegetation	0	0	0
Cultivated aquatic or regularly flooded areas	Fields rice	0	0	0
	Closed swamp	3	3	1
	Open swamp	2	2	2
Natural and semi-natural aquatic or regularly flooded vegetation	Woody vegetation on flooded land	1	2	1
	Shrubs on flooded land	1	2	1
	Herbaceous vegetation on flooded land	0	1	0
Artificial surfaces and associated areas	Artificial surfaces	0	0	0
Bare areas	Bare soil	0	0	0
Aquatic or regularly flooded primarily non-vegetated areas	Water bodies	0	0	0
	Snow	0	0	0

Tsetse suitability	
3	High
2	Moderate
1	Low
0	Unsuitable

Sharing the spatial information: metadata, GeoNetwork, web mapping

Traditionally, GIS datasets produced by the PAAT-IS were distributed on CD-ROM during meetings and conferences, or sent by the PAAT Secretariat Focal Point upon request. Description of the most relevant features of the datasets was normally included in publications, technical reports and ancillary digital files. More recently, the

exponential growth of internet and open-source or freeware applications, combined with the increasing amount of international standards dealing with geospatial information, have provided PAAT-IS, as well as users worldwide, with a coherent and robust set of tools to enhance storage, documentation, sharing and dissemination of GIS datasets.

As a first step, PAAT-IS created metadata for a set of key geospatial layers (namely the tsetse distribution maps at continental and regional level). Metadata provide documentation of spatial data, describing content, quality, condition and other characteristics of a dataset for the benefit of both data generators, data seekers and users. Proper documentation allows data to be found in a timely and cost effective way and to be used appropriately. PAAT-IS metadata are compliant with the international standard ISO-19115, which defines the schema required for describing geographic information and services. Once generated, the metadata and related datasets were made available through the PAAT web site. More interestingly, metadata and datasets were uploaded onto FAO GeoNetwork¹⁶ (Cecchi & Mattioli, 2007).

‘GeoNetwork opensource’¹⁶ is a standards-based, free and open source catalogue application to manage spatially referenced resources through the web. It provides powerful metadata editing and search functions and it is currently used by several UN institutions¹⁶, as well as by other national and international agencies¹⁶. FAO GeoNetwork allows PAAT-IS to reach a much broader community of GIS specialist and potential data users by taking advantage of the existing hardware and software infrastructure as well as the technical assistance of FAO GeoNetwork staff. This tool is also available to all PAAT partners who may want to improve their capacity to store and disseminate geospatial information. Administration functionalities allowed to create a group of FAO GeoNetwork users named ‘PAAT-Information System’, administered by the PAAT-IS manager. Users registered in this group can create, upload and share metadata and GIS datasets on line. A few PAAT partners were granted accounts as ‘Editors’ and trained in the usage of GeoNetwork during the Interactive Training Workshop mentioned in the previous section; test metadata were created and the potential of the tool widely recognized. Interested PAAT partners are welcome and encouraged to join this growing community.

FAO GeoNetwork not only allows to browse and create metadata and to download and upload GIS files, but it also contains an embedded interactive web map viewer. Web mapping gives web users the possibility to view, query and overlay GIS datasets through any web browsing application (e.g. Mozilla Firefox, Microsoft © Internet Explorer TM, etc.). This allows non GIS specialists to access GIS information in a friendly manner. The web mapping services that underlay web map viewers also allow GIS specialists to connect to spatial datasets stored in remote servers without having to download the files on their desktop machines. PAAT-IS set up web mapping services for the customized land cover maps of eight trypanosomiasis-affected countries described in the previous section. All PAAT-IS datasets and services available through FAO GeoNetwork can be viewed by searching for the keyword PAAT (two of the PAAT-IS datasets available through GeoNetwork are shown in Figure Error! **Main Document Only**.).

The set of methodologies and standards described in this section constitute a major advancement in the way PAAT-IS manages spatial information. The choice of freeware and open source software allows to minimize the costs for adopting these standards. It is believed that these new features of PAAT-IS offer the tsetse and trypanosomiasis

additional ones, can be found in Dooley, 2005. The selected datasets were presented in detail during an Interactive Training Workshop held at FAO-HQ in Rome, 27 November - 8 December 2006, which addressed the issue of harmonization of GIS-based Decision Support Systems (DSSs) and Information Systems (ISs) in T&T intervention. The training activities, together with the selection of key datasets, aim at improving and harmonising planning, implementation and evaluation of T&T interventions. Ideally, PAAT and its partners active in T&T intervention projects should collaborate for an optimal utilization of the proposed datasets in operational environments.

Figure 3 PAAT-IS GIS datasets and relevant metadata in FAO GeoNetwork. In this screenshot the data available for Uganda are shown.

The screenshot shows the FAO GeoNetwork interface. At the top, there is a header with the FAO logo, the text 'ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES [SDRN]', and navigation links: 'Home | Last results | Help | Français | Español'. Below the header, a search bar contains the text '[Find and analyze geo-spatial data]'. The main content area displays 'Aggregate Results matching search criteria : 9'. Two dataset entries are visible:

- Aggregated landcover database for Uganda (Africover) for tsetse habitat mapping**: This dataset is an aggregated version of the original national Africover landcover multipurpose database. A 26-class legend is used to aggregate the classes present in the original full resolution, ...more...
Keywords african tripanosomiasis, Uganda
- Predicted areas of suitability for tsetse flies: Uganda**: The dataset contains the predicted areas of suitability for three tsetse fly species (*f. fuscipes*, *morsitans* and *pallidipes*). All of the distributions have been produced using variations of the same ...more...
Keywords african tripanosomiasis, Uganda

Each entry includes buttons for 'Metadata', 'Download', 'Interactive Map', and 'View in Google Earth'. A map of Uganda is shown next to each dataset.

technicians and scientists valuable tools to maximize the impact of their operational and research activities.

Figure **Error! Main Document Only.** PAAT-IS GIS datasets and relevant metadata in FAO GeoNetwork. In this screenshot the data

Conclusions

The PAAT-IS, with its well established components and the new features, continues to represent the ideal platform to share datasets, information and knowledge among the broad community of technicians, scientists, policy makers and donors confronted with the problem of tsetse and trypanosomiasis in sub-Saharan Africa.

The recent upgrade of the PAAT-IS provides PAAT partners and stakeholders with novel, high quality, cost-effective datasets, methodologies and tools that, if appropriately utilized, will have multiple positive impacts on T&T interventions and policies. The state-of-the-art, public domain geospatial datasets selected by PAAT-IS contribute to sounder and more harmonized decision making; standardization and customization exercises, such as the one concerning land cover, will facilitate multi-national dialogue and ensure consistency; data sharing tools (e.g. FAO GeoNetwork) will maximize information dissemination and give international visibility to on-going initiatives.

It is recommended that PAAT and its partners continue in the efforts to further disseminate and consolidate the use of these innovative tools, with a view to achieving PAAT-IS full potential.

Bibliography

- [1] Cecchi, G. & Mattioli, R.C. (2007) The role of FAO GeoNetwork in a multinational development programme: the case of the Programme Against African Trypanosomiasis. *OSGeo Journal*, 2:20-23. Available at: http://www.osgeo.org/files/journal/v2/en-us/final_pdfs/OSGeoJournal_vol2_FAO_geonet.pdf
- [2] Cecchi, G., Mattioli, R.C., Slingenbergh, J. & de la Rocque, S. (2007) Matching land cover and tsetse habitat. Poster presented to the Conference *GisVet 2007*. Copenhagen, Denmark. 22 - 24/8/2007. Available at: http://www.gisvet.org/Documents/GisVet07/Poster/Cecchi_et_al_GISVET07.pdf
- [3] Cecchi, G., Mattioli, R.C., Slingenbergh, J., de la Rocque, S. & Feldmann, U. Standardizing land cover mapping for tsetse and trypanosomiasis decision making. Rome, FAO (in press).
- [4] Di Gregorio, A. (2005). Land Cover Classification System - Classification concepts and user manual - Software version 2. Rome, FAO (available at: <http://www.glcn-lccs.org>)
- [5] Dooley, J.F. (2005) An inventory and comparison of globally consistent geospatial databases and libraries. Rome, FAO.
- [6] Fischer, G., Velthuisen, H. v., Shah, M. & Nachtergaele, F. (2002) Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results. Rome. FAO.
- [7] Gilbert, M., Jenner, C., Pender, J., Rogers, D.J., Slingenbergh, J. & Wint, W. (2001). The Programme Against African Trypanosomiasis Information System (PAATIS). In S.J. Black & J.R. Seed, eds. *World Class Parasites: Volume I. The African Trypanosomes*. Boston, Kluwer Academic Publishers.
- [8] Gilbert, M., Jenner, C., Pender, J., Rogers, D., Slingenbergh, J. & Wint, W. (1999) The development and use of the Programme Against Africa Trypanosomiasis

Information System (PAATIS). Proceedings of the 25th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control (ISCTRC), Mombasa, Kenya, 27 September - 1 October 1999. Nairobi, Organisation of African Unity/Scientific and Technical Research Commission.

- [9] Wint, W. & Robinson, T. (2007) Gridded livestock of the world. Rome, FAO.
- [10] Wint, W. & Rogers, D. (2000) Predicted distributions of tsetse in Africa. Consultancy Report for the Animal Health Service of the Animal Production and Health Division of the FAO. Rome, FAO.

(DOCUMENT NON TRADUIT EN FRANÇAIS)

CAPACITY BUILDING

Comprehensive Training and Capacity Building for Implementing the PATTEC Projects

R. K. Saini

Icipe-African Insect Science for Food and Health, P.O. Box 30772- 00100 Nairobi,
Kenya
email: rsaini@icipe.org

Summary

Africa lacks the capacity to undertake large-scale disease and vector control/eradication programmes. Moreover, the national systems have budgetary constraints which seriously hamper capacity building activities as a result of which much needed manpower, especially at the mid-technical level to undertake large scale, transboundary area-wide programmes is lacking. This situation is well exemplified by the newly initiated Pan African Tsetse and Trypanosomosis Eradication Campaign (PATTEC) by the African Heads of States and government at their Lomé summit in 2000 in order to remove the constraint of tsetse transmitted trypanosomiasis to catalyse Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD), improve human health and food security and reduce poverty in 37 affected countries.

In order to assess the capacity building needs of the PATTEC countries, a training needs assessment was undertaken in six African countries - Burkina Faso, Mali, Ghana, Ethiopia, Uganda and Kenya which enabled the identification and prioritisation of the critical areas in which capacity is lacking. Nine priority training courses have been identified. The salient feature of this exercise is its problem solving strategic training and not training for the sake of it. The major objective is to enhance the scientific and technical capacities of mid-level personnel in tsetse and trypanosomiasis affected countries to enable them to plan and implement the PATTEC projects. Other important features include training of project managers in planning and managing effectively the PATTEC programmes in their respective countries and the production of much needed training manuals in English and French.

It is hoped that the comprehensive training plan being developed will significantly contribute to the better management and execution of the PATTEC projects. It is expected that the high-level trained manpower will in turn undertake further training and hence sustain quality technical support even for the control of other vectors and other vector borne diseases in Africa.

Introduction

Since its creation, PATTEC, has collaborated with all the 37 tsetse and trypanosomiasis affected countries to prepare national strategies to systematically create tsetse and trypanosomiasis free areas by integrating suppression, control and eradication technologies while ensuring the reclaimed areas are sustainably exploited. Implementation of the programmes by the national systems is however; slow as the

national systems lack the capacity at all levels to undertake such large scale integrated disease and vector management programmes. Given the magnitude of the problem and its interdependency with different related special fields, multi-disciplinary teams of trained manpower are required to attain sustainable success. Strengthening capacity of African countries and institution is therefore of highest priority and strategic investments in capability building programmes are imperative. The national systems in most of the affected countries have limitations in funding and infrastructure and need support to build the necessary human capital.

While organisations like the FAO/IAEA have been in the forefront in enhancing the capacity of African Countries in tsetse and trypanosomiasis control and have been organising specialized training courses for several PATTEC countries, a more coordinated and targeted approach is needed.

In order to systematically build capacity, a training needs assessment questionnaire was developed and a survey undertaken in Burkina Faso, Mali, and Ghana in West Africa and Ethiopia, Uganda and Kenya in East Africa. Analysis of the answers to these questionnaires led to the identification and prioritisation of the critical areas in which capacity is lacking and the determination of the number of cadres and technical expertise required for the implementation of the PATTEC initiative. In order to meet the capacity building demands of the PATTEC countries, an action plan to provide an enduring mechanism through which countries can receive support in training and capacity building necessary for personnel engaged in the implementation of PATTEC projects needs to be developed. Furthermore, based on the results from the six countries, the capacity building needs of other countries that will initiate similar projects can be easily extrapolated.

Capacity Building Questionnaire, Responses Received And Inferences

In order to assess the capacity building needs of the 1st Phase PATTEC countries a training questionnaire was developed and circulated to the PATTEC coordination office in each of the six countries. The PATTEC coordinators in these countries were requested to fill the questionnaire in consultation with their respective national systems. In the questionnaire, each country was requested to prioritise the training courses they would like to be undertaken, indicate the number of trainees they would like to be trained and indicate the schedule in which they would like the training to be undertaken. They were requested to undertake this exercise keeping in view the existing capacity to implement the PATTEC activities. They were also requested to specify at what professional level they would like training to be undertaken. Additional questions included, whether training in control of other vectors (e.g. ticks) was required, what type of training manuals were required, which specialised workshop would they like to be held and how the training would be conducted. They were also requested to indicate the criteria that would be used for selection of various trainees.

Table 1, shows a sample of the questionnaire, whereby the respondents were requested to rank the course topics in order of priority. The various course topics were deliberately split into sub-topics and randomly assigned in the questionnaire in order to assess the responder's capability to lump similar course topics together and in order to ensure that the respective countries ranked them accurately.

Table 2, shows the prioritised course topics of the six countries sampled while, Table 3 shows the number of trainees that each country would require to be trained per course topic.

Most countries were homogenous in prioritising the training courses they would like to be held (Table 2). The only exception was Ethiopia, but this can be explained by the fact that this country is at an advanced stage of implementation of the PATTEC project as compared to the rest of the countries who are currently initiating their control activities. Requests for the number of personnel to be trained per course varied considerably among the countries (see Table 3 for details). Table 4, shows the overall mean ranking of the courses the six countries would like to be held in order of priority. It is evident that in all the countries, basic courses in GIS, database management, basic project planning, development and management of projects and basic training in undertaking systematic baseline entomological and parasitological surveys were of the highest priority. Since it would be impractical to conduct more than 20 training courses per country, the prioritised courses have been lumped together into 9 major specialised training courses for which training has to be provided as per the demands of the countries and are shown in Table 5.

All the countries were unanimous in their requests that the training manuals to be produced should be bilingual and be geared for easy use by technicians and not scientists. They also recommended that at least 2 specialised workshops per year (one each in Anglophone and Francophone countries) should be held not only to review project progress, but to consider specialised topics for example, integration of T&T control within the framework of other national and regional development strategies for reducing poverty and enhancing food security and rural development. Linkages with other vector control programmes were also stressed and the need for more effective networking among all the PATTEC countries and flow of information to all stakeholders and donors was recommended as a priority.

It is expected that in addition to the above specialised training courses, IAEA will organise the training course on Mass Rearing of Tsetse and Sterile Insect Technology (SIT) including sterilisation and release and WHO will organise the course on Human African Trypanosomiasis Surveillance, Diagnostics and Treatment. As it is impossible to meet the entire capacity strengthening demands of all the PATTEC countries, the emphasis is on training of trainers (ToT's) who in turn will go back to their national systems and train other staff. For example, they will be responsible for training Animal Health Providers / Extension Staff / Veterinary Officers in T&T Management. Since, new training needs may arise from unforeseen developments while implementing the projects in the field, flexibility in the development of course curricula will be needed.

Goal and Objectives

In view of the responses received from the various countries, it is evident that the goal of the capacity building programme would be to enhance the scientific and technical capacities of mid-level personnel in tsetse and trypanosomiasis affected countries to enable them to plan, implement, monitor and evaluate the implementation of the PATTEC projects.

The main objectives would be to:

- (i) Train project managers in planning and executing the PATTEC programmes in different countries.
- (ii) Train a cadre of technical staff who will possess the technical know-how and confidence to implement all the PATTEC programme activities i.e. from baseline surveys to suppression of fly populations to sustainable control/eradication.

- (iii) Train and sensitise communities and extension workers in project areas in order to empower them on T & T control and management issues.
- (iv) Promote cooperation and networking among affected countries.
- (v) Produce training manuals and related information materials to be used at the continental scale.

Expected Outputs

- Identification of training needs, content, protocols and schedules.
- Technical capacity of sufficient numbers of mid-level technical staff per country in each of the prioritised courses created that will fully equip them to effectively implement the control/eradication programmes, including planning, conducting baseline surveys, integrated disease and vector suppression, effective monitoring and evaluation etc.
- A well-trained cadre of project managers capable of effectively managing T&T control programmes and other vector control programmes.
- Development and publication of training manuals in English and French specifically for use by technical staff.
- Effective intra-African cooperation and networking among tsetse infested countries through specialised workshops and linkages with other advanced research centres established.
- Development of the capacity of cadres of trainers who will be able to train others in the areas relevant to the implementation of PATTEC projects.

Implementation Arrangements

At the PATTEC Coordination Meetings that were held in Addis Ababa (2006) and Burkina Faso (2007) it was proposed that a Central Training Coordination Unit (TCU) under the PATTEC Coordination Office should be established to effectively plan and execute the training courses in the various countries. This unit would be responsible for the relevant course curricula and workshop content, selection of the resource persons and trainees, organising and running of the training courses and workshops and all logistical arrangements. In addition, the Training Coordination Unit will be responsible for production and publishing of the relevant training manuals, nurturing intra-Africa cooperation and networking and facilitating collaboration among all PATTEC countries through specialised symposia and workshops. The TCU would also be responsible for producing the Annual Progress and Implementation Reports and Financial Statements relating to the performance of the training activities as well as providing information about training programs to interested parties. It will also assist in identifying new training needs that may stem from unforeseen developments in the field. The training courses will generally be undertaken in two Research Centres, one in East and the other in West Africa where the necessary infrastructure and advanced laboratories already exist. It is proposed that technical courses like the Human African Trypanosomiasis Training Courses in surveillance, diagnosis and treatment of human sleeping sickness will be spearheaded by international organisations like the WHO and run in close collaboration with the TCU.

Acknowledgements: I wish to thank the PATTEC Coordinator Dr. John Kabayo for his assistance and input in this exercise. Assistance of the PATTEC project coordinators in Burkina Faso, Mali, Ghana, Uganda, Ethiopia and Kenya in filling the questionnaires, in collaboration with their respective national system partners is gratefully acknowledged. Special thanks go to Ms Caroline Muya for her assistance.

Table 1. Question 1 of questionnaire administered to various countries. (Each country was requested to prioritise the courses they would like to be undertaken (Rank 1 is highest priority and 22 the lowest), and also indicate number of trainees they would like to be trained and schedule of training.

Course Topics	Rank	No. of trainees	Schedule (Year?)
1. Entomological Techniques			
2. Tsetse biology and ecology			
3. Tsetse control / eradication			
4. Diagnostic techniques			
5. Surveying/Sampling Techniques			
6. Traps, targets and electric nets - making and Deployment			
7. Community Empowerment on T & T Management			
8. Animal health providers / extension staff Training Course on T&T Management			
9. GIS course			
10. Data recording and data base management			
11. Conducting Baseline Tsetse Surveys			
12. Conducting Socio economic baseline surveys			
13. Conducting Environmental/ Land Cover survey			
14. Socio economic analysis			
15. Environmental impact assessment			
16. Project Management			
17. Networking			
18. How to declare areas free of T& T			
19. Mass rearing of tsetse			
20. SIT course			
21. HAT-Surveillance, Diagnostics and Treatment			
22. Training of Veterinary Officers			

Table 2. Prioritised course topics by the six countries sampled

Course Topics	Countries Ranks							Mean
	Mal	B.Fas	Gh	Ug	Eth	Ken	Total	
GIS course	1	1	1	1	1	1	6	1
Project Management	2	1	1	2	2	3	11	1.8
Tsetse control / eradication	3	1	1	2	8	1	16	2.7
Data recording and data base management	4	1	1	2	1	1	10	1.7
Conducting Baseline Tsetse Surveys	5	1	1	3	15	1	26	4.3
Diagnostic techniques	6	3	1	4	14	2	30	5
Surveying/Sampling Techniques	7	1	1	2	7	3	21	3.5
HAT-Surveillance, Diagnostics and Treatment	8	1	1	6	20	5	41	6.8
SIT course	9	1	2	1	4	4	21	3.5
Networking	10	4	2	1	3	3	23	3.8
How to declare areas free of T&T	11	2	1	1	18	4	37	6.2
Tsetse biology and ecology	12	1	2	4	12	2	33	5.5
Entomological Techniques	13	1	1	3	13	1	32	5.3
Animal health providers / extension staff training course on								
T&T Management	14	2	1	5	10	3	35	5.8
Traps, targets and electric nets - making and deployment	15	1	3	2	6	3	30	5
Training of Veterinary Officers	16	2	1	6	19	6	50	8.3
Conducting Environmental/ Land Cover Survey	17	1	2	1	11	1	33	5.5
Environmental impact assessment	18	1	1	1	5	1	27	4.5
Conducting Socio economic baseline surveys	19	1	3	1	16	1	41	6.8
Community Empowerment on T & T Management	20	3	1	3	9	3	39	6.5
Socio economic analysis	20	1	1	1	17	1	41	6.8
Mass rearing of tsetse	20	1	1	1	1	4	28	4.7

(Rank 1 is the highest priority while 8 is the lowest priority) Countries sampled: Mal – Mali; B. Fas – Burkina Faso; Gh- Ghana; Ug- Uganda; Eth- Ethiopia and Ken - Kenya

Table 3. Number of trainees requested per country per course

Course Topics	No. of Trainees							Mean
	Mal	B. Fas	Gh	Ug	Eth	Ken	Total	
GIS course	4	15	5	8	15	15	62	10
Data recording and data base management	10	15	5	10	25	15	80	13
Project Management	6	5	10	15	10	11	57	10
Tsetse control / eradication	5	5	10	18	15	80	133	22
Surveying/Sampling Techniques	10	5	4	18	20	30	87	15
SIT course	6	4	4	15	25	20	74	12
Networking	10	5	3	15	10	9	52	9

Conducting Baseline Tsetse Surveys	10	4	4	16	10	14	58	10
Environmental impact assessment	6	2	2	3	10	0	23	4
Mass rearing of tsetse	20	15	4	10	30	5	84	14
Diagnostic techniques	20	2	4	10	20	30	86	14
Traps, targets and electric nets – making and deployment	10	6	4	10	15	30	75	13
Entomological Techniques	20	5	5	20	15	80	145	24
Tsetse biology and ecology	20	5	2	10	30	80	147	25
Conducting Environmental/ Land Cover Survey	6	2	3	4	10	0	25	4
Animal health providers / extension staff training of course on T&T Management	10	15	20	20	25	50	140	23
How to declare areas free of T&T	6	3	3	20	15	5	52	9
Community Empowerment on T & T Management	10	15	10	15	100	60	210	35
HAT-Surveillance, Diagnostics and Treatment	20	2	10	10	5	10	57	10
Conducting Socio economic baseline surveys	6	2	2	2	10	0	22	4
Socio economic analysis	6	2	2	2	10	0	22	4
Training of Veterinary Officers	6	5	10	15	25	9	70	12

Countries sampled: Mal – Mali; B. Fas – Burkina Faso; Gh- Ghana; Ug- Uganda; Eth- Ethiopia and Ken - Kenya

Table 4. Overall ranking of priority courses by the six countries sampled

Course Topics	Mean Rank
GIS course	1
Data recording and data base management	1.7
Project Management	1.8
Tsetse control / eradication	2.7
Surveying/Sampling Techniques	3.5
SIT course	3.5
Networking	3.8
Conducting Baseline Tsetse Surveys	4.3
Environmental impact assessment	4.5
Mass rearing of tsetse	4.7
Diagnostic techniques	5
Traps, targets and electric nets - making and deployment	5
Entomological Techniques	5.3
Tsetse biology and ecology	5.5
Conducting Environmental/ Land Cover Survey	5.5
Animal health providers / extension staff training course on T&T Management	5.8
How to declare areas free of T&T	6.2
Community Empowerment on T & T Management	6.5
HAT- Surveillance, Diagnostics and Treatment	6.8

Conducting Socio economic baseline surveys	6.8
Socio economic analysis	6.8
Training of Veterinary Officers	8.3

(Rank 1 is the highest priority while 8 is the lowest priority)

Table 5. Proposed training courses in order of priority by the six countries sampled

course	Identified Priority Topics	duration(wks)
1	GIS, Data Base Management and Networking	3
2	Project Planning, Development and Management including declaring areas free of tsetse.	3
3	Basic Tsetse Biology & Ecology and Baseline Entomological Survey	3
	Tsetse biology and ecology	
	Surveying/Sampling/Monitoring Techniques	
	Entomological Techniques	
	Tsetse control / eradication techniques, including area-wide principles, SIT and SAT etc.	
	Trypanosome diagnostic techniques	
	Declaring areas free of T & T	
4	Environmental/ Land Cover Baseline Survey and Land Use Impact Assessment	2
5	Socio Economic Baseline Surveys and Analysis including T&T eradication impact	2
6	Mass Rearing of Tsetse and Sterile Insect Technology (SIT) including sterilisation and release.	2
7	Community Empowerment on T & T Management	2
8	HAT – Surveillance, Diagnostics and Treatment	2
9	Animal Health Providers / Extension Staff / Veterinary Officers training course on T & T management	2

(DOCUMENT NON TRADUIT EN FRANÇAIS)

ANNEX I

The Foundation for Innovative New Diagnostics (FIND)

71 avenue Louis Casai, Geneva, CH-1216, Switzerland

Tel: +41 22 710 05 90; Fax: +41 22 710 05 99

web: www.finddiagnostics.org

Statement

Control of Human African trypanosomiasis (HAT) relies on diagnosis and treatment of infected individuals, and vector control. At present, none of the diagnostic tests in use for sleeping sickness has been produced commercially, and the available ones suffer from inadequate sensitivity and specificity. There is no screening test for *T.b. rhodesiense* sleeping sickness. Further, high-performance molecular tests that have been developed are impractical in endemic rural areas, due to lack of the required infrastructure. There is therefore a need to develop diagnostic tools that are accurate and applicable in endemic regions.

FIND is an independent Swiss Foundation dedicated to the development of diagnostic tests for poverty related infectious diseases of public health importance. We have used our TB programme as a model to develop a rigorous and systematic approach to the needs-driven development, evaluation and demonstration of diagnostic technologies. This is done in partnership with academic and research institutes, and with biotechnology companies in the private sector, in the framework of contractual agreements that ensure eventual access to affordable tools in the public sector of developing countries.

HAT diagnostics is a vertical programme within FIND, alongside other disease-specific diagnostic development projects. Matrix management allows the programme to benefit from FIND's expertise in product development, science, intellectual property management and business development, and to take advantage of its administrative and legal capacity. The HAT programme benefits from active scouting of technologies that takes place within FIND, and the development of technology platforms that can serve multiple diseases. Since its launch in early 2006, with a grant of 9.8 M USD from the Bill and Melinda Gates Foundation (B&MGF) the HAT programme, which is executed jointly with the World Health Organization (WHO), has established linkages with industry, academic and research institutes in developed and endemic countries, and undertaken projects that are allowing the development and advancement of proven diagnostic tests into kits. An overview of these projects will be presented at a joint FIND/WHO Symposium tomorrow afternoon, to which you are all invited.

FIND is currently screening a large number of antigens obtained from laboratories around the world, to be used to develop a sensitive serological test, which should be specific enough to guide treatment, without the need for a confirmatory test. For molecular diagnosis, a highly sensitive, specific, simple and potentially cheap molecular test, based on isothermal amplification of DNA, is expected to complete feasibility very soon.

When a case of sleeping sickness is diagnosed, it is essential to determine whether the patient is in late stage disease. This is particularly important as the drugs used to treat late stage patients are quite toxic. Presently, staging requires a lumbar puncture, followed

by analysis of the CSF by microscopy. This procedure is also carried out during follow-up to confirm cure after treatment. There are problems with this approach. First, the lumbar puncture is invasive, painful, and requires experienced clinical staff. Secondly, there is evidence that the cut-off criteria for determining a case as late stage have an intermediate area of uncertainty. Thirdly, treated patients have to be followed up for a period of 24 months to confirm cure. This is a long time and many people are lost to follow up. FIND has invested in development of more accurate methods for staging HAT and for follow-up. A number of projects have been initiated, which range from improvement of existing tests, marker validation, to discovery research.

With the concerted efforts in tsetse and trypanosomiasis control that are evident today, elimination of sleeping sickness is a distinct possibility, and we at FIND are proud to be associated with these efforts.

Dr. Giorgio Roscigno

Chief Executive Officer

The need for new diagnostic tests for HAT

Diagnosis of human African trypanosomiasis is usually performed in two steps: clinical suspicion or serological screening on one hand and confirmation plus stage determination on the other hand. These two steps are cumbersome, costly and need to be improved. Despite promising results from initial evaluations of other tests, the Card Agglutination Trypanosomiasis Test (CATT) is still the reference serological screening test for *Trypanosoma brucei gambiense*. There is no equivalent test for screening *T.b. rhodesiense* which relies on clinical symptoms and signs, indicators that are far from satisfactory.

Moreover, immunofluorescence and ELISA-based serological tests can be performed only in reference centers with highly trained technicians. Their sensitivity is variable. The characteristics of all the existing serological tests are considered as insufficient to ascertain diagnostic results and hence parasitological confirmation by microscope is required before treatment is started.

Parasitological diagnosis is made by microscopic examination of blood or lymph node aspirate. Parasitological diagnosis provides confirmation for trypanosome infection and thus allows a definite diagnosis but requires stage determination by an invasive lumbar puncture and the examination of cerebrospinal fluid. The performance of the different examinations vary according to the technique and parasite concentration but they are all time consuming and leave a lot of patients without diagnosis and therefore without specific treatment.

Screening and diagnostic procedures are mainly performed by national programmes with the punctual aid of specialized, non-governmental organizations or institutions. The expertise developed by the programmes, the interruption of social upheavals and civil strife – permitting access to endemic areas – and efforts to increase screening and treatment of patients have led to a dramatic decrease of incidence of sleeping sickness. Thanks to the technical and financial support of World Health Organization (WHO), these efforts can be maintained and the objective of eliminating sleeping sickness is now realistic but this elimination will be sustainable only if the new diagnostic and treatment tools are made available and properly used in peripheral health settings. On the other hand, the reduction of prevalence reduces at the same time the rank of priority and maintenance of cost-effective specialized teams will be more and more

difficult. The decrease of prevalence also alters the predictive value of screening, requiring tests with better characteristics.

In order to improve the performance of the programmes and the sustainability of HAT control, two types of new tests are therefore needed:

- a test for infection with either *T.b. gambiense* or *T.b. rhodesiense* that will be simple enough to use at point of care in remote locations and specific enough to direct treatment in screening programs among at-risk populations, and
- a simple staging test to determine whether the central nervous system is affected.

A memorandum of understanding between the (WHO), and the Foundation for Innovative New Diagnostics (FIND), a charitable foundation based in Switzerland, was signed on 24 March 2006. The goal of this initiative is to promote the development of simple and accurate diagnostic tests to improve patient care and disease control and to ensure that these tests are made widely available in sufficient quantities to meet demand in high-burden countries at affordable, or at least preferential, prices.

Finding Better Diagnostics for Human African Trypanosomiasis (HAT)

Tackling the diagnostic challenge

The Foundation for Innovative New Diagnostics is an independent Swiss Foundation dedicated to the development of diagnostic tests for poverty related infectious diseases of public health importance. FIND uses a rigorous and systematic approach to the needs-driven development, evaluation and demonstration of diagnostic technologies. This is done in partnership with academic and research institutes, and with biotechnology companies in the private sector, and is upheld by a framework of contractual agreements that ensure eventual access to affordable tools in the public sector of developing countries.

Better diagnostic tests would revolutionize HAT control, improving mass screening and making HAT diagnosis in peripheral health units located in remote and rural areas a realistic goal. Trypanosomiasis diagnostics is a vertical programme within FIND, alongside other disease-specific diagnostic development projects for tuberculosis and malaria. The programme, which is implemented jointly with the WHO/NTD working with national control programmes, is supporting projects that will soon lead to the development of user-friendly point-of-care diagnostic tests. Areas of emphasis include improvement in parasite separation from blood and cerebrospinal fluid (CSF), serological and molecular tests, and staging of the disease.

Development of serological tests for trypanosomiasis has been hindered by the ability of the parasite to keep changing its surface antigenic coat, allowing it to evade the host's defense mechanisms. To better address this health challenge, FIND's HAT diagnostics programme is seeking to develop a serological method that is simpler and based on either antibody or antigen detection that will be specific and sensitive enough to guide treatment.

Regarding molecular tools for diagnosis, FIND is working with Murdoch and Obihiro Universities to evaluate the potential for HAT diagnostics based on Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) technology, developed by Eiken Chemical Company Ltd (Japan).

To distinguish the two stages of HAT, and to confirm cure after treatment of late stage patients, a lumbar puncture is performed and the cerebrospinal fluid (CSF) examined for presence of parasites and number of white cells. FIND is investing heavily

in exploring the feasibility of developing new tests for staging of HAT with improved accuracy to guide treatment, and for follow-up to determine treatment success. Special attention is being given to speed, simplicity, cost, and reliability of the new tests, as well as reduced invasiveness.

Critical obstacles in the development of improved assays for HAT include access not only to quality diagnostic and clinical data, but also to carefully collected and stored reference materials. FIND and WHO/NTD have addressed these problems by establishing a HAT specimen bank, owned by the WHO. This has guaranteed more efficient use of limited resources, reduced the need for field trials, promoted product comparisons and facilitated quality control.

FIND and WHO's programme also aims to ensure that new diagnostic tests become widely available, particularly the public sector of developing countries.

Improving parasite detection in diagnosis of sleeping sickness

The method that is most widely used in the diagnosis of human African trypanosomiasis (HAT) is demonstration of parasites in body fluids by microscopy. The number of parasites in the blood and cerebrospinal fluid of patients infected with *Trypanosoma brucei rhodesiense* is usually high enough for them to be seen by direct examination of blood or CSF under a light microscope. However, *T.b. gambiense* exists in such low numbers that they have to be concentrated before viewing.

The most sensitive method for detection of trypanosomes in blood is the mini Anion Exchange Centrifugation Technique (mAECT). This method involves separating trypanosomes from venous blood by anion exchange chromatography and concentrating them at the bottom of a sealed glass tube by low speed centrifugation (3000rpm). After centrifugation, the tip of the glass tube is examined for the presence of motile trypanosomes under low magnification microscopy. The technique enables detection of parasites in samples containing less than 100 parasites/ml, improving sensitivity significantly. The mAECT, which still requires some improvements, has a number of limitations: it is expensive, time consuming, not easy to standardize, and cannot be used in most field situations where electricity is often lacking.

Although a number of attempts to produce mAECT kits in Africa have been made, they have always faced problems of sustainability. FIND has been working with other partners to a) improve the mAECT and ensure its availability to screening programmes, and b) explore the feasibility of developing a new test to replace mAECT.

a) Improvement and production of mAECT

FIND has been working with the Institute of Tropical Medicine (ITM) in Antwerp and a number of other companies to improve some of the components of mAECT, including the collector tube, gel column, holding racks and viewing chambers. A production unit at the Institut National de Recherche Biomédicale (INRB) in Kinshasa, DRC, has been upgraded and staff trained to produce and market the kit in disease-endemic countries. A quality control system has been established at the institute, while lot release quality control is carried out at the ITM. The kit is being made available to control programmes at costs that will ensure sustainable production. The target of these activities is an initial production of 30,000 kits by April 2008.

b) Development of a new test to replace mAECT

FIND is working with a number of partners to determine the feasibility of developing an alternative technique to disclose parasites, which will be more sensitive and simpler to perform than mAECT. One such method being explored with the Flemish Institute of Biotechnology at the University of Brussels, Belgium involves separating parasites in a magnetic field. In this approach, heavy-chain camel antibodies (nanobodies) that target the carbohydrate region of the variable surface glycoprotein (VSG) of trypanosomes are bound to magnetic beads. The nanobody-bound magnetic beads are mixed with a suspect's blood sample, and then recovered using a magnet, together with any parasites, which are observed under a microscope. A similar approach is being investigated in collaboration with the Darmstadt Technological University by using aptamers that target the protein moiety of the VSG. Separation of parasites using cellulose membrane filters is also being explored at the Trypanosomiasis Research Centre, Kenya Agricultural Research Institute. Other options that are being considered include separation in an electric field, density separation, using other gels, biosensors, fluorimetry and fluorescence microscopy.

Development of rapid diagnostic tests for sleeping sickness using serological methods

Antibody detection is one of the cornerstones in control of *T.b. gambiense* for human African trypanosomiasis (HAT). In order for persons that carry specific antibodies in their blood to be confirmed as HAT cases, they must undergo further testing by parasite detection techniques. A direct agglutination test on cards (CATT) is the only widely used antibody screening test for HAT. Furthermore, no rapid antibody detection test has yet been developed for *T.b. rhodesiense*. A direct test for parasite antigens in blood would offer better specificity for active infection. Despite some promising attempts, antigen detection has not yet been successfully applied in diagnosis of HAT. The Foundation for Innovative New Diagnostics, together with the World Health Organization, hopes to improve serological diagnosis of HAT through both antibody and antigen detection.

For the development of an antibody detection test, a broad spectrum of putative antigens have been received from the following partners: University of Cambridge; Université de Bordeaux; International Livestock Research Institute; University of Glasgow; Institute of Tropical Medicine in Antwerp; University of Leicester; University of California, University of Wisconsin; University of Texas; Institute of Cellular Pathology in Belgium; and University of Geneva.

The antigen collection is now being screened by an independent company (Microcoat) for sensitivity and specificity against a panel of well-defined sera from HAT patients and non-HAT controls. Attention is paid to applicability of selected antigens in both *gambiense* and *rhodesiense* HAT. Selected antigens will eventually be incorporated in a point-of-care test format.

FIND is also working with the Seattle Biomedical Research Institute (SBRI) to apply single chain variable fragments (scFv) antibody engineering technology in the development of optimized antibody probes for trypanosome proteins in blood. Using a technology called yeast display, high-affinity probes for a number of *T. brucei* proteins will be generated, and those which are best suited for diagnostic detection in human samples will be identified. The sensitivity and stability of the probes for the chosen proteins will be further enhanced by antibody engineering methods. The outcome will be

a set of antibody probes with characteristics of sensitivity, stability, and manufacturability that are superior to probes generated by traditional methods.

Concurrently, FIND is working with the Vlaams Instituut voor Biotechnologie at the University of Brussels, Belgium, and the Department of Genetics at Darmstadt University of Technology in Germany to determine the feasibility of using camel heavy-chain antibodies and RNA aptamers in the development of a point-of-care antigen detection test.

Moving molecular diagnostics from the lab to the treatment centre

Experts today agree that parasitology tests used for diagnosing human African trypanosomiasis (HAT), or sleeping sickness, not only have low sensitivity but that current serologic tests are not specific enough to confirm diagnosis. Possible solutions to address these challenges include the detection of trypanosomal DNA from a patient's blood, urine or saliva. Such a resourceful method would also be a significant improvement on parasitological examination.

For these reasons, loop-mediated isothermal amplification (LAMP) of DNA represents a promising new molecular technique that shows both high sensitivity and specificity. Since targeted DNA is amplified under isothermal conditions, the test can be carried out with minimal equipment. LAMP permits visual identification of positive samples either through the formation of a white precipitate or through a color reaction. LAMP can also be used for the simultaneous analysis of large numbers of samples, and can be performed by staff with only minimal experience in molecular biology. This test may also be useful for confirming cure in treatment follow-up. During the past year, FIND has been working with Murdoch and Obihiro Universities to develop and evaluate HAT diagnostic tests based on LAMP technology (*see Abstracts that follow*). Sets of primers have been designed that are specific to the subgenus *Trypanozoon*, *T.b. rhodesiense* and *T.b. gambiense*, and tests are being optimized, using DNA from various members of the sub-genus *Trypanozoon*, with great success. The most sensitive and specific primer sets are being validated using samples from HAT patients.

The tests have been reproduced successfully in laboratories in endemic countries including Tanzania, Uganda and Kenya (*see poster session*). This work is giving sufficiently promising results to support adaptation of the LAMP technique for diagnosis of sleeping sickness and has greatly increased the prospect for the development of a commercial test in 2008. Towards development of an easy-to-use molecular diagnostic method for HAT

~ Loop-mediated isothermal amplification of DNA ~

Noboru Inoue and Oriel M. M. Thekiso

National Research Center for Protozoan Diseases, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan

The low levels of parasitemia usually hamper parasitological diagnosis of trypanosomes in humans or animals. Although antibody detection tests are useful for screening purposes, they do not distinguish between past and present infections, and the current reliability of antigen detection tests is limited. Polymerase Chain Reaction (PCR) has developed as one of the most specific and sensitive molecular methods for diagnosis of infectious diseases and has been widely applied for detection of pathogenic microorganisms. However, in spite of the excellent specificity and sensitivity, these molecular biology techniques are not commonly used in the diagnosis of trypanosomosis

in countries lacking resources where the disease is endemic. This is due to a shortage of skilled personnel and expensive automated thermal cyclers for PCR that are not easily available in these countries. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) is a new DNA amplification method that is performed under isothermal conditions. This unique characteristic of LAMP allows us to use a simple and inexpensive heating device for incubating LAMP reaction mixture. In addition, LAMP is a rapid and simple technique since it can be carried out within 30 minutes. Therefore, LAMP has great potential of being used for diagnosis of trypanosomosis in the laboratory and the field, especially in countries that lack sufficient resources needed for application of molecular diagnostic techniques. In collaboration with FIND, we have developed LAMP for the specific detection of Trypanozoon, *Trypanosoma brucei gambiense*, and *T. b. rhodesiense*. These LAMP primer sets are highly sensitive, and are capable of detecting as little as 100 fg to 1 pg of trypanosomal DNA, which is equivalent to 1 to 10 trypanosomes. Although our LAMP system should be further improved and standardized for field application, we will discuss the possibility and rationale of using LAMP as a field molecular diagnostic technique.

(DOCUMENT NON TRADUIT EN FRANCAIS)

**AFRICAN TRYPANOSOMIASIS: DETECTION USING LOOP-MEDIATED
ISOTHERMAL AMPLIFICATION (LAMP) OF DNA**

Z.K. Njiru^{ab*}, A.S.J. Mikosza^e, E. Matovu^d, J.C.K. Enyaru^c, J.O. Ouma^b,
S. Kibona^e, T. Armstrong^f, R.C. Thompson^f, J.M. Ndung'u^g

^a School of Nursing - Peel Campus, Murdoch University, Carleton Place, 15-17
Mandurah, WA, 6150,

Australia

^b Trypanosomiasis Research Centre (TRC), Kenya Agricultural Research Institute, P.O
Box 362,

Kikuyu, 00902, Kenya

^c Department of Biochemistry, Faculty of Science, Makerere University, P.O. Box 7062,
Kampala,

Uganda

^d Faculty of Veterinary Medicine, Makerere University, P.O. Box 7062 Kampala,
Uganda

^e National Institute for Medical Research, P.O Box 482 Tabora, Tanzania

^f School of Veterinary and Biomedical Sciences, Murdoch University, South Street,
Murdoch, WA,

6150, Australia

^g Foundation for Innovative New Diagnostics (FIND). P.O Box 93, 1216, Cointrin,
Switzerland

Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) of DNA is a novel technique that amplifies target DNA under isothermal conditions. In the present study, LAMP tests to detect sub genus *Trypanozoon*, *Trypanosoma brucei rhodesiense* and *Trypanosoma brucei gambiense* were designed from the repetitive insertion mobile element (RIME LAMP), serum resistance associated gene (SRA LAMP) and the *T.b. gambiense*-specific glycoprotein (TgsGP LAMP) respectively. The assays were performed at 62-63°C for 1 hour in a Rotor Gene 3000 and/or water bath using six primers that recognised eight targets. The template used was 1µl of pure trypanosome DNA [100 pg] and 2µl of supernatant from heat-treated blood samples. The assays were specific and showed lower detection limits than conventional PCR targeting the same genes. The resulting amplicons were detected in real time by fluorescence of SYTO-9 dye, visual observation after addition of SYBR Green I, and after gel electrophoresis. The expected LAMP product was confirmed by specific restriction enzyme digestion, melt curves and sequence analyses. The tests were reproduced in endemic country laboratories, and could be applied on different body fluids. Our studies show that SYTO-9 dye and real time monitoring are amiable to LAMP studies. Further, these RIME, SRA and TgsGP LAMP tests are simple to perform, efficient and specific, and therefore have great potential for the diagnosis of human African trypanosomiasis in endemic regions.

Development of tools for disease staging and follow-up in HAT

Staging and follow-up of human African trypanosomiasis (HAT) patients are important to guide treatment and to determine treatment success. They require lumbar

puncture and examination of the cerebrospinal fluid (CSF) for presence of parasites and number of white blood cells. The procedure is invasive, and the examinations currently performed have shortcomings.

The Foundation for Innovative New Diagnostics is investing in the development of more accurate methods for staging of HAT and for follow-up after treatment. A number of projects have been initiated, ranging from discovery research and marker validation to improvement of existing tests.

Through discovery research, differentially expressed proteins characteristic for brain involvement in HAT will be detected, followed by their identification. FIND is collaborating with the University of Geneva, which will perform protein profiling using two-dimensional gel electrophoresis, TMT isobaric labeling and different types of mass spectrometry. This research should lead to identification of previously undescribed markers. The identity of the potential new biomarkers will be confirmed through immuno-detection, and their differential expression will be examined in ELISA.

Once new markers have been identified through discovery research, preliminary testing or literature research, their diagnostic performance will be checked on larger sample groups. This will be performed in collaboration with, among others, the Universities of Geneva and Aberdeen. Potential biomarkers, some of which are already under evaluation, include components generated through the cellular host immune response to brain involvement such as different cytokines and chemokines including IL-1ra, IL9, G-CSF, IP-10, MIP-1beta and VEGF. Proteins indicating brain destruction or immune activation, including GSTP1, H-FABP, glial fibrillary acidic protein, neuron specific enolase and neurofilament are also being studied. Detection of some of these proteins in CSF and plasma may lead to development of less invasive staging tests. Finally, efforts are being made to improve techniques for measurement of well-characterized markers or to adapt existing techniques in order to increase user friendliness and/or diagnostic performance. Alternatives for quantification of the number of white blood cells in CSF are being explored. An existing test for IgM quantification in cerebrospinal fluid, LATEX/IgM, is being transformed into a single format test with improved stability through a collaboration with the Tropical Institutes of Antwerp and Amsterdam.

In the near future, new projects with emphasis on development of better diagnostic criteria and more effective use of existing criteria, development of point-of-care tests and detection of novel markers in less invasively collected samples will be established.

Providing an open-access, well-characterised specimen bank

Some critical obstacles in the development of improved assays for human African trypanosomiasis, or sleeping sickness, include access not only to quality diagnostic and clinical data, but also to carefully collected and stored reference materials. Sustained field programs that have the capacity and facilities for long-term follow-up constitute another important challenge. Although a number of small, independent specimen collections from HAT patients already exist, most of them cannot be used for diagnostics research and development. In most of the cases, specimens have been collected under inadequate or uncertain ethical conditions, taken from poorly characterized subjects, or stored in unstable conditions.

The World Health Organization's Department of Neglected Tropical Diseases (NTD), together with FIND, is establishing a Specimen Bank to provide reference clinical materials to facilitate the development and evaluation of these new tests. Specimens comprising of serum, plasma, buffy coat, saliva, urine and CSF (deposit plus sediment) will be collected from various sites in endemic countries taking into account geographical variability and differences in patient subgroups. Sites are chosen with the control programmes and linkages are also being established with ongoing clinical trials. Collection will follow internationally acceptable guidelines regarding the collection, transport, storage and use of clinical specimens, including control of confidential information such as patient data.

The project plans to enroll around:

- 840 cases, defined as persons with evidence of the parasite in their blood, lymphatic system or cerebrospinal fluid (CSF).
- 840 to 1,000 controls defined as persons with neither evidence nor suspicion of HAT
- 100 to 250 suspect cases defined as persons with a serological suspicion of HAT due to *T.b.g* and with no evidence of the parasite.

Participants can be enrolled only after giving informed consent to provide biological specimens. The project has been submitted and accepted by the WHO ethical review committee. Submission to national and institutional ethical review committees is currently in process.

Once collected in the field, specimens will be sent to the WHO Specimen Bank. Continuous application of cold chain is mandatory during the entire process. The specimens must be kept under minus 70°C.

The Bank will organize efficient storage. According to researchers requests, an exit committee led by WHO will determine the number and the types of specimen which will be sorted by the Bank. Exit orders will be given by WHO to the bank which will organize the shipments.

(DOCUMENT (FR) COMPLET EDITE)

ANNEX II

REPORT OF CHAIRMAN OF PAAT

As Chairman of the Programme Against African Trypanosomiasis (PAAT), I am delighted to be part of the 29th ISCTRC meeting. As a member of the larger family of T & T, PAAT continues to invest time and capital – both human and material resources – in the efforts to eliminate T & T in the 37 countries of Africa where T & T continues to be a major constraint to the improvement in rural livelihoods, cash economy, food sufficiency and welfare of humans and their livestock. The main focus of PAAT is to reduce rural poverty and hunger, improve livelihoods, ensure food security and sustainable agriculture and rural development.

Only last week, the PAAT Advisory Group Coordinators (PAG) had a very successful meeting here in Luanda. Please permit me to mention a few of the accomplishments:

- a) Support in the provision of guidelines (FAO/IAEA) to assess the feasibility of creating T & T free zones to the six countries implementing the AfDB-funded PATTEC projects in West and East Africa;
- b) Assistance to African Partners through organization of interactive training workshops on “Harmonization of GIS-based decision support system in T & T intervention”
- c) Provision of decision tools for linking sustainable human and animal African Trypanosomiasis control with rural development;
- d) Assistance to the six countries implementing the AfDB-funded PATTEC projects in West and East Africa to define set of baseline data to be collected;
- e) Refinement of the process of land cover mapping (high resolution maps);
- f) Publication by FAO, a book dealing with cost/benefits of tsetse and trypanosomiasis intervention in West Africa, and
- g) The production of a brochure which highlights the role and contribution of PAAT to support the eight MDG objectives.

Ladies and Gentlemen, it is perhaps pertinent to mention that as in the past, PAAT arranges its PAG meeting to hold just before the ISCTRC meeting. In doing so, PAAT is able to achieve the twin purpose of contributing to the ISCTRC through partial or complete sponsorship of PAG member to attend the meeting and contribute to its proceedings as well as promote beneficial interactions between PAAT members and field and research workers. PAAT is delighted to be able recall that in 1963, this city of Luanda was the venue of the first specialized conference on T & T organized by the then OAU/STRC, and now the 29th ISCTRC meeting. The presence of PAAT at this meeting should be seen as a reflection of its commitment to assist the people of Angola and member States of AU to overcome the scourge of T & T, thus promoting poverty reduction, enhance food security and ensure healthy livelihoods for our people.

Thank you for your attention.

Professor A. A. Ilemobad.

RAPPORT DU PRESIDENT DU PAAT

En ma qualité de Président du Programme de lutte contre la Trypanosomiase Animale Africaine (PAAT), je suis heureux de faire partie de la 29^{ème} réunion du CSIRLT. En tant que membre de la famille plus élargie des T & T, le PAAT continue à investir son temps et son capital – tant en ressources humaines que matérielles – dans les efforts déployés pour éliminer la mouche tsétsé et la trypanosomiase (T&T) dans les 37 pays africains où elles continuent d’entraver l’amélioration des sources de revenus en zone rurale, la suffisance alimentaire et le bien-être de l’homme et du bétail. Le principal objectif du PAAT est la réduction de la pauvreté et de la faim dans les zones rurales, l’amélioration des sources de revenus, la sécurité alimentaire et l’agriculture durable et le développement rural.

Pas plus tard que la semaine dernière, les coordinateurs consultatifs du PAAT (PAG) ont organisé une réunion très réussie ici à Luanda. Permettez-moi de vous faire part de quelques-uns des résultats de cette réunion:

- a) Soutien à la mise à disposition de directives (FAO/AIEA) en vue de l’évaluation de la faisabilité de la création de zones indemnes de T & T dans les six pays qui mettent en œuvre les projets PATTEC financés par la BAD en Afrique de l’Est et de l’Ouest;
- b) Assistance aux Partenaires africains à travers l’organisation d’ateliers interactifs de formation sur “L’harmonisation des systèmes d’appui aux décisions basés sur le SIG dans la lutte contre les T&T;
- c) Assurer les outils de prise de décision qui permettent d’établir un lien entre la lutte durable contre la Trypanosomiase humaine et animale africaine et le développement rural;
- d) Assistance aux six pays africains qui mettent en œuvre les projets PATTEC financés par la BAD en Afrique de l’Est et de l’Ouest pour définir les données de référence à collecter;
- e) Mise au point du processus de cartographie du terrain (carte à haute résolution);
- f) Publication, par la FAO, d’un livre sur le rapport coût/avantages des interventions de lutte contre les mouches tsétsé et la trypanosomiase en Afrique de l’Ouest;

- g) La production d'un dépliant qui souligne le rôle et la contribution du PAAT à l'appui aux huit Objectifs du Millénaire pour le Développement.

Mesdames et Messieurs, il convient peut-être de mentionner que, comme par le passé, le PAAT prend des dispositions pour tenir la réunion des PAG juste avant la réunion du CSIRLT. Le PAAT peut ainsi atteindre le double objectif d'apporter une contribution au CSIRLT par le parrainage partiel ou total des membres du PAG en leur permettant de participer à la réunion et de contribuer à ses travaux, grâce à une interaction utile entre les membres du PAAT, les chercheurs et les agents de terrain. Le PAAT est heureux de rappeler qu'en 1963, la première conférence spécialisée sur la lutte contre les T&T s'est tenue dans cette ville de Luanda, sous l'égide de l'ancienne OUA/CSTR, ce qui est le cas pour la présente 29^{ème} Réunion du CSIRLT. La présence du PAAT à cette réunion est une preuve de son engagement à aider le peuple d'Angola et les Etats membres de l'UA à venir à bout du fléau de T & T et ce; par la promotion de la réduction de la pauvreté, le renforcement de la sécurité alimentaire et l'amélioration des moyens de subsistance de nos populations.

Merci de votre aimable attention.

Prof. A. A. Ilemobad

(DOCUMENT (FR) EDITE)

ANNEXE III

MOTION DE REMERCIEMENT

Au nom des délégués et des participants à la 29^{ème} Conférence du CSIRLT, j'ai le plaisir de lire la motion de remerciement suivante:

La 29^{ème} Conférence du CSIRLT s'est tenue du 1^{er} au 5 octobre 2007 au Palais des Congrès de Luanda en Angola.

Pendant les cinq jours de délibérations, la Conférence a atteint ses objectifs en faisant l'état des lieux de la situation actuelle de la lutte contre les T&T en Afrique, en échangeant les conclusions des recherches scientifiques et en discutant des perspectives et des stratégies d'éradication des T&T.

La Conférence s'est tenue dans une atmosphère très amicale qui a permis aux délégués de discuter de tous les points inscrits à l'ordre du jour.

Les délégués se sont félicités de la chaleureuse hospitalité qui leur a été réservée par le gouvernement et le peuple d'Angola

Au nom de tous les participants, je voudrais féliciter le Comité National d'Organisation et tous les amis angolais pour le succès de cette 29^{ème} Conférence.

Qu'il me soit aussi permis de féliciter tous les participants et en particulier l'équipe du Secrétariat du CSIRLT pour les efforts déployés en vue de la réussite de la 29^{ème} Conférence du CSIRLT.

Je voudrais, enfin, demander à Votre Excellence, notre Invité d'honneur, de transmettre nos remerciements à S.E. M. le Président Eduardo D. Santos, au Gouvernement et au peuple de la République d'Angola pour avoir accueilli la présente Conférence.

Nous vous remercions.

ANNEX IV

LIST OF PARTICIPANTS LISTE DES PARTICIPANTS

ANGOLA

H.E. Dr. José Vieira Dias Van-Dúne
Vice-Minister for Health
Rua 17 de Setembro
P.O. Box 1201
Luanda, Angola
Tel.: +244 222 372690
Fax: +244 222 338249

Prof. Josenando Théophile
Director Geral do ICCT
Rua Cmte. Kwenha 168/170
Ingombota
Luanda, Angola
P.O. Box 2657
Tel: +244 222 399610/11
Cell: +244 923 404577
Email: josenandot@yahoo.com

Dr. Kiasekoka Miguel
Advisor, Office of the Vice-Minister
for Health
Rua Comandante Kwenha No 168
Ingombota, Luanda
P.O. Box 1615
Luanda, Angola
Tel.: + 244 222 37 11 36
Email: miguelkiasekoka@yahoo.com

Valdemar Francisco Guimarães
Vice-Presidente
Associação de Apoio a População
Carente
Luanda, Angola
Tel: +244 912 799707 or 912032687
+244 222 3868357

Paulo Gomes
Secretário para as Relações Exteriores
Associação de Apoio a População
Carente
Luanda, Angola

Adelaide de Carvalho
Directora da Direcção Nacional de
Saúde
Pública/MINSA
Rua Congresso 1º Congresso do MPLA
No. 67
Cell: +244 912 213724
E-mail : fafernandes@snet.co.ao

Dr. António Castelo Branco
Casa Civil da Presidência da República
Cidade Alta
Luanda, Angola
Tel.: +244 222 370118
Fax : +244 222 370180
E-mail: acbrancobz@hotmail.com

Ir. Agustina Ortiz Martinez
Direcção da Caritas de Luanda
Luanda, Angola
E-mail: caritasdeluanda@netangola.com

Lopes Martins Augusto
CRIV/ICCT
Tel: 923485064
Luanda
Angola

Dr. Filipe Vissesse
Director General Veterinary Services
MINADER
Luanda Av. Cmte.Gika Nº. 55/56
Tel.: +244 222 324067
Fax : + 244 222 324067
Email: dnap@ebonet.net

Jorge Emanuel Dupret
Assessor V.M. Saude
NINSA
Tel.: 912 50 37 98
Email: jorge.dupret@notcabo.co.ao

Dr. Lubanzu Vita Vemba
Provincial Director of Health of
Luanda's
Province
Luanda
Angola
Tel.: 912 622249
Email: vitavemba@yahoo.cs

Prof. José E.C. Nelumba
Conselho Nacional de Especialização
Ministério da Saúde
Luanda
Angola
Fax: 923 50 21 95
Email: jnelumba@hotmail.com

Benedito Henrique Ricardo
Marketing Manager
LABORIEX
Rua, Cdte Nzaji N°. 86
Luanda, Angola
Tel.: +244 925 829813

Dr. Caetano Baião
Director Geral
Fundanga Foundation
Av. I. Congresso do MPLA N°. 34
Luanda, Angola
Tel.: +244 222 643762 / 334884
Fax: +244222 47 02 99

Lukoki Nsumbu
Médico
Hospital do Kilamaba Kiaxi
MINSA
Luanda, Angola
Tel.: +244912 843718

Mr. Davin Kungatikila Vidél
Enfermeiro
ICCT/BENGO
Cacuaco – Bairro Comandante Bula
Luanda, Angola
Tel.: +244-923 70 95 27

Panzo António
Enfermeiro Chefe de Secção Clínica
(CRIIV)
MINSA ICCT
Luanda
Angola
Tel.: +244 923 60 60 02
+244 222 399610

Silva Virgílio
Médico Veterinário Área Tsetse
E Tripanossomíase Animal
MINADER
Tel.: +244 912 20 99 75 / 925315137
Fax: +244 222 32 40 67
Email: virgisilva@yahoo.com.br
Or dnap@eboscet.net

Dr. Jordão Kussonga
Chefe do Departamento de Pecuária
MINADER
C.P. 798
Luanda, Angola
Fax: +244 923 512704
Email: kussongajorde@hotmail.com

Ana Manuel Simão Gomes Lowa
(Médica) Bióloga
Avenida Cmte Valódia
Luanda, Angola
Tel.: +244 927 121 863

Lando Kutsi
Enfermeira
ICCT
Cacuaco
CRIV
Luanda, Angola
Tel.: +244 923 32 19 85

Maria da Glória Pereira Gomes
Médica – Chefe de Departamento
CDI-MINSA
Luanda, Angola

Dr. Ditutala Lucas Simão
Director Geral do IIV
Rua Amilcar Cabral No. 45
Luanda, Angola
Telfax : +244 222 372873

Manuel Mambata
Técnico de Laboratório
CDT/Ingombota
Rua Comandante Kwenha 168/170
Luanda, Angola
Tel.: +244 923 57 00 19
Email: mambatancllo@yahoo.com

Kinanga Kiacu
Médico
Coordenador da Programa
Tripanossomiose das FAA
Direcção de Saúde das FAA
Luanda, Angola
Tel.: +244 912 915287
E-mail: kiacaking@yahoo.com.br

Dr. Gedeão Vatunga Makangu Ludovico
Directeur Général Adjoint
Instituto de Combate e Controlo das
Tripanossomioses (ICCT)
Rua Cmdte. Kwenha 168, Ingambota
Luanda, Angola
Tel.: +244 923 517498
E-mail: vatunga9@hotmail.com

Mafuta Daniel Júnior
Chef de Département d'Opérations
ICCT
Rua Comandante Kwenha 168,
Ingombota
P.O. Box 2657
Luanda, Angola
Tel.: +244 923 600778
+244 222 399611
E-mail: mafutadjr@yahoo.fr

Dr. Carlos Alberto António
Head of Communication
Ministry of Health

Rua 17 Setembro No. 01
Luanda, Angola
Fax: +244 222 338249
Tel.: +244 222 372690
E-mail: kakaalberto@mexus.ao

Capitão Cabonde
Chefe do Dep. I.S. Veterinária de Bengo
Direcção Provincial de Agricultura do
Bengo, Angola
Tel. +244 923 303255

Isabel Josenando
Chefe do Gabinete de Apoio do DG
ICCT
Rua Cmte Kwenha, 168, Ingombota
Luanda, Angola
Tel.: +244 222 399610/11
Cell: +244 923 648953
E-mail: isajosenando@yahoo.com.br

Lauriano P. Bravo
Chefe da Secção Adm. Recursos
Humanos do ICCT
Luanda, Angola
Tel.: +244-923401878
kotabravo@hotmail.com

Maria Isabel Lopes Fernandes B. Coje
Chefe do Departamento de
Administração e Serviços Gerais do
ICCT
Rua Comandante Kwenha Nº. 168
Tel.: +244-926022170
isabendiel@hotmail.com

Israel Jorge
Coordenador de Projectos da Caritas
Avenida Hoji-ya-Henda
LUANDA, Angola
Tel.: +244 222 264871
E-mail: caritaslluanda@netangola.com

Dr. Ducelina Serrano
Directora do Instituto Nacional de Luta
Contra a SIDA/MINSA

Rua do I Congresso do MPLA N°. 63
Tel.: +244-923432820
E-mail: ducelinaserrano@yahoo.com

Maria José Alfredo
Directora do Gabinete do
Vice-Ministro da Saúde
LUANDA, Angola
Rua 17 de Setembro
Fax: +244-222338249
Tel.: +244-222372690

Moisés Francisco
Instituto Nacional de Saúde Pública
LUANDA, Angola
Tel.: +244-222393247
E-mail: moisesfrancisco@hotmail.com

Elisa Pedro Gaspar
Médica Pediatra
MINSA
Rua Revolução de Outubro
Complexo da Samba N°. 6 B
LUANDA, Angola
Fax: +244923328057
Tel.: 244-923329208
E-mail: elizagaspar3@hotmail.com

Dr. Maria Paulina Posada Vergara
Infectious Diseases Specialist
Instituto Nacional de Luta Contra a Sida
LUANDA, Angola
Tel.: +244-923586563
E-mail: mppvergara@yahoo.com

Dr. Pedro Francisco Rodrigues Jimy
Director Clínico do
Instituto Português de Medicina
Preventiva
LUANDA, Angola
Tel.: +244-923609945
rodriguespf@yahoo.com.br

Dr. Zacarias Tusevo
Chefe do Departamento de Patologia do
Instituto de Investigação Veterinária

Rua Amílcar Cabral nº 45
LUANDA, Angola
E-mail: zacariastusevo@yahoo.fr

Dr. António Milumampova Nona Joni
Secretário Geral
ADAS-ONG
26, Rua Matizada, Precol Rangel
LUANDA, Angola
Tel: +244-917898259
E-mail: adasmiluma@yahoo.fr

Dr. Amadeu Dala
Médico, Directo do
CRIV/ICCT
Luanda, Angola
Tel.: +244 926 05 28 21

Dr. Paulo Abel
Médico
Coordenador de Projecto
ANGOTRIP/Caritas de Angola
Baino Procha Pints
Morro da Luz/Luanda
Tel.: +244-923501289
E-mail: angotrip@netangola.com

Pedro A. Filipe
Vice President Fundanga Desiderio
Costa
Ministério dos Petróleos
Avenida 4 fevereiro
LUANDA, Angola
Tel.: +244-222337440
Fax: +244-222337440

Ir. Agustina Ortiz Martinez
Direcção Caritas de Luanda
Avenidatt Ode-yahenda
Tel.: +244-222264871
E-mail: cartardeluanda@netangola.com

Mr. Daniel António
Director, Gabinete do Plano
Ministerio da SAVAC
Tel.: 244912508836

E-mail: danielpharma@hotmail.com

Lutina António
Director da Associação
Associação para o Desenvolvimento
Comunitário
LUANDA, Angola
Tel. +244-912657420

Dr. Judith Cacilda Luís
Rua Comandante Kwenha No. 8
Kinaxixi
LUANDA, Angola
Tel.: 244-926455539
E-mail: judith.luis@IG.br

Silva Fernando
Administrador
ADAS – ONG
Luanda
Angola

Sebastião Luzayadio
Presidente
Associação para o Desenvolvimento
Comunitário
Bairro Golf Estoril
Rua da Paz
LUANDA, Angola
Tel.: +244-925927386
Fax: +244-925927386

João-Meza
Tecn. Diagnostico Eterapeutica Esp.
Principal
Chefe Deserção Provincial
Das Equipa Moveis E Centros Fixo
ICCT/Bengo
Caxito, Angola
Tel. +244-9234463564/917724079

Dr. Paulo Joaquim Adelino Afonso
Veterinary Doctor
Veterinary Services
Rua Rainha Ginga No. 75, 3º
andar

LUANDA, Angola
E-mail: pajafonso2002@yahoo.com

Dr. João Lando António
Médico, Director Clínico
Do CRIV – ICCT
Luanda
Angola

Félix Maquiadi Donzoau
Chefe de Divisão de Estudor e
Projector
ICCT
Luanda
Angola
Tel.: + 244 924 95 16 25

Dr. Morgado Ngudivita Paulo
Director Geral Adjunto para Área
Administrativa
ICCT
Rua Comandante Kwenha No. 168,
Ingombota
LUANDA, Angola
Tel.: +244-923444135
E-mail: atamor@yahoo.com

José Tito Bage
ICCT - UIGE
Chefe de Depat.
Rua Comandante Kwenha No. 168
CX. Postal 2657
LUANDA, Angola
Tel.: +244-926119709

Dr. Rosa da Fonseca Vieira Bessa de
Campos
Médica
Directora Geral Maternidade Ngangula
Bairro Azul,
Tel.: +244-922-202790/923254599
LUANDA, Angola
bessasosa@yahoo.com.br

João António Manuel da Silva
Chefe do Departamento Provincial

ICCT/Malange
Rua Cmte. Dangereaux
Tel.: +244-923738774

Eng. José Soares Ramos
Chefe da Divisão de Glossinologia
ICCT
LUANDA, Angola
Tel.: +244-923619602
santilanamarlos@yahoo.com.br

Eduardo Kapela Singa Naputo
Chefe da Secção
ICCT
Rua Comandante, Kwenha No 68
Ingombota
LUANDA, Angola
Tel.: +244-912152383

Dr. António Moio
Chefe de Departamento
ICCT
Caxito Bengo, Angola
Tel.: +244923791252
Email: dr.antoniomoio@gmail.com

Dr. Francisco António Manuel
Chefe de Departamento ICCT
Kwanza Norte, Angola
Tel.: +244-923315722/912610415

João Gongá
Departamento ICCT/Kwanza Sul
Angola
Tel.: +244-912793548

Afonso Bernardo Monteiro
Chefe das Equipas Moveis
ICCT/Uíge
Uíge, Angola
Tel.: +244-924106067

Jorge Figueira
Chefe da Secção de Laboratório
ICCT
LUANDA, Angola

Cell: +244-923886773

Sr Simão Xavier Simão
Chefe de Secção CDT/ICCT/Ambaca
Kwanza Norte, Angola
Tel.: +244-913510853

João Bernardo
Chefe da Secção de LAV/ICCT/Zaire
LUANDA, Angola
Tel.: 244-923892855

Francisco Mayala
Chefe do Departamento Provincial
ICCT/Zaire
Tel.: +244-92372 6639

Sr. Paulino Joaquim Araujo Pereira
Chefe Adj. Departamento Provincial
Do Bengo ECDT/Caxito
Luanda, Angola
Tel.: +244-923 43 57 24

AUSTRALIA

Dr Zablon K. NJIRU
Division of Health Sciences,
Murdoch University
15-17 Carleton Place, MANDURAH
WA 6210 Australia
Tel: +61 8 9582 5508
Fax: +61 8 9582 5515
Email: Z.njiru@murdoch.edu.au
zknjiru@hotmail.com

BELGIUM

Dr. Stanny Geerts
Institute of Tropical Medicine
Nationalestraat 155
2000 Antwerpen, Belgium
Tel: +32 3 247 63 71
Fax: +32 3 247 63 73
Email: SGeerts@itg.be

Dr. Vincent F.P. DELESPAUX
Chargé de recherche
Institut de Médecine Tropicale
155 nationalestraat
2000 Antwerpen
Belgique
Tel: +32 3 2476390
Fax: +32 3 2476268
E-mail: vdelespaux@itg.be

Dr. Simon Van Nieuwenhove
Streeklaan 32
3060 Bertem
Belgium
Tel/Fax: +32 16480164
Mobile: +32 495708807
Email: simon.van.nieuwenhove@skynet.be; svn30s@yahoo.com

BOTSWANA

Mr. Sikhumbuzo Modo
Dept. of Animal Health and Production
Tsetse Control Division
P O Box 14, Maun, Botswana
Tel. +267 6860237
Fax +267 6860315
Mobile: +267 71644961
Email : smodo@gov.bw

Dr. Kgosietsile Phillemon-Motsu
Deputy Director
Department of Veterinary Services
Private Bag 0032
Gaborone
Botswana
Tel: + 267 391 4492
Fax: + 267 390 3744
Email: Kphillemon-motsu@gov.bw

CAMEROUN

Dr Louis BANIBE,
Sous- Directeur de la Protection
Sanitaire des Cheptels,

Coordonnateur national du Projet
d'Appui à la Lutte Contre les
TRYPANOSOMIASEs Animales et
leurs Vecteurs,
Yaoundé, CAMEROUN
Email: louis.banipe@yahoo.fr

CANADA

Dr. Joel Lloyd Bellenson,
CEO Upstream Biosciences Inc.
Genome Sciences Centre
BC Cancer Agency
Suite 100
570 West 7th Ave
Vancouver, BC,
Canada V5Z 4S6
Tel.: + 1- 604 707 5800
Fax: + 1- 778 995 5427
Email : joel@upstreambio.com

CONGO (BRAZZAVILLE)

Dr. Diarra Abdoulaye
Medical Officer HAT
WHO Regional Office for Africa
Brazzaville
CPC/DDC/WHO/AFRO
BP 06
Brazzaville Congo
Email: diarraam@afro.who.it;
abdoulayediarra@hotmail.com

Mr André ITOUA
Laboratoire National de Santé Publique
Cité Louis Pasteur
Departement Recherche et Production
Service Maladies Parasitaires et
Valorisation des Plantes Médicinales
BP 120
Brazzaville CONGO
Tel: (242) 556 28 51

Dr Stephane GAMPO
Laboratoire National de Santé Publique
Cité Louis Pasteur

Departement Recherche et Production
Service Maladies Parasitaires et
Valorisation des Plantes Médicinales
BP 120
Brazzaville CONGO
Tel: (242) 556 28 51

DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO

Dr. Miaka Mia Bilenge Constantin
National HAT program Advisor Avenue
de justice 123 A Kinshasa Gombe
P.O. BOX 20333 Kinshasa 21, Lemba
RDC
Mobile phone: 00243 99 99 042 94 or
00243 81 518 22 57
Email: tshimbadi@yahoo.fr

Victor Kande
Directeur, PNLTHA/DRC
Av. de la Justice No. 123
Kinshasa/Gombe RDC
BP 7782
Kinshasa, DRC
Tel: 243 99 990 4293
E-mail: kandevictor@yahoo.fr

Dr Julienne SUMBU Walandila
Laboratoire Veterinaire de Kinshasa
Kinshasa - D.R.Congo
Tel: +243 818123490
Email: julienne_s2002@yahoo.fr

Dr Kadima Ebeja Augustin
Médecin Coordinateur
HAT Plateforme / DMDI
Av. Mpeti No. 11bis Q. SOCIMAT
Kinshasa, Gombe, RDC
Tel.: +243 81812238
Email: aebeja@dmdi.org

DENMARK

Mr. Frandsen Torber Vestergaard
Director

Vestergaard Frandsen
Haderslevves 36
6000 Kolding
Denmark
Tel.: + 45 75503050
+ 45 29292094
Email: TVF@vestergaard-frandsen.com

ETHIOPIA

Dr. Solomon Haile Mariam
P.O. Box
Addis Ababa
Ethiopia
Email : rambes66@yahoo.com

Dr. Shimelis Dagnachew
Veterinarian (Instructor)
University of Gondar
Ethiopia
Tel.: 251-(0)918767745
mail : shimelis_dagnachew@yahoo.com

FRANCE

Mrs. Mireille CAYREYRE
Vice President
Marketing Access to medicines
Sanofi-aventis Groupe
82, avenue Raspail – 94255 GENTILLY
France
Tel : +33 1 41 24 57 94
Fax : +33 1 41 24 57 84
Email : mireille.cayreyre@sanofi-aventis.cm

GERMANY

Dr. Burkhard Bauer
Dip EVPC
Free University of Berlin
Institute for Parasitology and Tropical
Veterinary Medicine Koenigsweg 67
14163 Berlin, Germany
Tel. 00-49-30-838 6 2354

Fax 00-49-30-838-6 2323
Email: burkhard.bauer@gmx.net

GHANA

Dr. Charles Ibrahim Mahama
Head, Tsetse Unit/Ghana
P.O. Box 97
PONG-TAMALE, Ghana
Tel: 233 24 414 5558
E-mail: cimahama@yahoo.com

Dr. Martin Tinawora Abavana
Entomologist
PATTEC-GHANA
P.O. Box 97
Pong-Tamale Ghana
Tel: +233 20 8161605 or
+233-24-4849968
Email: abavanamartin@yahoo.com

GUINEE CONAKRY

Diaby Abdoulaye
Coordinateur Adjoint du Programme
National de lutte contre la
Trypanosomiase
Humaine Africaine
Guinée (Conakry)
Tel.: + 224 60 29 05 41
Email: abdoulayethadiaby@yahoo.fr

Barry Alpha Madiou
Docteur Vétérinaire
Direction Nationale Elevage
B.P. 559
Guinée (Conakry)
Tel.: +224 60 51 30 06
Email: abarrymadiou@yahoo.fr

GUINEE EQUATORIAL

Dr. Mengue Mekemeza
Santiago – Nseng
Ponto Focal da PATTEC
Republica de Guinea Ecuatorial

Ministério de Agricultura
C/Africa no 11,
BP 983
Guinea Ecuatorial
Mobile: + 240 25 00 37
Fax: + 240 09 33 13, 091539
Email: snmmekemeza@yahoo.fr

JAPAN

Dr Noboru INOUE
Associate Professor
Obihiro University of Agriculture and
Veterinary Medicine National Research
Center for Protozoan Diseases
080-8555
Obihiro, Hokkaido 080-8555
Nishi 2-11, Inada-cho
Japan
Tel. : +81155495647
Fax : +81155495643
Email: ircpmi@obihiro.ac.jp

KENYA

Dr. Johnson O. Ouma
Senior Research Scientist & Deputy
Centre Director,
Trypanosomiasis Research Centre
Kenya Agricultural Research Institute
P.O. Box 362 - 00902
Kikuyu, KENYA
Tel: +254-(20)-2700604/654
Cell phone: +254-725-969-922
Email: joouma@gmail.com
jouma@kari-trc.org

Jochen Burkle
Regional Coordinator Malteser
International
P.O. Box 66587 – 0800
Kileleshwa, Nairobi
Tel: +254 20-4347587
Cell: 0733-617572
Email: jochen.burkle@malteser-africa.org

Dr. James Chomba Njanja
KARI-NALRC, Marsabit,
P O Box 147-60500,
Marsabit
Tel. 254 069-2040 Tel/Fax 254069-2220
Email: karimar@africaonline.co.ke
njanjachomba@yahoo.com
Dr. Samuel Kabochi Kamau
Chief Zoologist
Department of Veterinary Services
Private Bag 00625
Kangemi, Nairobi
Tel: +254 733 24 2339
Email: skkabochi@yahoo.com

Dr. Pamela Akinyi Olet
National PATTEC Coordinator
Department of Veterinary Services
P.O. Private Bag, 00625
KANGEMI, NAIROBI
Kenya
Tel: + 254 20 6750967
Fax: + 254 20 4765586
E-mail: Pamaolet@yahoo.com
polet@pattec.co.ke

Dr. Mary Akoth Owaga
Private Consultant – Entomologist
ECEM – Kenya
Summit House Mezannine Fl. 09
P.O. Box 12474-00100
Nairobi, Kenya
Tel.: +254-20-4454254
Cellphone: +254-722600980
Email: ludvineakoth@yahoo.com

Dr. Leonard Munga
Kenya Agricultural Research Institute,
P.O. Box 362 – 00902,
Kikuyu, Kenya
Email: mungalk@yahoo.com

Dr. David G. Ngugi,
Regional Manage
Ceva Animal Health (Pty) Ltd.,

P.O. Box 13705 – 00800,
Nairobi.
Longonot Place Apartments – Apt.37,
Harry Thuku Road.
Tel: 310757 – 8
Mob: 0733333656
Email: david_ngugi@swiftkenya.com

Dr. Rinkanya Fredrick G.
DDVS – Vector Control
P.O. Box 52 Uthiru
Private Bag 00625
Kangemi
Nairobi, Kenya
Mobile: 254-724 421230
Email: fred.gitonga@yahoo.co.uk

Dr. Grace Murilla
Centre Director
KARI
P.O. Box 362
Kikuyu, Kenya
Tel. : +254 20 2700604 / 2700545
Email : gmurilla@kari-trc.org

Dr. Caleb Orenge
Research Scientist
ILRI/KARI-TRC
Kenya
Mobile : +254-722 716 727
Email : corenge@cgiar.org

Dr. Taban Tereka Matia
Livestock Officer
Norwegian Peoples Aid-Box
Nairobi, Kenya
Tel.: +254 073 855154
Email: terekatab@yahoo.co.uk

LESOTHO

Ms. Sekhothu Nthabiseng Anastacia
Consultant
P.O.Box 12279
Maseru, 100
LESOTHO

Tel.: +266 22315919
Fax: +266 22315919
Email: nsekhothu@yahoo.co.uk

MALI

Issa DEGOGA,
Coordonnateur du Programme
National de lutte contre la THA
Direction Nationale de la Santé -
N'Tominkorobougou-BP 233
Tél: 222 64 97- 223 33 52
Fax: 222 36 74

Dr. Aligui Djiteye
Coordinateur National PATTEC
Projet de Lutte contre les Mouches Tse-
tse et les TRYPANOSOMIASes
animales (PLMT)
BP 9125, Bamako, Mali
Tel : office +223 224 01 43
Tel : Private : +223 644 83 00
Fax : +223 224 19 73
Email : addjiteye01@yahoo.com

MAURITANIA

Dr. Dia Mamadou Lamine
Chercheur, Maître de recherche
Laboratoire de parasitologie, CNERV,
BP 167 Nouakchott
Mauritanie
Tel : +222 525 27 65
Fax : +222 525 28 03
Email : mldia@mr.refer.org;
mldsb@hotmail.com

MOZAMBIQUE

José Maria Rita
Conseilleiro Mozambique Embassy
Av. Salvador Allende 53/55
Mozambique
Tel.: +244-925877181
Fax: +244-332888
Email: mutakati2002@yahoo.com.br

Macanze Ressano
Sales Manager
SANOFI-AVENTIS
Mozambique
Tel.: +258-843000003
Fax: +258-21402513
Email: sanofimoz@yahoo.com.br

Dr. Suzana Augusta José Jamal
Chefe departamento Provençal e
controlo
Doenças
Praça dos Herois de Moçambique
Mozambique
Email: susanejamal@yahoo.com

NIGERIA

Mal. Abubakar A. Dangaladima
Director-general,
Nigerian Institute for Trypanosomiasis
and Onchocerciasis Research
P. M. B 2077
Kaduna-Nigeria
Email: dangaladima2ali@yahoo.com

Dr. Peter Dede
Nigerian Institute for Trypanosomiasis
and Onchocerciasis Research
P. M. B 2077
Kaduna-Nigeria
Tel.: +234 80 36181311
Email: dedepm@yahoo.co.uk

Mr. Manasseh T. Gwaza
Federal Ministry of Science
and Technology
Abuja
Nigeria
Tel. : +234 07038048242
Email : mtgwaza02@yahoo.com

Dr. Felicia N.C. Enweza
Nigerian Institute of Trypanosomiasis
Onchocerciasis Research, PMB 2077

Kaduna, Nigeria
Tel. : 08077252297
Email : feliciaenweza@yahoo.com

RWANDA

Dr. Nkuranga Charles
PATTEC Focal Point-RWA
RARDA – RWANDA
Ministry of Agriculture,
Animal Resource Development
Authority
Tel.: +250-08518395
Email: charlesnkuranga@yahoo.com

SENEGAL

Prof. Cheikh LY
Service d'Economie Rurale et Gestion
Ecole Inter-Etats des Sciences et
Médecine Vétérinaires - EISMV
Dakar - Sénégal
BP: 5077 - Tel: + 221 865 10 08
865 10 26
Email : chly@refer.sn

Gbati Oubri Bassa
Vétérinaire Enseignant
ELSMV/LAPROVET
BP 5077
Dakar, Sénégal
Tel.: (221) 8651008 or 6513762
Fax: (221) 8254283
Email: oubribassa@yahoo.fr

SOMALIA

Dr. Mohamed Farah Dirie
National Coordinator
Somali Animal Health Services Project
P.O. Box-74916, 00200 Nairobi, Kenya
Tel: +254-444-5958
Fax: +254-444-8563
+252-5-725-305 (Garowe)

+2521-5524162 (Southern
Somalia)
Email : mfdirie2000@yahoo.co.uk

SOMALILAND

Abdullahi Sh. Mohamed Nur
Lecturer
Sheikh Technical Veterinary School
Sheikh, Somaliland
Tel. +2522 730118 / 4441064
Email: shemanur@yahoo.com

SOUTH AFRICA

Dr. Varsy Wanjau
Commercial Manager
CEVA Animal Health PTY Ltd
Kenya/South Africa
P.O. Box 312-0512
Nairobi, Kenya
Or
Unit 8, MIFA Industrial Park,
399 George Road,
Randjespark,
Midrand, South Africa
Mobile;+27-724-516-588
Off Tel;+27- 11-314-0441
Off Fax; +27-11-314-0446
Email: varsy@swiftkenya.com

Dr. Robin J. Bagnall
R.S.A.
P.O. Box 269
Howick 3290
Tel. & Fax : 033 3308070
Email: robbagnall@telkomsa.net

SUDAN

Prof. Musa Tibin Musa
Director General Animal Resources
Research Corporation
P.O. Box 8067
Soba, Khartoum, SUDAN
Tel: +249 183460504 or 183468478

Fax: +249 183472690
Email: arrc@sudanmail.net

Dr. Ahmed H.A. Rahman
Head of Tsetse Control Unit
Central Vet Labs
P.O. Box 8067
Soba, Khartoum, SUDAN
Mobile: +249 925 15 792
E-mail:
ahmedrahman2001@yahoo.co.uk

Dr. Nadia Mohammed Osman
Researcher
Central Vet. Research Labs
P.O. Box 8067
Soba, Khartoum, SUDAN
Tel: +249-87380015
Fax: +249-87380011
Email: nadia12osman@yahoo.com

Dr. Ismail Ahmed Ali
Professor
Sudan University of Science
& Technology
P.O. Box 204 (Hillat Kuku)
Khartoum
North Sudan
Email: ahmedaishmael@hotmail.com

SWITZERLAND

Dr. Torben Vestergaard Frandsen
Development Director
Vestergaard Frandsen
Haderslevvej 36, 6000 Kolding,
Denmark
Tel: +45 75 50 30 50
Fax: +45 75 50 30 44
Email: tvf@vestergaard-frandsen.com

Dr Simone Nikolajsen
Product Manager
Vestergaard Frandsen S.A.
Tel: +41 (0) 21 310 73 33

Fax: +41 (0) 21 310 73 30
E-mail: sn@vestergaard-frandsen.com

TANZANIA

Ms. Joyce William Daffa
Tsetse National Coordinator
Ministry of Livestock Development
P.O. Box 9152
Dar es Salaam,
Tanzania
Tel.: +255 22 2866446
Fax: +255 22 2862538
Email: dangio2@yahoo.co.uk

Ms. Mechtilda Byamungu
Principal Livestock Research Officer
Tsetse & Trypanosomiasis Research
Institute
P.O.BOX 1026
Tanga,
TANZANIA
Tel.: +255 27 2642577
Fax: +255 27 2642577,
E-mail: mechtildak@yahoo.com ;
tsetse@kaributanga.com

TOGO

Dr. DAO Balabadi Bawoumoudou
Coordinateur Point focal
PATTEC – Togo
B.P. 124 ITRA/CRA-SH
Tel.: + 288 5500650 / 976 02 25
Fax: + 228 5500650
Email: balabadidao@yahoo.fr

UGANDA

Dr. Enock Matovu
Lecturer
Makerere University
Faculty of Veterinary Medicine
P.O. Box 7062
Kampala, Uganda

Tel: +256 772 55 02 26
Fax: +256 41 53 43 36
E-mail: matovue04@yahoo.com
Or matovue@vetmed.nak.ac.ug

Mr. Ambrose Gidudu Masaba
National Project Co-ordinator
FITCA Uganda
P. O. Box 2 Entebbe
Uganda
Tel: 256 – 41 - 320564
Mobile: 256-772-669021
Fax : 256 41 320319
Email : ambolive@yahoo.com
Or fitca@infocom.co.ug

Dr. John Charles Kiboko Enyaru
Associate Professor
Makerere University
Department of Biochemistry, Faculty of
Science
P.O. Box 7062
Kampala, Uganda
Tel: +256 77 222 00 07
Email : jenyaru@hotmail.com
Or jenyaru@sci.mak.ac.ug

Dr. Nicholas Kauta
Commissioner for Livestock Health and
Entomology
Ministry of Agriculture
P. O. Box 513
Entebbe, Uganda
Tel : 256 772 69 32 57
Fax : 256 414 32 01 66
Email : nicholaskauta@yahoo.co.uk

Mr. Kyaligonza Peter
Entomologist
FITCA Uganda, MAAIF
P. O. Box 2 Entebbe
Uganda
Mobile : 256 772 555 280
Email : ategonza@yahoo.com

Ms. Nassozi Annette

Entomologist
Ministry of Agriculture
P. O. Box 102 Entebbe
Uganda
Mobile : +256 77 2 48 70 15
Fax : +256 41 321070
Email : anasozi@yahoo.com

Mrs. Annah Muja Rutebuka
Project Sociologist
FITCA Uganda
Ministry of Agriculture, Animal Industry
& Fisheries
P. O. Box 2 Entebbe
Uganda
Tel. : 256 41 320575
Mobile : 256 77 4 197800
Fax : 256 41 320319
Email : amrutebuka@yahoo.com

Dr. Joseph Odimim
Senior Veterinary Officer
FITCA Uganda
Ministry of Agriculture
Animal Industry and Fisheries
P. O. Box 102 Entebbe
Uganda
Mobile : 256 (0) 772572968
Fax : 256 (0) 41320319
Email : odimimjose@yahoo.com

Mr. Fredrick Luyimbazi
Entomologist
Ministry of Agriculture Animal Industry
and Fisheries
P. O. Box 102 Entebbe
Uganda
Tel : 256 77 2 57 53 26
Fax : 256 41 321070
Email : fluyimbazi@yahoo.com

Mr. Agapitus Kato Babumba
Entomologist
MAAIF
P. O. Box 102 Entebbe
Uganda

Mobile: +256 772 985698
Email : agapitus_kato@yahoo.co.uk

Dr Freddie Kagwisagi Kansiime
National Project Coordinator
Creation of Sustainable Tsetse and
Trypanosomiasis Free areas in the Lake
Victoria Basin
Ministry of Agriculture, Animal industry
& Fisheries
P.O. Box 16345
KAMPALA, UGANDA
Tel: +256-41-250726, +256-41-252090
Mobile: +256-772-528884,
+256392342939
Email: coctu.maaif@yahoo.com
Or freddiekansiime@yahoo.com

Dr Patrick Eyudu
District Veterinary Officer/
District Coordinator FITCA Project
Ministry of Agriculture, Animal Industry
and Fisheries/Uganda
P. O. Box 513
Entebbe
Uganda
Tel: 256 77 2 58 16 30
E-mail: abuloimmatulate@yahoo.co.uk

Dr. Dawson Bob. Mbulamberi
Ministry of Health, Uganda
Assistant Commissioner Health Services
P.O. Box 7272
Kampala, Uganda
Tel: +256 441 231563
Mobile: +256 772 508919
Fax: + 256 41 231584
Email: mbulamberid@yahoo.com

Dr. Edward Ssewanyana
Director of Research
National Livestock Research Institute
P.O. Box 96
Tororo, Uganda
Tel.: +256 772 22 1110
Email: edssewanyana@yahoo.com

ZAMBIA

Dr. Hamukombwe Mweemba
Acting Chief Tsetse Control Biologist
Department of Veterinary and Livestock
Development
P.O. Box 500060,
Lusaka
Zambia
Tel: +260 211 278537
Fax: +260 211 252608
Email: mhamukombwe@yahoo.com

Dr. Lily Ng'ambi Sinyangwe
Research Scientist
Central Veterinary Research Institute,
P.O. Box 33980
Lusaka
Zambia
Tel: +260 1 21 34 44
Mobile: +260 (0)955 765206
Email: cvri@zamnet.zm
Or lilysinyangwe@yahoo.com

Christopher Kaluba Kubi
Veterinary Research Officer
Department of Veterinary Services and
Livestock
Development
Central Veterinary Research Institute,
Balmoral
P. O. Box 33980
Lusaka, Zambia
Cell: +260. 95. 35. 46. 21;
+260. 99. 27. 24. 69
Office: +260 21 1 21 34 44
Email: kckubi@hotmail.com

Dr. Moto Peter Crispin Mangani
Deputy Director of Veterinary and
Livestock Development
P.O. Box 50060
Lusaka, Zambia
Tel: +260 1 252601
Fax: +260 1 252601

E-mail: aphhq@ZAMNET.zm,
pmangani@maff.gov.zm

ZIMBABWE

Mr. William Shereni
Tsetse and Trypanosomiasis Control
Branch, Department of Veterinary Field
Services and Tsetse Control,
P.O. Box CY 52,
Causeway, ZIMBABWE
Tel: 263 4 707381/65, Fax: 26 4 707365
E-mail: shereni2005@yahoo.com

Mr. Lewis R. Muhwati
Export Business Manager
Cooper Zimbabwe
P.O. Box 2699
Harare
Zimbabwe
Tel: +263 4 620191/5
Fax: +263 4 620196/660590
Email: lewis@ecomed.co.zw

Dr. David Zinyengere Takudzwa
Consultant
P.O. Box HG 507 Highlands
Harare
Zimbabwe
Tel: +263 4 77 60 52
Fax: +263 4 74 60 98
Email: takudzwa@hedec.com

INTERNATIONAL ORGANISATIONS

ADB

Dr. Umar Lawal
Livestock Specialist
African Development Bank (ADB)
B.P. 323
Tunis, Tunisia
Tel.: +216 71102368
Email: l.umar@afdb.org

CIRAD/CIRDES – BURKINA FASO

Dr. Bouyer Jérémy
Researcher- Head of the Unit on
Livestock
and Environment
CIRAD/CIRDES
B.P. 454
Bobo Dioulasso
Burkina Faso
Tel.: +226 20 972676
Fax: +226 20 972370
Email: bouyer@cirad.fr

Dr. Issa SIDIBE,
Directeur scientifique du CIRDES
National Coordonnateur of PATTEC
Burkina Faso
01 B.P. 454 Bobo-Dioulasso,
Burkina Faso
Tel: +226 20 97 27 89 / 20 97 20 53
Fax: +226 20 97 23 20
E-mail: sambo@fasonet.bf

Dr. Talaki Essodina
Veterinary epidemiologist
CIRDES
01 B.P. 454
Bobo Dioulasso 01
Burkina Faso
Togo
Tel.: +226 76684218
Or + 226 20 97 22 87
Fax : + 226 20 97 23 20
Email: talakiessodina@yahoo.fr
Or etalaki@yahoo.fr

Dr. Solano Philippe
IRD/CIRDES
01 BP 454
Bobo, Burkina Faso
Tel. : + 226 20 985194
Email : psolano@nploird.fr

FAO

Dr. Mattioli Raffaele
Animal Health Officer
(Integrated Health Management)
FAO
Viale Delle Terme Di Caracalla
00153 Rome
ITALY
Tel.: +39 0657056078
Fax: +39 0657055749
Email: raffaele.mattioli@fao.org

Dr. Cecchi Giuliano
Consultant – FAO
Viale Delle Terme Di Caracalla
00153 Rome
ITALY
Tel.: +39 0657056078
Fax: +39 0657055749
Email: giuliano.cecchi@fao.org

Dr. George Chizyuka
Animal Health Officer
FAO Regional Office for Africa
P.O. Box 1628
Accra, Ghana
Email: george.chizyuka@fao.org

FIND DIAGNOSTICS

Hanna Yirga Meheretu
HAT Scientific Team Administrator
FIND Diagnostics
71, av. Louis-Casaï
Case postale 93
1216 Cointrin/Geneva
Switzerland
Tel.No.+41(022)7109313
Fax No.+41(022)7100599
E-mail:
hanna.yirga@finddiagnostics.org

Jewel Thomas
Communications and Advocacy
Coordinator FIND Diagnostics
71, av. Louis-Casaï
Case postale 93
1216 Cointrin/Geneva
Switzerland
Tel.No.+41(022)7100590
Fax No.+41(022)7100599
E-mail:
jewel.thomas@finddiagnostics.org

Dr. Magdalena Radwanska
Scientific Officer,
HAT Diagnostics Programme
FIND Diagnostics
71, av. Louis-Casaï
Case postale 93
1216 Cointrin/Geneva
Switzerland
Tel.No.+41(022)7100590
Fax No.+41(022)7100599
Email:
magdalena.radwanska@finddiagnostics.org

Dr. Joseph Ndung'u
Head of HAT Diagnostics Programme
FIND Diagnostics
71, av. Louis-Casaï
Case postale 93
1216 Cointrin/Geneva
Switzerland
Tel.No. +41(022)7100590
Fax No. +41(022)7100599
E-mail:
joseph.ndungu@finddiagnostics.org

IAEA

Idrissa Kabore
Entomologist
Entomology Unit – NAAL –
AGENCY'S

Laboratories
AEIA
Seibersdorf
Austria
Tel. no. 43 1 2600 28411
Fax no. 431 26007
Email: I.kabore@iaea.org

Dr. Marc Vreysen
Entomologist
Insect Pest Control Section
International Atomic Energy Agency
Joint FAO/IAEA Division of Nuclear
Techniques in
Food and Agriculture
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100, A-
1400 Vienna, Austria
Tel.: +43-1-2600-26062
Fax.: +43-1-2600-7
Email: M.Vreysen@iaea.org

ICIPE

Dr. Rajinder Saini
Principal Scientist &
Head Animal Health Division
ICIPE
P.O. Box 30772- 00100
Duduville, Kasarani Road
Nairobi, Kenya
E-mail: rsaini@icipe.org

ICRISAT

Dr. Diall Oumar
Project Coordinator
ICRISAT
B.P. 320
Bamako, Mali
Tel.: +223 223375
Or +223 6740058
Email: o.diall@icrisatml.org

ILRI

Affognon Hippolyte

Agro-Economis
ILRI
P.O. Box 30709
Nairobi
Kenya
Tel.: + 254 20 422 3460
Fax: +254 20 422 3001
Email: h.affognon@cgiar.org

Dr. Joseph Maitima
Ecologist
International Livestock Research
Institute (ILRI)
P.O. Box 30709
NAIROBI
Kenya
Tel: 254 20 422 3000
Fax: 254 20 422 3001
Email: j.maitima@cgiar.org

IRD

Anne Geiger,
Chercheur
IRD/France
UMR 177 IRD-CIRAD
Laboratoire de Recherche et de
Coordination sur les
TRYPANOSOMIASEs
TA A-17/G,
Campus International de Baillarguet
34398 Montpellier Cédex 5
Tel.: 33 (0) 467593925
Fax: 33(0) 467593894
Email: anne.geiger@mpl.iol.fr

Dr. Truc Philippe
Researcher
IRD
ICCT Luanda
C/O French Embassy
Luanda
Angola
Tel.: +912 64 50 85
Email: truc@ird.fr

Mr. Grébaud Pascal
Ingénieur d'études
Institut de Recherche pour le
Développement (IRD)
LRCT IRD/CIRAD
Campus de Baillarguet
34398 Montpellier
France
Tel. : (33) 46 7593925
Fax : (33) 46 7593925
Email : pascal.grebant@ird.fr

OCEAC

Dologuele Nicolas Félicien
Chef de Département Programme et
Recherche
OCEAC
B.P. 288
Yaoundé, Cameroun
Tel. : +237 22232232
Or +237 99186745
Fax : +237 22230061
Email : dolonick@yahoo.com

Dr. Francis LOUIS
OCEAC
BP 15665 Yaoundé
Cameroun
Tél: +237 22 232 232
E-mail: contact@oceac.org

Mademoiselle Lisette KOHAGNE
OCEAC
BP 15665 Yaoundé
Cameroun
Tél: +237 22 232 232
E-mail: contact@oceac.org

PAAT

Prof. Albert A. Ilemobade
PAAT Chair
P.O. Box 1308
Akure,
Ondo State 340001

Nigeria
Tel.: +234 34 242099 (office)
Mobile: +234 8034545539
Email:
albert.ilemobade@urfoundation.org
Or ailemobade@yahoo.com

STI – Switzerland

Dr. Sonja Bernhard Christine
Pharmacist, CRA
STI/Switzerland
Swiss Tropical Institute
SOCINSTR 57
4002 BASEL
Tel.: + 41 61 225 26 70
Fax: + 41 61 225 26 78
Email: Sonja.benhard@unibas.ch

UNDP

Dr. Jorge Humberto Romero
Global Fund Project Manager
UNDP – Angola
Rua Masor Kanhanguco 197
Luanda, Angola
Tel.: +244 222331249
Fax: +244 222 335609
Email:
jorge.humberto.romero@undp.org

WHO

Dr. Balbina Ventura Félix
Disease Prevention and Control
DPC Officer
WHO – Angola (OMS/Angola)
197, Rua Major Kanhangulo
7 Andar
Luanda, Angola
Tel.: 244 332398
Mobile: 244 924 329606
Email: felixb@ao.afro.who.int

Dr. Frost Heiner
WHO – Adviser
Spiezbergstr. 32
3700 Spiez
Switzerland
Fax: + 41-33-6547359
Email: hernier.frest@bluewin.ch

Dr. Diarra Abdoulaye
Conseiller Régional HAT
OMS/AFRO
B.P. 06
Cité de Djoué
Brazzaville
Congo
Tel. : + 47 241 39 773
Email: diarraam@afro.who.int

Dr. Pere P. Simarro
Head WHO HAT Surveillance and
ControProgramme
Geneva WHO/HQ
Av. Appia – 1211 GENEVA 27
Switzerland
Tel: +41 22 791 1345; 41 22 791 4893
Email: simarrop@who.int

Dr. Deborah Kioy
Pre-clinical Coordinator and Disease
Research
Coordinator for HAT
Product Development and Evaluation
Special Programme for Research and
Training in
Tropical Diseases
World Health Organization
20 Avenue Appia, CH -1211 Geneva 27
Switzerland
E-mail: kioyd@who.int

AFRICAN UNION

H. E. Mrs. Rosebud Kurwijila,
Commissioner for Rural Economy and
Agriculture
AU Commission

P.O. Box 3243
Addis Ababa
ETHIOPIA
Fax No. 000-251-1-525835
Tel. No. 000-251-1-525841

Mr. Frank Raymond
Personal Assistant to the Commissioner
Rural Economy and Agriculture
AU Commission
P.O. Box 3243
Addis Ababa
ETHIOPIA

Mrs. Djeneba Diarra
African Union Commission
P.O. Box 3243
Addis Ababa
ETHIOPIA

Dr. Modibo T. Traoré
Director
AU/IBAR
P.O. Box 30786
NAIROBI, Kenya
Tel: + 254 20 3674 000
Fax : + 254-20-3674341
E-mail: modibo.traore@au-ibar.org

Dr. John Kabayo
Regional PATTEC Coordinator
P.O. Box 200032
Addis Ababa
ETHIOPIA
Jpk.pattec@ethionet.et

Mr. Madueke Levi Uche
Assistant Coordinator PATTEC
African Union
P.O. Box 3243
Addis Ababa
ETHIOPIA
Tel.: +251-11-5517700
Email: levimadueke@yahoo.com

Dr. Hassane Mahamat
Consultant PATTEC
African Union
P.O. Box 3243
Addis Ababa
ETHIOPIA
Tel.: +251-11-5517000
Fax: +251-11-5516467
Email: hassanemahamat@hotmail.com

Mr. Omari Holaki
Finance and Administration officer
AU/IBAR
P.O. Box 30786
NAIROBI, Kenya
Tel: + 254 20 3674 000
Fax : + 254-20-3674341
E-mail: omari.holaki@au-ibar.org

Mr. Francis Oloo
ISCTRC Secretary
AU/IBAR
P.O. Box 30786
NAIROBI, Kenya
Tel: + 254 20 3674 000
Fax: + 254-20-3674341
E-mail : francis.oloo@au-ibar.org

Mr. Martin Ranaivoson
Translator/Interpreter
AU/IBAR
P.O. Box 30786
NAIROBI, Kenya
Tel: + 254 20 3674 000
Fax : + 254-20-3674341
Email : martin.ranaivoson@au-ibar.org

Mr. Pascal Corbe
AU/IBAR
P.O. Box 30786
NAIROBI, Kenya
Tel: + 254 20 3674 000
Fax : + 254-20-3674341
Email : pascal.corbe@au-ibar.org

Mrs. Beatrice Adhiambo
P. O. Box 30786, 00100
Nairobi
Tel: 254-20-3674000
Fax: 254-20-3674341
E-mail : beatrice.adhiambo@au-ibar.org

Mrs. Irène Uwizeye
P. O. Box 30786, 00100
Nairobi
Tel: 254-20-3674000,
Fax: 254-20-3674341
E-mail : irene.uwizeye@au-ibar.org

Mrs. Maria Rwamushaija
P. O. Box 30786, 00100
Nairobi
Tel: 254-20-3674000,
Fax: 254-20-3674341
Email : maria.rwamushaija@au-ibar.org

Mr. Vincent Oluoch Ooko
Desktop Publisher
P. O. Box 30786, 00100
Nairobi
Tel: 254-20-3674000,
Fax: 254-20-3674341
Email : vincent.oluoch@au-ibar.org

INTERPRETERS/TRANSLATORS

Mrs. Bilha Mwenesi
Interpreter
P.O. Box 30197
Nairobi
Kenya
Email: bilmwe@yahoo.com

Miss Sylvia Amisi
Interpreter
P.O. Box 20728 – 00202
Nairobi
Kenya
Mobile: +254-733 324412
Email: sylviaamisi@yahoo.com

Mr. Marie Bernard Capo-Chichi
P.O. Box 2581
00200 city square
Nairobi, Kenya

Mr. Pascal Fructueux Capo-Chichi
Traducteur
P.O. Box 2581 00200
Nairobi, Kenya
Email: fructueuxcapo@yahoo.fr

Mr. Jean-Jeannot Ngoma
Interpreter
P.O. Box 41479
Nairobi, Kenya
Mobile : +254 722522699
Email : jngoma@yahoo.com

Mme Patricia M. Njeru – Mugambi
Translator
P.O. Box 61052 – 00200
Nairobi, Kenya
Mobile : 254-733298834
Fax : 254-20-720868715
Email : patricianjeru@yahoo.com