ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année 2006 - Thèse n° 72

LA TRYPANOSOMOSE BOVINE AFRICAINE : GENERALITES ET SITUATION AU BENIN

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 29 septembre 2006
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Magalie LEKEUX
Née le 21 novembre 1981
A Saint Etienne (Loire)

DEPARTEMENT ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ENVL

Directeur : Stéphane MARTINOT

Mise à jour : 05/04/2006

	PR EX	PR 1	PR 2	MC	Contractuel, Associé, IPAC et ISPV	AERC	Chargés de consultations et d'enseignement
DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE							
Microbiologie, Immunologie, Pathologie Générale	Y. RICHARD		A. KODJO	V. GUERIN-FAUBLEE D. GREZEL			
Pathologie infectieuse			A. LACHERETZ M. ARTOIS	J. VIALARD			
Parasitologie et Maladies Parasitaires	MC. CHAUVE	G. BOURDOISEAU		MP. CALLAIT CARDINAL L. ZENNER			
Qualité et Sécurité des Aliments		G. CHANTEGRELET	P. DEMONT C. VERNOZY	A. GONTHIER S. COLARDELLE			
Législation et Jurisprudence			A. LACHERETZ				
Bio-Mathématiques				P. SABATIER ML. DELIGNETTE K. CHALVET-MONFRAY			
DEPARTEMENT ANIMAUX DE COMPAGNIE							
Anatomie		E. CHATELAIN	T. ROGER	S. SAWAYA			K. BENREDOUANE
Chirurgie et Anesthésiologie		JP. GENEVOIS	D. FAU E.VIGUIER D. REMY		G. CHANOIT (MCC) S. JUNOT (MCC) K. PORTIER (MCC) C. DECOSNE-JUNOT (MCC)	C.CAROZZO	N. GAY C. POUZOT
Anatomie-pathologique/Dermatologie-Cancérologie		JP. MAGNOL	C. FLEURY	T. MARCHAL	C. BOULOCHER (MCC)		
Hématologie		C. FOURNEL			D. WATRELOT-VIRIEUX (MCC) P. BELLI (MCA) D. PIN (MCA)		L. POUDEROUX
Médecine interne		JL. CADORE		L. CHABANNE F. PONCE	M. HUGONNARD (MCC)		I. BUBLOT C. ESCRIOU
Imagerie Médicale					J. SONET (MCC)		E. SEGARD
DEPARTEMENT PRODUCTIONS ANIMALES							
Zootechnie, Ethologie et Economie Rurale		M. FRANCK		L. MOUNIER			
Nutrition et Alimentation				D. GRANCHER L. ALVES DE OLIVEIRA G. EGRON			
Biologie et Pathologie de Reproduction		F. BADINAND	M. RACHAIL-BRETIN	S. BUFF P. GUERIN	A. C. LEFRANC		
Pathologie Animaux de Production		P. BEZILLE	T. ALOGNINOUWA	R. FRIKHA M.A. ARCANGIOLI D. LE GRAND			G. LESOBRE P. DEBARNOT D. LAURENT
DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES							
Physiologie/Thérapeutique				J.J. THIEBAULT J.M. BONNET-GARIN			
Biophysique/Biochimie		E. BENOIT F. GARNIER					
Génétique et Biologie moléculaire		G. KECK	F. GRAIN	V. LAMBERT			
Pharmacie/Toxicologie Législation du Médicament			P. JAUSSAUD P. BERNY	T. BURONFOSSE			
Langues					C. FARMER R. SULLIVAN		
DEPARTEMENT HIPPIQUE							
Pathologie équine		JL. CADORE		A. LEBLOND	M. GLANGL		E. MOREAU
Clinique équine		O. LEPAGE		A. BENAMOU-SMITH			
Expertise nécropsique			C. FLEURY				

Remerciements

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur GHARIB
De l'Université Claude Bernard de Lyon
Qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider notre Jury de Thèse.
Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur ALOGNINOUWA
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.
Sincères remerciements.

Madame le Professeur CHAUVE
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
Que nous remercions chaleureusement d'avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse.

A Monsieur le Docteur FAGBOHOUN,
Chef du Laboratoire Vétérinaire de Bohicon
Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude pour son accueil bienveillant et l'obligeance avec laquelle il nous a aidé dans l'élaboration de ce travail.

Au PDE III, sans qui, ce travail n'aurait pu voir le jour.

A toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans le recueil de données nécessaires à ce modeste travail.

A tous ceux qui auraient été fiers de me voir réussir dans ma vocation.

A ma maman, qui a grand mérite de m'avoir supporté, dans tous les sens du terme.

A ma soeurette, ma seconde maman, compagne des voyages alforiens et de tant d'autres moments.

A Stéphane, merci pour tes bons conseils et ton soutien.

A Maëlys, nouvelle recrue dans notre « équipe » de filles.

Aux roots de l'ENVL, pour nos supers randos.

Et bien sûr, à Thomas, l'homme de ma vie

Table des matières

Figures : 4
Photographies : 4
Tableaux : 5
Introduction 6
I. IMPORTANCE DE LA TRYPANOSOMOSE BOVINE AFRICAINE 7
A. Médicale 7
1. Chez l'Homme 7
2. Chez le bétail 8
a) Symptômes 8
b) Immunodépression 8
B. Economique 9
1. En terme d'investissements 9
2. En terme de manque à gagner 10
(1) Constat 10
(2) Stratégie de développement malgré la contrainte trypanosomienne 12
II. LES PROTAGONISTES DE LA TRYPANOSOMOSE BOVINE AFRICAINE 14
A. Le parasite : les trypanosomes 14
1. Présentation 14
a) Morphologie 14
b) Structure 15
2. Classification et caractères spécifiques des trypanosomes ayant une importance en médecine vétérinaire 15
a) *Trypanosoma vivax* 17
b) *Trypanosoma congolense* 19
c) *Trypanosoma brucei* 20
B. Le vecteur biologique : la mouche tsé-tsé 21
1. Rôle 21
2. Morphologie 22
3. Classification 27
4. Répartition 27
a) Le groupe *fusca* 28
b) Le groupe *morsitans* 28
c) Le groupe *palpalis* 29
C. Hôtes et réservoirs 29
1. Hôtes 29
2. Réservoirs 31
III. METHODES DIAGNOSTIQUES DE LABORATOIRE 32
A. Examens parasitologiques 32
1. Frottis sanguin 32
2. Goutte épaisse 32
3. Hématocrite et méthode de MURRAY 33
4. Double microcentrifugation 35
B. Recherche d'anticorps 35
C. Recherche d'antigènes 36
D. PCR : Polymerase Chain Reaction 36

1. Principe 36
2. Application aux trypanosomoses 38
E. Comparaison des tests diagnostiques évoqués 39
IV. DIVERSES STRATEGIES DE LUTTE 40
A. Lutte directe contre les glossines et autres vecteurs 41
1. Application d' insecticides sur l'animal 41
a) Technique standard d'application et limites 41
b) Nouvelle technique d'application 42
2. Pulvérisations terrestres d'insecticides 44
3. Epandages aériens d'insecticides 44
4. Ecrans et pièges 45
a) Systèmes de capture ou d'élimination 45
(1) Capture au filet 45
(2) Ecran 45
(3) Piège pyramidal 46
b) Systèmes de piégeage 47
(1) Piège biconique 47
(2) Piège Nzi 47
c) Supports de l'attraction 48
d) Avantages et inconvénients 48
5. Collier répulsif 49
6. Méthode biologique 49
7. L'outil informatique au service de l'analyse spatiale 50
B. Lutte indirecte contre les glossines 52
1. Eclaircissement forestier 52
2. Destruction du gibier 52
3. Barrière d'isolement 53
C. Traitement 53
1. Arsenal thérapeutique 53
a) Acéturate de diminazène 53
b) Isométamidium 54
c) Homidium 54
d) Sulfate de quinapyramine 55
e) Suramine 55
2. Limites et espoirs 55
a) Conséquences néfastes des traitements et parades 55
(1) La chimiorésistance 55
(2) Les médicaments sanatifs 58
(3) L'anémie et la myocardite 59
b) Falsification 59
D. Prévention 60
1. Chimioprophylaxie 60
2. Bétail trypanotolérant 61
a) Définition 61
b) Types de races et répartition géographique 62
c) Critères déterminants la trypanotolérance 66
(1) Milieu de vie 66
(2) Génétique 66
(3) Immunologique 66
(4) Facteurs physiopathologiques 66

d) Mécanismes de trypanotolérance 67
e) Limites et contraintes du statut trypanotolérant 68
3. La vaccination 70
E. Récapitulatif et comparatif des principales méthodes de lutte 71
V. La trypanosomose bovine au Bénin 72
A. Le Bénin : un pays rural 72
1. Géographie 72
2. Géologie, hydrologie et végétation 74
3. Activité économique majeure : l'agriculture 74
a) Les zones d'élevage 75
b) Les fermes d'élevage 75
c) Effectifs 77
B. Données récentes concernant la trypanosomose au Bénin 77
1. Prévalence 77
2. Piégeages 79
a) Stratégie 79
(1) Méthode 79
(2) Protocole 79
(3) Budget 80
(4) Chronogramme 81
b) Sites de piégeage 81
c) Résultats 81
3. Le marché du médicament vétérinaire 86
a) La distribution des médicaments vétérinaires 86
b) Situation en chiffres 86
(1) Estimation du marché intérieur 86
(2) Estimation des importations 87
Conclusion 88
Bibliographie 89

Liste des annexes

Figures :

1 : Schéma d'un trypanosome
2 : Principaux types morphologiques d'évolution des Trypanosomatidés
3 : Frottis et morphologie de *T. vivax*
4 : Cycles de développement des 3 types de trypanosomes dans la glossine
5 : Frottis et morphologie de *T. congolense*
6 : Frottis et morphologie de *T. brucei*
7 : Carte de la répartition des glossines sur le continent africain
8 : Schéma d'une vue dorsale d'une glossine
9 : Schéma de la morphologie de la tête de la glossine (vues de face et profil)
10 : Critères de différenciation de différentes espèces de glossines
11 : Carte de la répartition des glossines au Bénin
12 : Histogramme du statut indemne ou parasité de Bovins en fonction de l'hématocrite
13 : Principe de la méthode de Murray
14 : Principe de la technique ELISA-Ac : négatif / positif
15 : Principe de la PCR
16 : Affiche (format ½) utilisée dans le programme national de lutte contre la Trypanosomose
17 : Schéma de l'Electrodyn
18 : Mise en relation des informations spatialisées
19 : Comparaison des concentrations plasmatiques en fonction du temps d'un trypanocide curatif et d'un trypanocide préventif
20 : Diagramme de l'efficacité de deux trypanocides sur des souches de *T. congolense*
21 : Le bétail trypanotolérant et trypanosensible en Afrique
22 : Histogramme des performances comparées des Bovins Borgou et métis à l'Okpara
23 : Fiche signalétique du possesseur moyen de bétail trypanotolérant en République Centre Africaine
24 : Carte de la situation géographique et des divisions administratives du Bénin
25 : Carte de localisation des sites relatifs au PDE III
26 : Graphique de l'évolution des taux d'infection trypanosomienne enregistrés sur les bovins des fermes du PDE III et d'élevages privés de 1991 à 2004
27 : Carte de la ferme d'élevage de Bétécoucou
28 : Carte de la ferme d'élevage de Samiondji
29 : Carte de la ferme d'élevage de l'Okpara

Photographies :

1 : Pulvérisation de deltaméthrine à l'Okpara
2 : Ecran
3 : Piège pyramidal
4-5 : Piège biconique de CHALLIER-LAVEISSIERE et détail de la cage de capture
6 : Troupeau de Borgous
7 : Lagunaire

Tableaux :

1 : Effectif (en milliers) de bétail dans les pays sub-sahariens importateurs en 1994
2 : Trypanosomes fréquemment rencontrés chez les animaux domestiques
3 : Espèces de glossines présentes au Bénin
4 : Hôtes et réservoirs des principaux trypanosomes
5 : Comparaison des tests diagnostiques de trypanosomose utilisés au Bénin
6 : Comparaison entre l'Electrodyn et le « pour-on » classique
7 : Contexte d'utilisation de médicaments sanatifs
8 : Protocole d'utilisation des trypanocides en prophylaxie
9 : Influence du niveau de l'infestation glossinaire sur la productivité des Bovins trypanotolérants en Afrique de l'Ouest et centrale, 1977/78
10 : Les populations trypanotolérantes d'Afrique centrale et de l'Ouest
11 : Techniques de lutte contre la trypanosomose et nature des bénéfices
12 : Effectifs du bétail dans les 4 antennes du PDE III en 2004
13 : Effectifs du cheptel national en 2000 en milliers de tête par département
14: Budget prévisionnel pour la lutte anti tsé-tsé
15: Chronogramme des activités de lutte anti tsé-tsé dans la zone d'intervention du PDE III
16 : Résultats des prospections entomologiques dans les antennes avant pose de pièges de lutte : Avril 2001
17 : Récapitulatif des prélèvements hématologiques réalisés à J0 sur les lots témoins des antennes en 2001
18 : Pluviométrie sur les différentes antennes en 2001
19 : Résultats de la prospection entomologique et de l'évaluation de la lutte anti tsé-tsé menée en 2001
20 : Vente des trypanocides par le PHARNAVET de 1993 à 1997

Introduction

Les trypanosomoses bovines sont des affections parasitaires graves, transmises essentiellement par les glossines ou mouches tsé-tsé. Autrement appelée trypanosomiase ou nagana, cette maladie parasitaire, virulente, inoculable, non contagieuse, constitue un véritable fléau en Afrique. Sont notamment touchées l'Afrique centrale et de l'Ouest.
Ainsi, le Bénin, pays de la zone intertropicale de l'Afrique de l'Ouest, situé entre le Togo et le Nigéria, et limité au nord par le fleuve Niger et le Burkina Faso, n'échappe pas à l'emprise de cette maladie.
Le Bénin compte 1 300 000 Bovins, dont 10,5 % à 45 % des individus de chaque troupeau peuvent être atteints de trypanosomose (CODJIA V., 2002).
Nous nous attacherons donc à expliciter l'importance de cette maladie. Puis nous nous intéresserons aux différents acteurs de cette maladie et à son diagnostic, pour ensuite essayer de déterminer des stratégies de lutte. En outre, nous intégrerons des données relatives au Bénin, tout au long de ce document. Pour finir, nous nous attacherons à décrire la situation actuelle dans ce pays.

I. IMPORTANCE DE LA TRYPANOSOMOSE BOVINE AFRICAINE

Cette maladie présente diverses répercussions. Elle peut toucher l'animal et l'Homme.
Il convient d'en appréhender la problématique pour juger de l'intérêt et de la nécessité de parler de ce sujet déjà bien documenté.

A. Médicale

1. *Chez l'Homme*

Chez l'Homme, la trypanosomose est alors plus connue sous le nom de **maladie du sommeil**, due à *Trypanozoon brucei gambiense* ou *Trypanozoon brucei rhodesiense*.
Ce problème majeur de santé publique concerne **36 pays** situés au sud du Sahara, ce qui correspond à 60 millions d'habitants, selon l'OMS. Il est estimé que 400 000 personnes seraient infectées dont plus de 100 000 en Angola et 250 000 en République Démocratique du Congo. La prévalence de la trypanosomose humaine africaine est particulièrement élevée dans ces pays en guerre, du fait de la migration forcée des populations.
Or, seulement 30 000 cas sont officiellement déclarés ce qui correspond à une centaine de personnes mourant chaque jour de trypanosomose humaine (HURSEY, B.S., 2001).
Cet écart d'un facteur multiplicateur de dix entre les chiffres présentés laisse perplexe, et laisse comprendre la nécessité d'un véritable suivi sanitaire. Quoiqu'il en soit, la situation est préoccupante.

La trypanosomose des animaux se répercute, par ailleurs, sur la santé humaine car elle constitue un frein essentiel à l'alimentation protéique des populations africaines. En effet, chez les animaux malades, on observe un amaigrissement important et la baisse de la production, qu'elle soit laitière ou bouchère. Les besoins alimentaires en protéines d'origine animale ne sont donc pas forcément couverts pour toute la population. Les plus démunis souffrent alors de maladies telles que le kwashiorkor, que l'on qualifie de maladie du gros ventre. Il y a une fuite liquidienne due à l'hypoprotéinémie d'où cet « œdème » abdominal, reflet d'une carence protéique. Or, cette dernière pourrait être palliée si le bétail était moins soumis à la pression parasitaire des trypanosomes.

Ce problème est d'autant plus grave qu'il s'évalue à l'échelle du continent africain ; or, la population humaine y est en croissance perpétuelle. Presque tous les pays d'Afrique enregistrent **des taux de croissance démographique élevés**, grâce à la quasi maîtrise, voire éradication des maladies épidémiques courantes, comme la variole. Il existe, et l'on peut s'en réjouir, des remèdes à d'autres affections débilitantes de nature endémique comme le paludisme. Par ailleurs, les naissances sont nombreuses dans l'ensemble, la mortalité infantile diminue, l'espérance de vie augmente.
Ce rapide portrait de la situation démographique africaine permet de comprendre que les gouvernements africains se trouvent devant la nécessité d'assurer des approvisionnements alimentaires adéquats à leur population, laquelle connaît un essor inexorable. Non pas qu'il faille s'en alarmer, mais il est vrai que le bien être de ces peuples est en jeu tandis que la croissance ne fait que s'accentuer.

Les Hommes sont donc doublement touchés par cette maladie. Elle leur nuit directement et aussi indirectement, en touchant le bétail, qu'elle dévalorise.

2. *Chez le bétail*

a) Symptômes

La trypanosomose typique, si tant est qu'elle puisse exister (diversité des parasites et des hôtes), est une maladie chronique où l'on observe une dégradation lente et progressive de l'état général accompagnée d'une faible croissance. Elle peut aboutir à un état d'émaciation extrême et à une syncope dont l'issue sera fatale. Ce caractère **mortel** de la maladie explique cette surveillance de la part des éleveurs, lesquels sont déjà très sensibilisés à la maladie.
Le parasite a une action spoliatrice : il détourne des protéines de l'hôte pour son propre métabolisme.
L'animal malade présente un appétit capricieux. Il a tendance à s'écarter du troupeau, à rechercher l'ombre et à se tenir debout immobile, les oreilles et la queue pendantes, complètement insensible aux agressions des insectes, dont il ne cherche même plus à se débarrasser avec sa queue.
Le pelage est terni : le luisant qui est signe de bonne santé a disparu.
Il peut y avoir un peu de diarrhée au début. Puis, l'animal se déshydrate : les yeux s'enfoncent dans les orbites. L'**anémie** devient, à ce stade, très nette, car les muqueuses sont roses pâles et le sang prend un aspect aqueux.
L'**hyperthermie** (plus de 39°C VS 38,5°C) est en dent de scie. Les pics sont dus aux décharges de parasites. Lorsque ces derniers se multiplient, ils sont attaqués par les défenses de l'hôte. Leur nombre diminue jusqu'à ce qu'ils acquièrent une nouvelle structure antigénique de surface. Dès lors, ils se multiplient à nouveau avant d'être mis en péril par un anticorps produit par l'organisme parasité, en réponse à la stratégie de variabilité antigénique du trypanosome. Ces changements se succèdent jusqu'à ce que les défenses de l'hôte ou le parasite aient le dessus, auquel cas ou bien l'animal se rétablit ou bien il meurt. Pour éviter tout biais, il convient de mesurer cette variable pendant la matinée, lorsque l'animal est au repos, avant que la température ambiante ait augmenté.
L'état général subit une aggravation constante. Ce phénomène de lente détérioration se poursuit selon un rythme déterminé par une série de facteurs qui agissent les uns sur les autres.
Au dernier stade de la maladie, on observe une faiblesse extrême : l'animal reste couché, les membres antérieurs repliés sous le corps.
Enfin, l'animal devient anorexique et ne tarde pas à mourir (BOYT, W.T., 1986).
Pour les animaux qui survivent, il a été constaté que les capacités de reproduction sont touchées. En Ethiopie, le suivi de 320 Zébus femelles, âgées de plus de 36 mois, de 1986 à 1992, a montré une indubitable corrélation entre le taux annuel d'avortement et la prévalence de la trypanosomose. En outre, les avortements ont lieu de manière prépondérante durant le dernier tiers de gestation (ROWLANDS, G.J. et al., 1994).

b) Immunodépression

Une expérience de FAYE, D. et al. (2002) a permis d'objectiver la dépression du système immunitaire d'animaux auxquels *Trypanosoma congolense* avait été inoculé. Le taux d'anticorps, en réponse à l'infection naturelle par un ver intestinal : *Haemonchus contortus,* a été plus bas comparativement au lot témoin. Les capacités de défense de l'organisme sont donc amoindries par la trypanosomose.

Ainsi, l'indole-éthanol, catabolite du tryptophane produit par le parasite, aurait non seulement une action hémolysante, neurotoxique mais aussi un effet immunodépresseur (AKPO, L.E., 1988).

B. Economique

1. En terme d'investissements

Compte tenu de l'impact néfaste des trypanosomoses dans le monde et plus particulièrement en Afrique, la Conférence Mondiale de l'Alimentation des Nations Unies, tenue en novembre 1974 à Rome, proposa d'investir 2,2 milliards de Dollar U.S. (soit 1 300 milliards de F CFA) à répartir sur 40 ans, dans une campagne d'éradication de cette maladie (TAYOU KAMGUE R.A., 1989).
Ce délai approchant de son terme, nous pouvons craindre que cette somme colossale n'ait pas permis de juguler la trypanosomose.
Un tel investissement financier correspond aux coûts d'une surveillance régulière au moyen de prises de sang et de l'administration rigoureuse de médicaments, soigneusement dosés, pour éviter la chimiorésistance. Les coûts sont encore alourdis par la nécessité de financer des activités visant à réduire, voire à éradiquer, les populations de glossines présentes (vecteurs des trypanosomoses les plus pathogènes pour le bétail). La lourdeur du financement fait que des projets par ailleurs bénéfiques, courent à la faillite (MACLENNAN, K.J.R., 1980).

Il est plus aisé d'estimer les coûts exacts des **mesures de lutte** que ceux des **conséquences de la maladie**. En effet, il suffit de s'intéresser au matériel et au personnel nécessaires, pour pouvoir réaliser une estimation correcte.
Deux éléments sont primordiaux, à savoir la disponibilité et le coût d'une organisation de terrain spécialement formée, dotée de bons moyens de transport et bénéficiant d'indemnités de déplacement. L'équipe doit aussi être dirigée par un entomologiste, pour procéder à des prospections répétées et établir la distribution des glossines dans le temps. Des prospections isolées risquent de ne pas être suffisantes pour assurer la prospérité de projets d'élevage en zone subhumide. A moins que les risques présentés par les tsé-tsé ne soient limités spatialement, on ne peut pas protéger tout le bétail de manière à assurer une production rentable (MACLENNAN, K.J.R., 1980).

Notons que l'économie des programmes de lutte est très différente de celle des programmes d'éradication sur de vastes superficies, où l'extermination est difficilement réalisable.
Au Botswana, si l'on prend les montants annuels investis pour contenir les infestations de *Glossina morsitans*, à l'exclusion de tout autre coût, les déboursements annuels après une éradication fructueuse diminuent considérablement au bout de deux ans. Au mieux, le coût d'un programme d'éradication se stabiliserait à la moitié du coût annuel d'un programme de lutte. Les dépenses majeures afférentes à l'éradication sont amorties au bout de cinq ans. Par ailleurs, le fait que la moitié de la superficie assainie ne servira pas à des fins « productives »mais protectrices n'invalide pas l'intérêt économique de l'éradication, lorsqu'elle est envisageable. En effet, il ne faut pas oublier que des terres ont été rendues disponibles à la production et que des contraintes indissociables des infestations ont été diminuées. **A long terme, l'éradication est moins onéreuse que la lutte** : les dépenses annuelles pour mettre la zone bonifiée à l'abri d'une invasion provenant de l'extérieur sont inférieures à celles encourues pour lutter contre les vecteurs (par diverses techniques que nous détaillerons dans le III) (MACLENNAN, K.J.R., 1980).

2. <u>En terme de manque à gagner</u>

(1) <u>Constat</u>

P.FINELLE évalue à 750 millions de Dollar U.S. par an, la production supplémentaire de viande sur les 7 millions de km^2 pâturables en Afrique, si la trypanosomose était jugulée. Cette estimation est d'ailleurs sous estimée si on tient compte en plus de la production laitière qui serait ainsi permise (TAYOU KAMGUE R.A., 1989).

Certains apportent un petit bémol à ce chiffre en signifiant qu'il serait nécessaire d'investir dans d'onéreuses infrastructures comme des points d'abreuvement, pour réellement utiliser ces surfaces. Il importe de constater que les vastes superficies de bons pâturages, notamment dans la zone subhumide, pourraient être utilisées en l'état même, par les pasteurs pour leur troupeau de Bovins, sans aucune mise de fonds, si ce ne sont les crédits nécessaires pour éliminer les glossines (MACLENNAN, K.J.R., 1980).

Quoiqu'il en soit, d'après les scénarios de la FAO, 120 millions de Bovins supplémentaires serait le nombre que pourrait héberger l'aire occupée par les tsé-tsé en Afrique.

Ces **120 millions de têtes supplémentaires** produiraient 15 kilogrammes de viande par habitant et par an, soit un total de 1,8 millions de tonnes de viande par an. Mais cette estimation se base sur une densité de 20 animaux par km^2 ce qui paraît élevé et omet l'accroissement de la population des petits ruminants (HOSTE, C.M., 1987).

Le tableau 1 nous dresse la situation numérique actuelle du cheptel des Bovins et des Petits Ruminants dans les pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest. Il est clair que cette production est faible par rapport à la population à nourrir.

Cette considération est tout à fait vérifiée au Bénin. L'effectif des ruminants est deux fois moins important que celui des humains. Par contre, le nombre de volailles détenues est quatre fois supérieur au nombre d'habitants. Nous pouvons en déduire qu'en 1994, les besoins carnés des béninois étaient surtout assurés par ces oiseaux.

PAYS	BOVINS	OVINS	CAPRINS	VOLAILLES	POPULATION x 10^6
Angola	3 608	255	1 570	6 400	10
<u>Bénin</u>	**<u>1 350</u>**	**<u>940</u>**	**<u>1 198</u>**	**<u>20 000</u>**	**<u>5</u>**
Cameroun	5 112	3 770	3 767	20 000	12
Cap vert	20	7	137	617	
Congo	70	111	305	1 800	2
Côte d'Ivoire	1 449	1 251	976	26 919	13
Guinée équatoriale	5	36	8	253	
Gabon	44	170	83	2 600	1
Gambie	455	121	150	573	1
Ghana	1 860	3 288	3 337	12 100	16
Guinée	1 917	435	460	13 800	6
Guinée Bissau	569	263	276	878	1
Libéria	42	210	220	3 500	2
Nigéria	18 387	14 455	25 497	122 000	108
Sénégal	3 094	4 600	3 200	38 000	8
Sierra Leone	431	302	168	6 200	4
Togo	295	1 250	2 048	6 100	4
TOTAL	38 708	31 464	43 400	281 740	193

<u>Tableau 1 : Effectif (en milliers) de bétail dans les pays sub-sahariens importateurs en 1994</u>

Source : FAO

La population animale en Afrique subsaharienne peut être estimée à 192 millions de Bovins, 200 millions d'Ovins, 176 millions de Caprins, 21 millions de Porcins, 1 milliard de Volailles pour une population humaine de 550 millions d'habitants. Il y a un net déséquilibre d'effectifs propice à l'importation. Toutes les prévisions indiquent une détérioration probable de la situation, imputable à l'élargissement du fossé séparant l'offre de la demande. L'autosuffisance n'est donc pas de mise.
Les pays côtiers essaient parfois de combler leur déficit par le recours aux produits halieutiques.

En tout état de cause, une regrettable baisse de la consommation de viande bovine et ovine est enregistrée, et fait aussi certainement suite à une diminution du pouvoir d'achat. Depuis la dévaluation du franc CFA, le pouvoir d'achat des consommateurs, déjà bien amoindri par les programmes d'ajustement structurel, a pris un deuxième coup. La viande est devenue un aliment de luxe, dont le prix à l'étal est élevé, à cause de :

- L'augmentation de la demande par rapport à l'offre.
- Des nombreux intermédiaires, des taxes et commissions prélevées tout au long de la filière.

Nous touchons ici du doigt tout l'enjeu reposant sur la maîtrise du risque trypanosomien. Si cette pression était supprimée, ou plus raisonnablement contrôlée, l'élevage pourrait contribuer à l'essor économique de pays qui sont encore tributaires des importations, notamment en provenance des pays sahéliens.

Ceci dit, la trypanosomose n'est malheureusement pas le seul facteur limitant à un bon développement du commerce de la viande. Pour gérer des produits de boucherie, il faut aussi, par exemple, être vigilent quant au respect de la chaîne du froid. Une alternative traditionnelle qui remédie à ce problème est à citer : le fumage. Mais, il reste vrai que, dans certaines régions, la pénurie de viande tient davantage à des **problèmes d'abattage ou de commercialisation**, qu'au manque de bétail ou de pâturages.
Toutefois, dans d'autres contrées, surtout en zones subhumides, les besoins en viande de la population se font toujours plus pressants et pourraient être mieux satisfaits par les troupeaux nationaux existants, si les pâturages étaient débarrassés des tsé-tsé, vectrices de la trypanosomose (AKAKPO, A.J. et al., 1999).

Prenons l'exemple de ces dernières décennies en Zambie, surtout au sud-ouest, où l'expansion territoriale des tsé tsé mène à de désastreuses conséquences. La population n'a pas, dans cette région, la mobilité des pasteurs d'Afrique occidentale et doit vendre ses Bovins pour acheter ses vivres, qu'elle ne peut tirer de la terre. Au début, la stratégie a consisté en la création d'un parc national couvrant la zone envahie, qui était inoccupée. Mais des cas de trypanosomoses se sont manifestés avec ampleur dans les zones adjacentes. En 1974, 118 000 traitements ont été nécessaires et les pertes se sont tout de même élevées à 37 000 Bovins. Par l'intermédiaire de cet exemple, nous pouvons chiffrer les dégâts et ainsi mieux cerner l'appauvrissement des éleveurs qui ont choisi de rester en essayant tant bien que mal de s'adapter aux réalités du terrain (MACLENNAN, K.J.R., 1980).
L'inquiétude grandit, dans la mesure où les pays sahéliens producteurs semblent actuellement dans l'incapacité de subvenir au besoin de tous les pays côtiers déficitaires. Le pire pour l'économie du continent peut être envisagé, si ces pays devenaient à leur tour des importateurs (AKAKPO, A.J. et al., 1999).
Au déficit en produits carnés s'ajoute celui en **produit laitier**, qui est encore plus important (JANHKE, H.E., et al., 1987).

(2) Stratégie de développement malgré la contrainte trypanosomienne

Il s'agit d'un véritable défi à relever mais l'enjeu est motivant car une meilleure satisfaction des besoins pourrait ouvrir une porte vers le développement. Il est préconisé de mettre en œuvre une politique effective d'intensification des productions animales. Le but premier est d'atteindre, une sécurité alimentaire en viande et de garantir l'approvisionnement des centres urbains mais aussi des zones rurales (AKAKPO, A.J. et al., 1999). Ensuite, avec espoir et enthousiasme, on peut rêver d'un élevage florissant, débarrassé de la contrainte trypanosomienne, pouvant entrer dans les rangs du commerce international. Les pays hypothétiquement concernés ne seraient plus déficitaires du fait de leur recours à l'importation, mais pourraient idéalement s'enrichir grâce à l'exportation.

En général, les initiatives prises dans le domaine de l'élevage devraient être fondées sur le secteur traditionnel. Cette stratégie offre plusieurs avantages, comme des besoins moindres en devises étrangères et fourrages de qualité supérieure, et une contribution plus effective au développement rural (JANHKE, H.E., et al., 1987).
Pour cela, il est nécessaire d'avoir recours à une politique des prix encourageante, participant à un accroissement de la production et de la productivité. Mais la réponse de la production intérieure reste difficile à évaluer et dépend dans une large mesure de l'accès du producteur au système financier et à la confiance qu'il lui porte.
Durant ce délai, les importations restent encouragées pour assurer la subsistance de la population. Il apparaît donc un **besoin financier net s'étendant sur plusieurs années**. Il ne suffit donc pas de transférer les ressources des importations aux projets de développement de l'élevage pour équilibrer les objectifs à court terme (approvisionnement alimentaire) et à long terme (production nationale).

Par ailleurs, il importe que les prix des produits importés restent stables pendant un certain temps, et que des quantités suffisantes de produits soient disponibles en temps voulu. Or, une telle situation relève de l'utopie car les prix ne sont pas déterminés que par les lois du marché. Mais, il paraît évident, dans le cas des produits de l'élevage, que seuls quelques pays parviennent à contrôler tant les quantités que les prix. Il s'agit ici de l'objectif ultime à atteindre. En tous cas, une politique africaine exclusivement basée sur les importations entraînerait le continent de la carence à la dépendance dans un domaine de toute première importance.

Donc, même si les solutions (que nous détaillerons ultérieurement) sont limitées, il est impératif que la production animale se développe dans l'ensemble de l'Afrique tropicale. Ainsi, on peut déjà constater que certains pays africains s'efforcent de **réaliser un équilibre entre les importations et les produits locaux**. Ceci permet un approvisionnement immédiat des plus pauvres, surtout dans les villes. Par ailleurs, ils entreprennent le financement public des projets de développement axés sur l'élevage, dans le but d'offrir plus d'emplois aux populations locales (JANHKE, H.E., et al., 1987).

BILAN :

Il est clair que la trypanosomose, notamment bovine, est **une contrainte majeure pour le développement de l'agriculture en Afrique subsaharienne et plus spécifiquement de l'élevage :**

- Réduction du cheptel de 30 à 50%
- Réduction de la production de viande et de lait d'au moins 50%
- Réduction d'environ 40% de terre traitée par la traction animale
- Réduction d'environ 5 à 10% de la valeur totale de la production agricole
- Dépeuplement de zones agricoles riches
- Paupérisation continue des populations rurales
- Renforcement de l'exode rural
- Maintien de la dépendance des pays des zones infestées vis à vis de l'extérieur

N'ayons pas peur des mots, nous sommes confrontés à un véritable **FLEAU** (PANGUI, L.J., 2001).

Pour le combattre, il est indispensable de faire un peu d'épidémiologie, au travers des interactions vecteur-hôte-parasite.

II. LES PROTAGONISTES DE LA TRYPANOSOMOSE BOVINE AFRICAINE

A. Le parasite : les trypanosomes

La principale source documentaire de cette partie est constituée par les écrits de ITARD, J. (1986).

1. Présentation

Les trypanosomes sont des Protozoaires. Il s'agit d'êtres unicellulaires, microscopiques, de forme allongée, dont la locomotion est, dans ce cas, assurée par un unique flagelle. Ce sont des parasites obligatoires (intra-vasculaires et extra-cellulaires) et leur hôte définitif est un vertébré. Le trypanosome se nourrit dans le sang par endocytose. Il se déplace grâce au flagelle et aux contractions pariétales, et se reproduit par division asexuée.

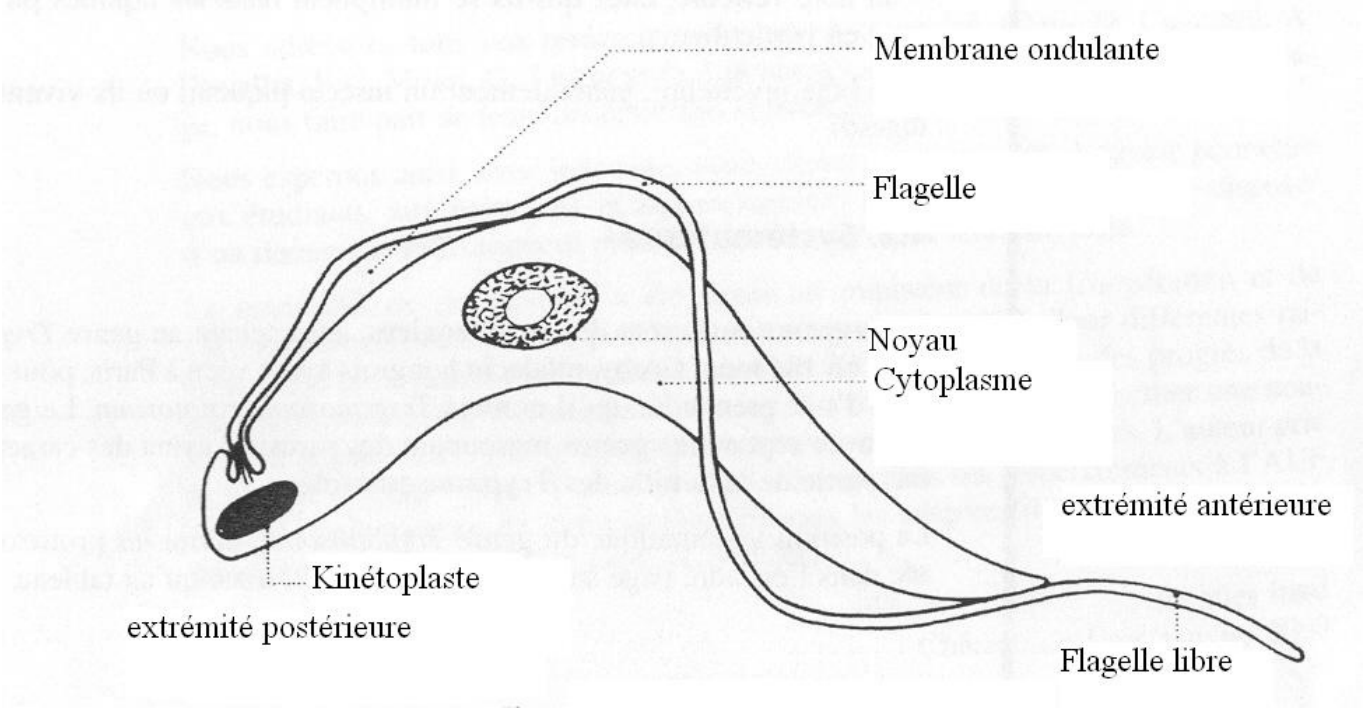


Figure 1 : Schéma d'un trypanosome (stade trypomastigote)

Source : ITARD, J, 1986

a) Morphologie

La forme et la taille sont variables et fonction du stade évolutif du trypanosome. Dans le genre Trypanosoma, tous les trypanosomes passent par un stade épimastigote non infectant chez la glossine et donnent ensuite les formes trypomastigotes métacycliques infectantes.
Ils mesurent 10 à 40 µm de long sur 2 à 3 µm de large.

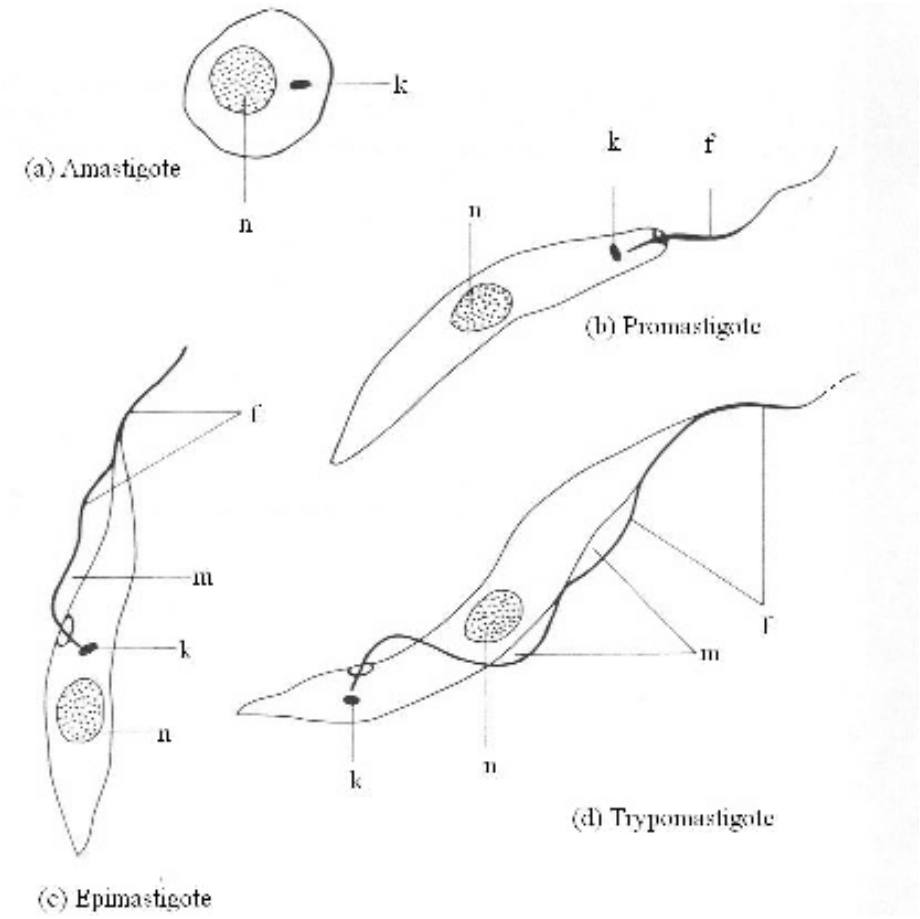


Figure 2 : Principaux types morphologiques d'évolution des Trypanosomatidés
(n = noyau, k = kinétoplaste, f = flagelle, m = membrane ondulante)

Source : ITARD, J, 1986

b) Structure

La **paroi cellulaire** constitue le marquage antigénique de surface du parasite. Il s'agit plus précisément d'une couche de glycoprotéines qui peut être rejetée puis reformée. Le trypanosome résiste ainsi aux anticorps formés par l'hôte définitif. On parle alors de variabilité antigénique, aptitude absente chez les formes intermédiaires de développement mais acquise au cours de la transformation en formes infectantes.
Le **kinétoplaste**, dont la fonction est analogue à celle des mitochondries, a donné son nom à l'ordre des Kinetoplastidae. Ce système dynamique, en association avec le reste du système mitochondrial, participe à la respiration cellulaire. Il constitue la structure basale du flagelle.
Le **flagelle**, quant à lui, est impliqué dans la locomotion du parasite. Il forme la membrane ondulante dans les zones où il est relié à la paroi par des desmosomes.

2. Classification et caractères spécifiques des trypanosomes ayant une importance en médecine vétérinaire

Voici quelle est leur place dans la systématique :

- Embranchement : *Protozoaire*
- Classe : *Zoomastigophora*
- Ordre : *Kinetoplasmatida*

- Famille : *Trypanosomatidae*
- Genre : *Trypanosoma*

On compte sept espèces de trypanosomes africains pathogènes, dont chacune existe dans l'éventail des différentes espèces animales domestiques atteintes. Chacune aura sa propre pathogénicité en fonction de l'espèce hôte touchée.

Sous-genre	**Espèces**	**Groupes d'animaux parasités**
Dutonnella	*T.vivax*	**Ruminants** et Equidés
	T. uniforme	Signalé chez les **Ruminants**
Nannomonas	*T. congolense*	**Ruminants**, Carnivores, Equidés
	T.simiae	Porcins
Trypanozoon	*T.brucei*	Equidés, Carnivores, **Ruminants**
	T.evansi	Camélidés*, Equidés, Carnivores
	T.equiperdum	Equidés

* : trypanosomose appelée « surra »

Tableau 2 : Trypanosomes fréquemment rencontrés chez les animaux domestiques

De plus, il existe de nombreuses souches à l'intérieur d'une même espèce, là encore, avec une pathogénicité souvent variable.

HOARE, A.C. (1972), a classé la famille des Trypanosomatidae des mammifères selon leur mode de transmission.

Pour la section des **Stercotaria**, la transmission est qualifiée de **postérograde** car elle se fait à l'aide des déjections de l'insecte vecteur, issues de la partie postérieure de l'intestin et qui contiennent les formes infestantes. Ce n'est pas dans cette section que l'on retrouve les trypanosomes Africains qui nous intéressent, notamment de par leur incidence économique que nous venons d'étayer dans le premier chapitre.

Nous allons donc nous attacher plus intensément à la description de la section des **Salivaria** puisqu'elle inclut tous les trypanosomes pathogènes existant sur le continent africain. Ce sont des parasites dixènes, c'est-à-dire que leur cycle nécessite le passage dans deux organismes différents. Dans ce cas, il y a maturation dans l'organisme vecteur puis transmission à l'hôte. La transmission se fait toujours par l'intermédiaire d'un insecte hématophage, essentiellement des glossines chez lesquelles se déroule un cycle biologique dans la portion antérieure du tube digestif. L'inoculation se fait par une piqûre dans le derme, à l'occasion du repas. La transmission est alors qualifiée d'**antérograde** et met en jeu la salive de l'insecte piqueur, d'où le nom de cette section.
La durée de la période prépatente (de l'inoculation à la détection du parasite dans le sang) varie généralement de une à trois semaines, en fonction de l'espèce et de la souche de trypanosome, du nombre de trypanosomes injectés et de l'état immunitaire de l'hôte (CLAUSEN, P.H., et al., 1993).

a) Trypanosoma vivax

Il appartient au sous genre *Dutonnella* CHAMERS (1918).

Ce trypanosome de grande taille (18 à 31 µm) possède chez l'hôte un long flagelle, un gros kinétoplaste terminal ou subterminal, ainsi qu'une membrane ondulante. Il se caractérise par sa **mobilité** lors de son observation à l'état frais, entre lame et lamelle. En fait, le flagelle a un mouvement de spirale rapide qui permet au parasite de se visser dans le milieu et de traverser les champs du microscope de manière caractéristique.

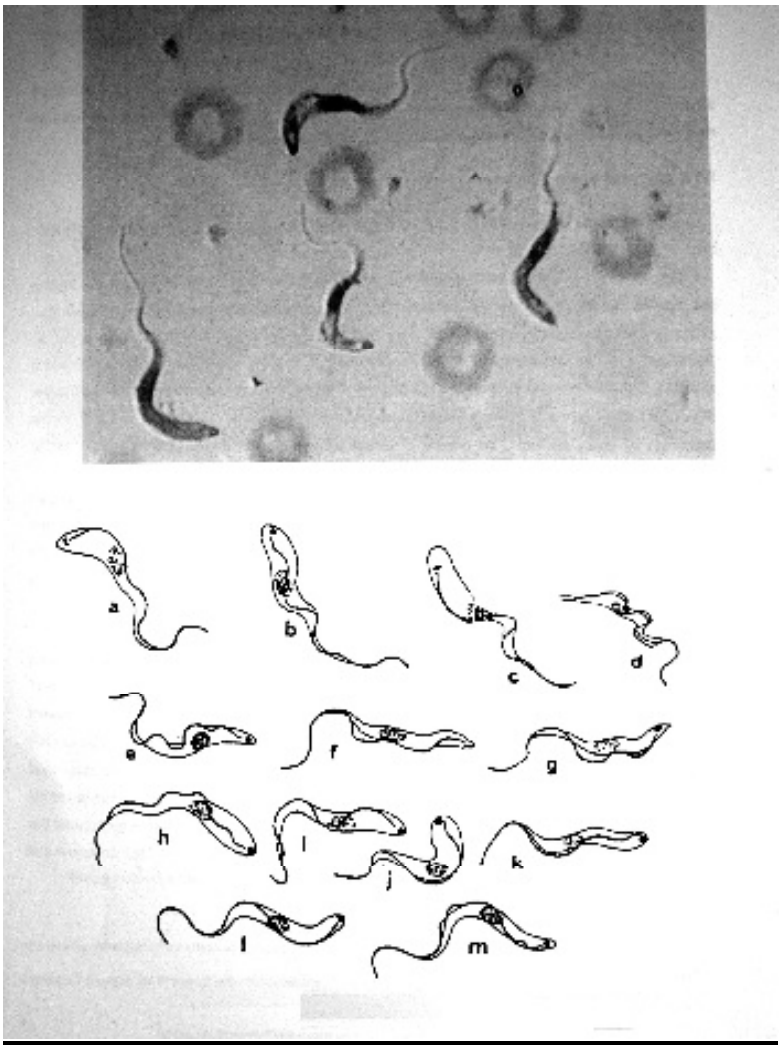


Figure 3 : Frottis et morphologie de *T. vivax*

Source : SIDIBE, I et al. (2001)

Après fixation des formes épimastigotes sur le labre de la glossine, les formes trypomastigotes infectantes se développent dans l'hypopharynx.

La figure 4 illustre ce phénomène pour les trois espèces majeures de trypanosomes dont nous allons traiter.

Les organes colorés en gris foncé correspondent aux sites anatomiques de la glossine, propices à la réalisation du cycle. Dans le cas de *T. vivax*, le parasite ne se développe que dans la trompe ou proboscis.

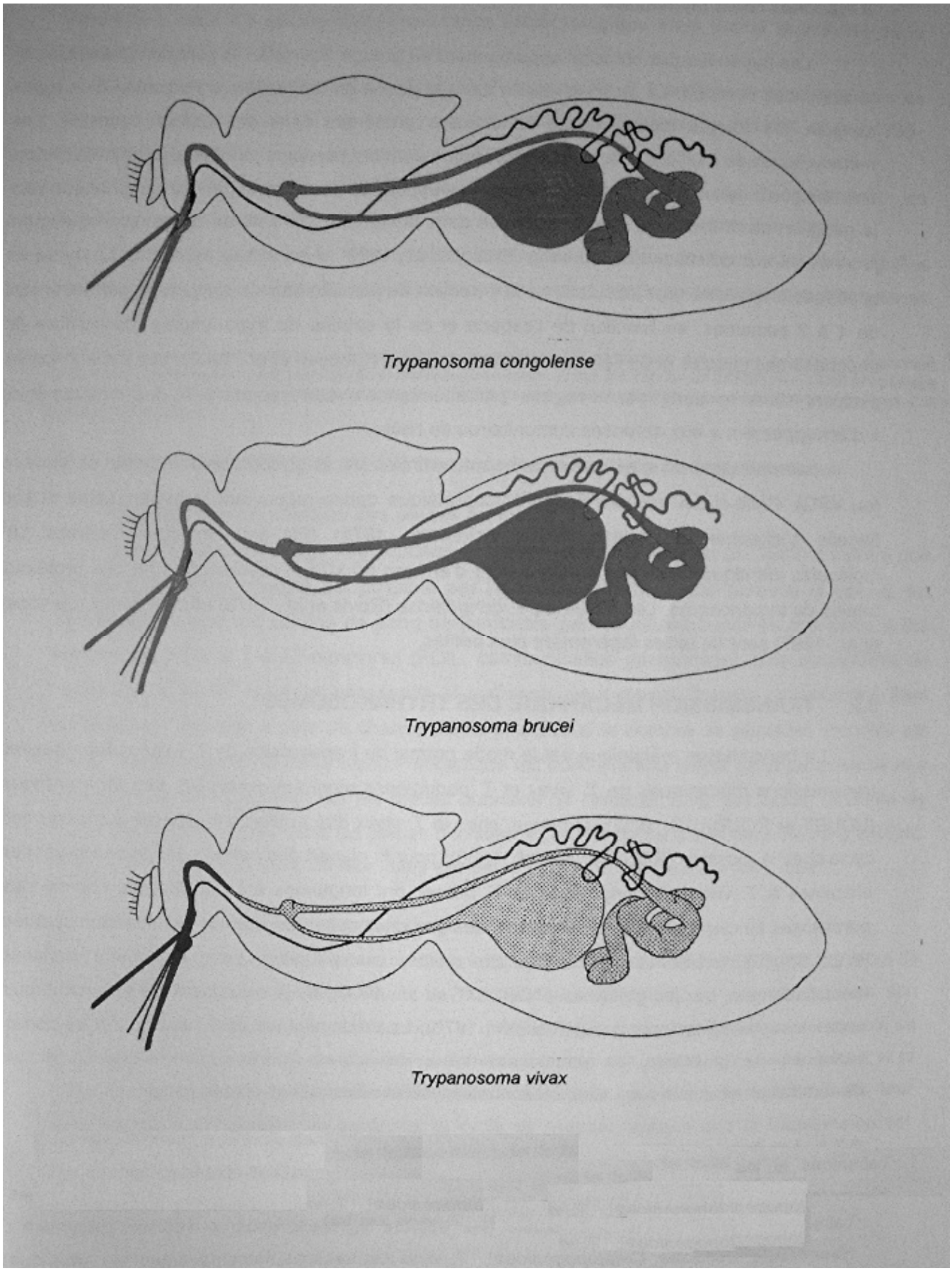


Figure 4 : Cycles de développement des 3 types de trypanosomes dans la glossine

La durée du cycle varie en fonction de la température (5 jours à 30°C, 13 jours à 25°C).

T. vivax est largement répandu en Afrique tropicale et donc au Bénin. Toutes les espèces de glossines peuvent le transmettre. De plus, il est aisément transmis mécaniquement par divers arthropodes hématophages, dont les stomoxes et les tabanidés (MIHOK, S. et al., 1995).
Le réservoir, du fait du nombre d'espèces réceptrices est immense.

b) Trypanosoma congolense

Il appartient au sous-genre *Nannomonas* HOARE (1964).
Dans le sang des hôtes mammifères, *T .congolense* est un petit trypanosome, sans flagelle libre. Au microscope, il est de petite taille (12 à 17 µm) et se trouve souvent caché par les globules rouges. Il **frétille sur place** mais ne traverse pas les champs microscopiques.

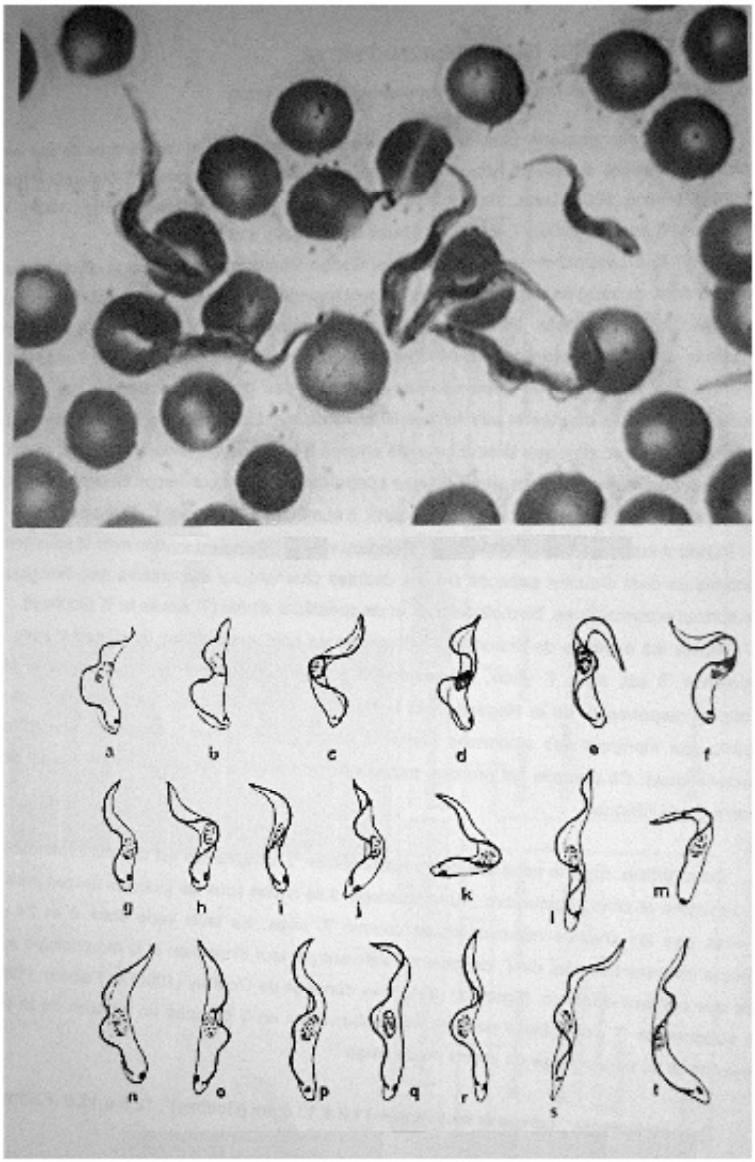


Figure 5 : Frottis et morphologie de *T. congolense*

Source : SIDIBE, I et al. (2001)

Son nom provient du site de sa découverte : la République Démocratique du Congo, en 1904.
Le cycle dans la glossine, se produit dans l'intestin moyen et le proboscis pour se terminer par la présence des métatrypanosomes infectants (proches des formes sanguines) dans l'hypopharynx. Ceci est visualisable sur le document précédent par la couleur gris foncé.
La durée du cycle est variable et dure en moyenne une vingtaine de jours (de 7 à 53 jours selon la température).

c) Trypanosoma brucei

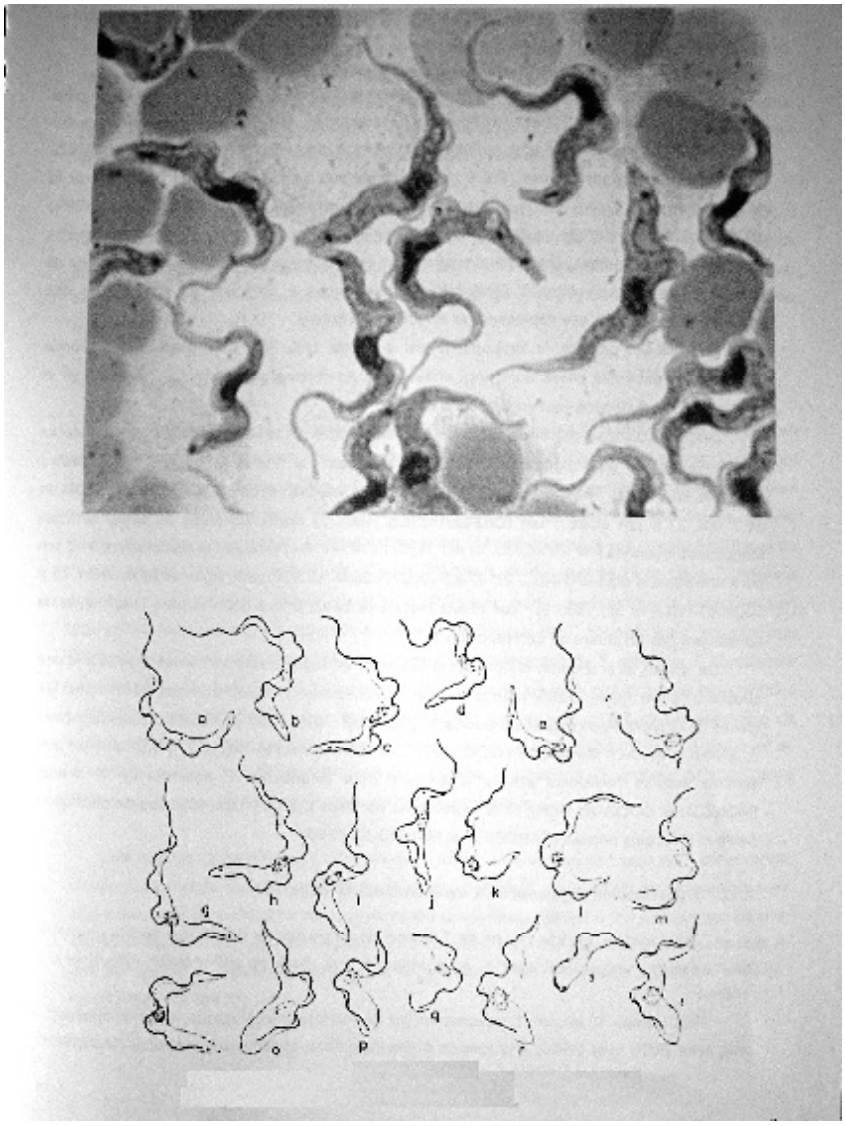


Figure 6 : Frottis et morphologie de *T. brucei*

Source : SIDIBE, I et al. (2001)

Il appartient au sous-genre *Trypanozoon.*
T.brucei est de forme allongée, en fuseau, de 11 à 42 µm de longueur et de 2 à 3 µm de largeur. Il présente un flagelle plus ou moins développé délimitant avec le périplasme une membrane ondulante, permettant de distinguer plusieurs stades de différenciation du parasite,

aussi bien chez l'hôte mammifère que chez le vecteur. Les formes sanguines présentent deux types morphologiques principaux :

- les formes grêles et allongées, ayant un flagelle libre et ondulant
- les formes trapues et courtes qui ne se développent plus tard que chez le vecteur
- les formes intermédiaires qui s'ajoutent aux deux précédentes.

T.brucei est couramment rencontré chez les Equidés et la plupart des Ruminants. Mais, sa **pathogénicité** semble **nettement moindre** que celle de *T.vivax* et *T. congolense.*

Quant au cycle parasitaire, il est un peu plus complexe que les précédents.
Une multiplication intense a lieu dans la trompe. Puis, certaines formes gagnent le proventricule pour devenir des formes qui ne se divisent plus. Ces dernières peuvent retourner dans la trompe et aller ensuite coloniser les glandes salivaires, où il y aura multiplication et différenciation en formes métacycliques infestantes.

B. Le vecteur biologique : la mouche tsé-tsé

Le vecteur est un « arthropode hématophage qui assure la **transmission biologique** (ou mécanique) **active** d'un agent infectieux d'un vertébré à un autre vertébré » (RHODAIN, F. et al ., 1985).
La transmission biologique implique que l'agent pathogène réalise un cycle évolutif chez le vecteur lorsqu'il s'agit d'un parasite. De même, pour une bactérie ou un virus, ce mode de transmission signifie qu'au moins une multiplication ait lieu.

Par opposition, la transmission mécanique n'induit pas de spécificité parasitaire car aucune transformation de l'agent pathogène n'est effectuée dans l'organisme vecteur. En effet, la transmission est rapide : elle se fait entre deux repas de sang assez proches. La survie du trypanosome est très courte chez de tels vecteurs. Les insectes concernés sont principalement des Tabanidés ou des stomoxes. A noter qu'ils permettent la transmission des parasites hors de l'aire de répartition des glossines, en Guyane française notamment (DESQUESNES, M., 1997).

Nous nous intéresserons donc prioritairement aux glossines, qui sont les vrais **vecteurs biologiques des trypanosomes africains.**

1. Rôle

Les glossines constituent donc les principaux vecteurs de cette maladie. Rien ne permet d'affirmer qu'en l'absence de ces mouches, la maladie soit à même de subsister. Certains facteurs, en particulier, la difficulté de détecter des populations de glossines de faible densité, ont amené des expérimentateurs à penser que la trypanosomose peut sévir dans des zones d'où la glossine serait apparemment absente (WELLS, E.A., 1972).
Néanmoins, nous userons du précepte selon lequel, la mouche tsé-tsé joue un rôle fondamental dans le maintien de la trypanosomose africaine. On ne signale pas, en l'absence de cet insecte, de problèmes pathologiques à proprement parler. On relève toutefois, entre les deux extrêmes (c'est-à-dire d'une part, une forte pression glossinaire sur le cheptel, et d'autre part, les régions où la mouche ne semble pas sévir, et par voie de conséquence, la maladie non plus), une variété de types de répartition des tsé-tsé et de la maladie. Ceux-ci, ne sont ni statiques dans le temps, ni dans l'espace (JORDAN, A.M., 1977).
Ces Diptères sont d'une importance capitale dans l'épidémiologie des trypanosomoses et sont présents sur **11 millions de km² de territoire africain**. Leur répartition se limite par le 14-

15ème degré de latitude nord, et le 20ème degré de latitude sud. Par ailleurs, les tsé-tsé meurent quand la température moyenne annuelle descend en dessous de 20°C et la moyenne annuelle des pluies en dessous de 600 mm. Ainsi, les déserts du Sahara au Nord, et du Kalahari au Sud, encadrent la zone de répartition des glossines.
La zone en question est matérialisée sur la carte suivante par des hachures.

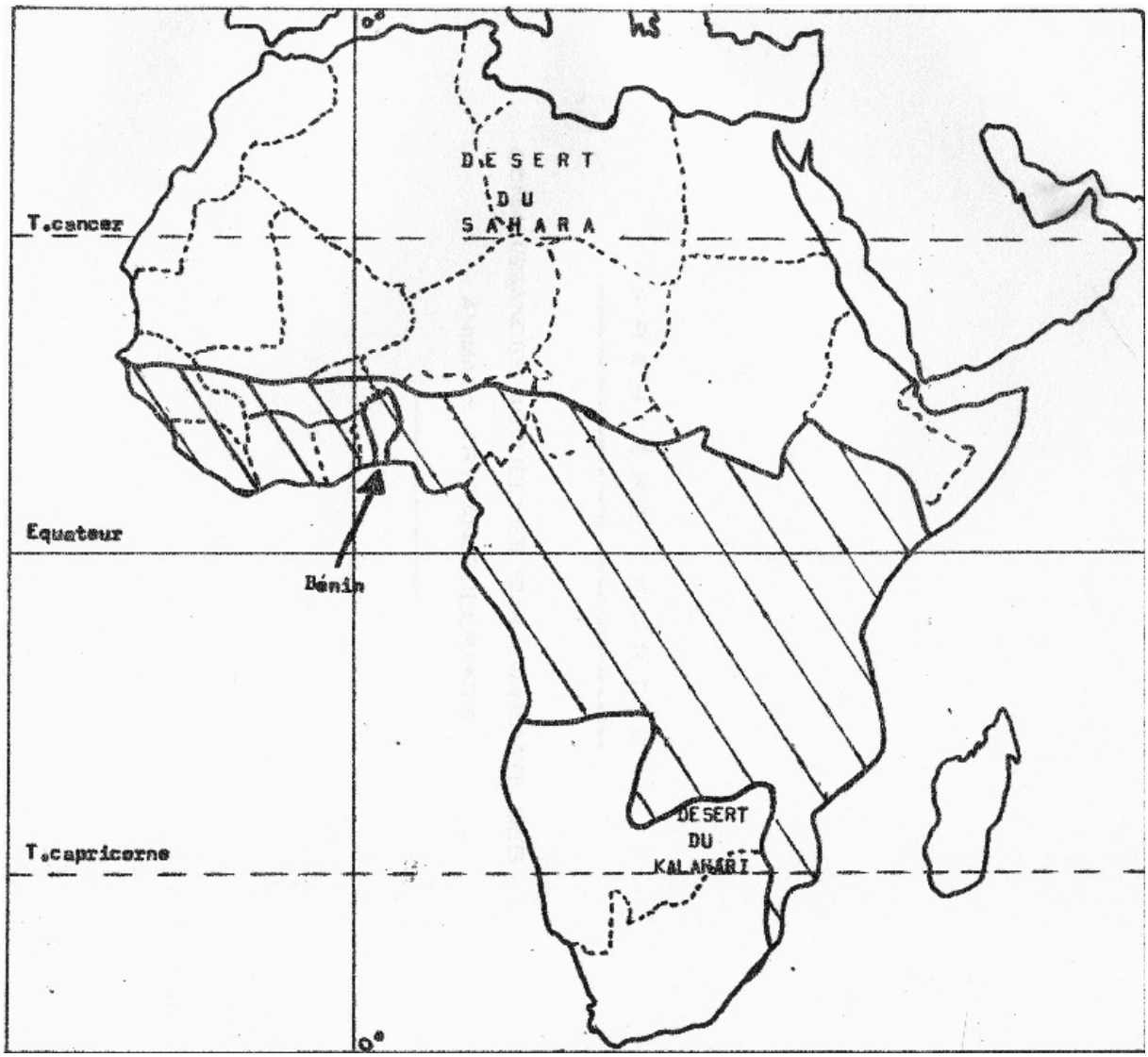


Figure 7 : Carte de la répartition des glossines sur le continent africain

Source : CODJA, V., 1981

En passant à une échelle plus restreinte, celle du pays, nous constatons que leur répartition n'est pas uniforme, puisque chaque espèce a des exigences particulières relatives à la végétation constitutive de son habitat (cf. paragraphe *4*).

2. Morphologie

Il s'agit de mouches allongées mesurant de 11 à 16 mm, ayant comme caractéristique de croiser les ailes au repos. Leur couleur est d'un brun noirâtre, mais en aucun cas métallique.

Comme tous les insectes, le corps comprend trois parties :

- la tête, portant les yeux, les antennes et les pièces buccales
- le thorax, portant ailes et pattes
- l'abdomen, se terminant par les organes génitaux externes.

Leur morphologie générale diffère de la plupart des autres *Muscidae* par l'adaptation de leurs pièces buccales à la piqûre, ce qui les fait parfois ranger dans la catégorie des « muscoïdes piqueurs ».

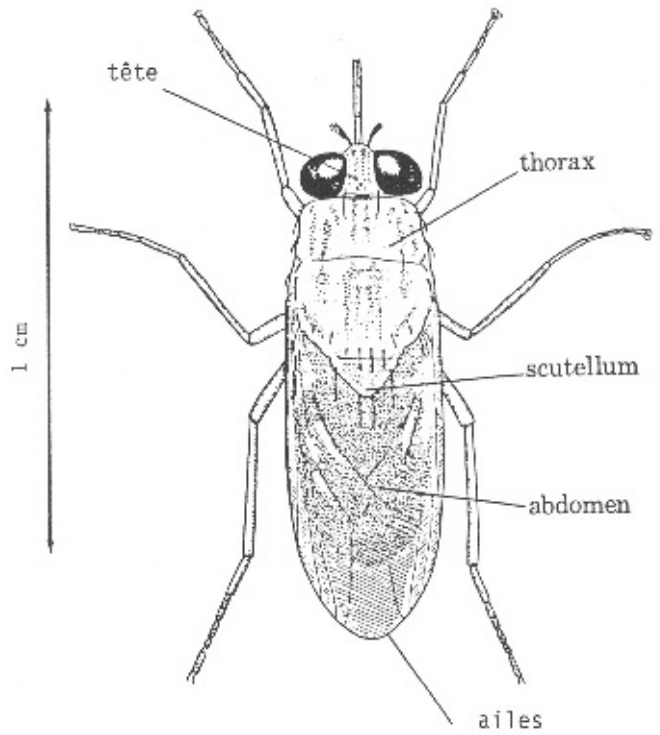


Figure 8 : Schéma d'une vue dorsale d'une glossine

Source : ITARD, J., 1986

La femelle ainsi que le mâle sont dotés d'une **trompe** ou **proboscis**. En effet, chez les glossines, les deux sexes sont hématophages et possèdent donc des pièces buccales permettant la piqûre.
Comme sur le schéma précédent (figure 8), la trompe, située à la base de la tête, est dirigée vers l'avant au repos et protégée par les palpes maxillaires. Leur aspect en plumeau est dû à la présence de poils raides à leur surface, tandis que leur face interne est creusée en gouttière.
Au moment de la piqûre, la trompe est abaissée verticalement alors que les palpes restent à l'horizontale.

La figure 9 permet de visualiser les trois parties formant cette fameuse trompe :

- le **labium**, formé de deux pièces rigides que sont la théca ventralement et la gouttière labiale dorsalement
- le **labre**, qui s'engrène avec la gouttière labiale pour former le canal à travers lequel le sang est aspiré
- l'**hypopharynx**, long tube très fin permettant l'écoulement de la salive.

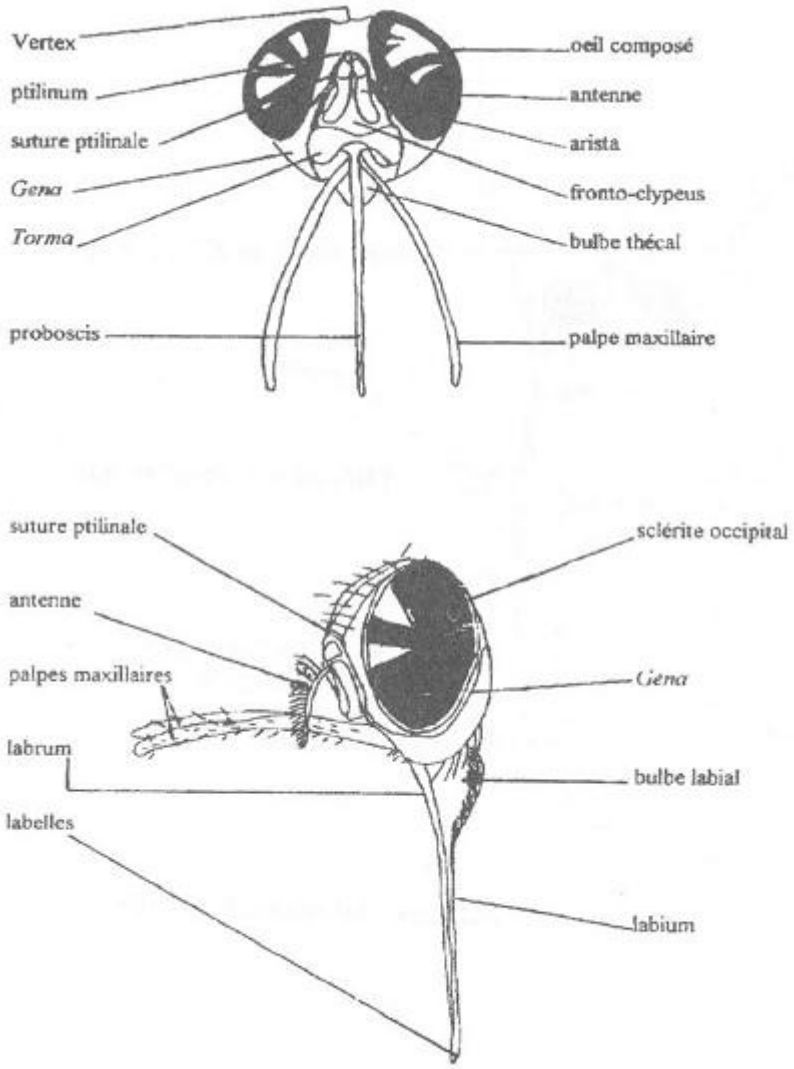


Figure 9 : Schéma de la morphologie de la tête de la glossine (vues de face et profil)

Source : ITARD, J., 1986

La peau de l'hôte est percée grâce aux mouvements alternatifs des labelles munis de dents et de râpes qui dilacèrent les tissus sous-cutanés. La brèche ainsi créée permet **l'injection de salive** qui empêche la coagulation, et qui peut aussi contenir des métatrypanosomes, si la mouche est infectée. Auquel cas, un chancre d'inoculation peut apparaître à l'endroit de la piqûre.
Quoiqu'il en soit, la piqûre est sensée être indolore.

Il existe 22 espèces différentes de glossines.
La distinction peut notamment se faire par la couleur du tarse (cf. figure 10).
Les espèces présentes au Bénin sont mentionnées dans le tableau 3. Ces dernières retiendront donc plus particulièrement notre attention.

Sous genre *Austenina* (groupe *fusca*)	**Sous genre *Glossina*** (groupe *morsitans*)	**Sous genre *Nemorhina*** (groupe *palpalis*)
fusca congolensis	*longipalpalis*	*palpalis gambiensis*
medicorum	*morsitans submorsitans*	*palpalis palpalis*
		tachinoides

Tableau 3 : Espèces de glossines présentes au Bénin

Source : ITARD, J., 1986

La coloration des segments tarsaux est utilisée en systématique pour séparer le groupe palpalis (ou sous genre *Nemorhina*) dont les tarses sont entièrement noirs, du groupe morsitans (ou sous genre *Glossina*) dont les tarses des pattes postérieures sont noirs sur les $4^{ème}$ et $5^{ème}$ segments.
Par ailleurs, ces tarses ont une importance biologique car ils portent de nombreuses structures sensorielles. Elles permettent notamment une prise de connaissance de la température de l'hôte.

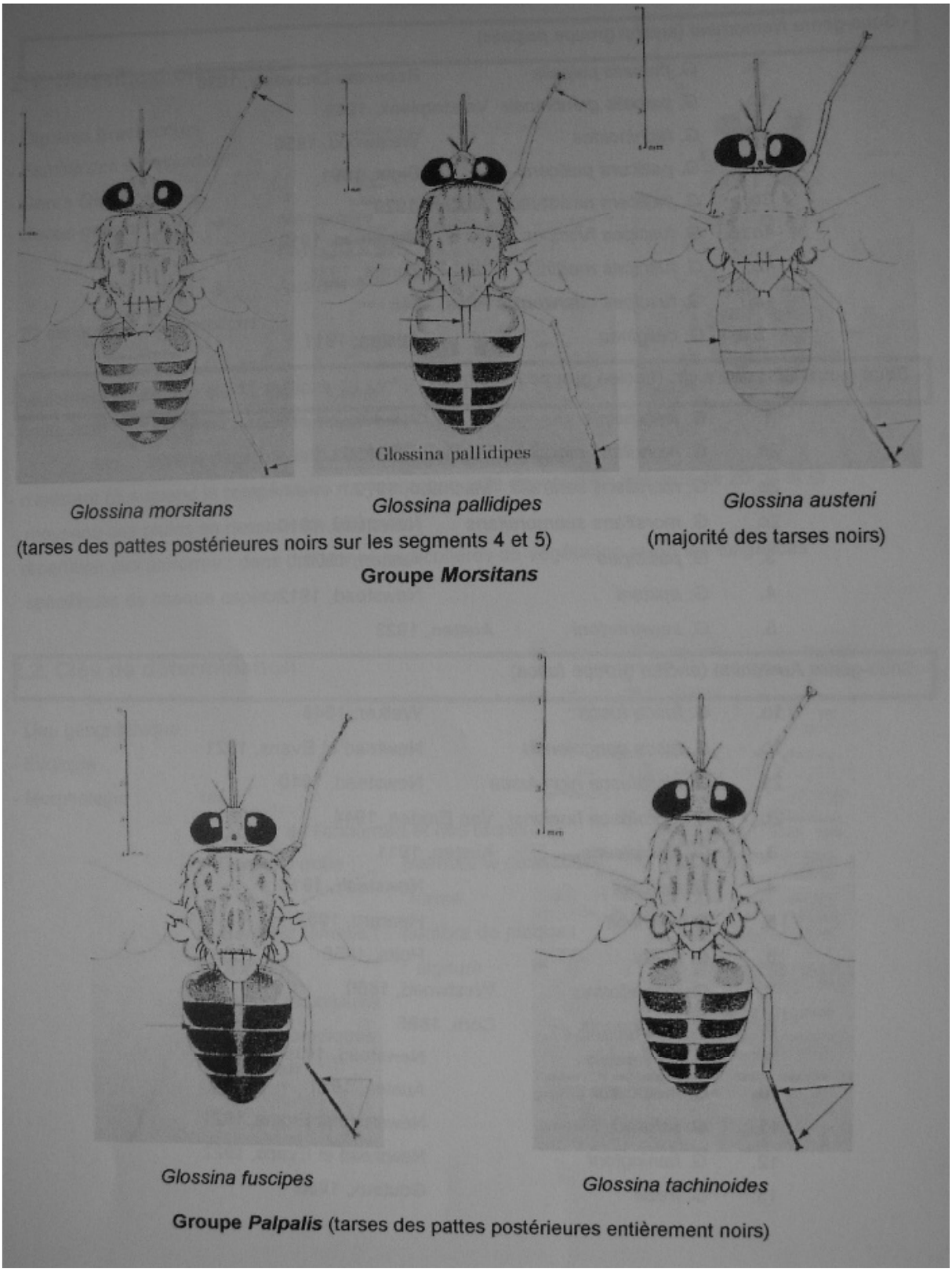


Figure 10 : Critères de différenciation de différentes espèces de glossines

Source : illustrations FAO

3. *Classification*

Voici la place qu'occupe la mouche tsé tsé dans la systématique :

- Embranchement : Invertébrés
- Classe : Arthropodes
- Ordre : Diptères
- Famille : Glossinidae
- Genre : Glossina

4. *Répartition*

Nous avons précédemment dressé un tableau des espèces présentes au Bénin. Nous pouvons désormais dévoiler leur localisation grâce à la figure suivante.
Ce document permet de cerner l'ambit de chaque espèce de mouches. Selon JACKSON (1941), il s'agit de l'espace assez bien défini dans lequel se meut la glossine durant sa vie.
Cette dernière se déplace beaucoup ce qui constitue une limite concernant la lutte anti tsé-tsé. Des va et vient pour se nourrir, se reproduire ou trouver un lieu de repos sont à l'origine de cette mobilité.

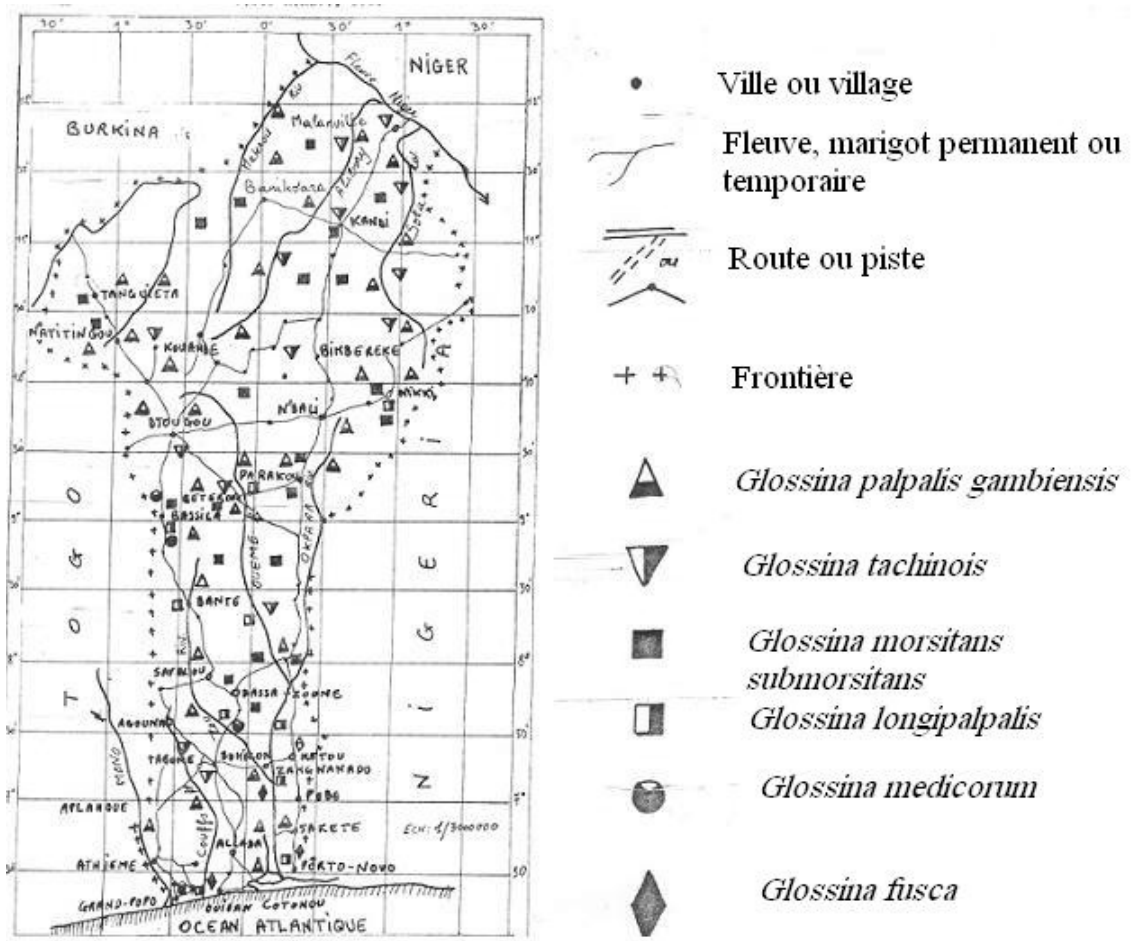


Figure 11 : Carte de la répartition des glossines au Bénin

Source : AKPO, L.E., 1988

La densité importante de pictogrammes sur la figure 11, permet de se rendre compte que **tout le territoire du pays est infesté de glossines.**
Leur répartition dépend des espèces : hydrophiles dans le Sud et Centre Bénin, xérophiles dans le Nord. Pendant la saison pluvieuse, on trouve généralement les deux types de mouches. Par contre, pendant la saison sèche, les espèces hydrophiles se replient le long des cours d'eau, dans les galeries forestières.

a) Le groupe fusca

Ce groupe est composé de douze espèces qui ne se nourrissent que très rarement sur le cheptel. Elles n'ont donc **guère d'impact sur la trypanosomose**. Ceci s'explique par leur milieu de vie : la forêt tropicale ou les galeries forestières de la savane. Le contact avec le bétail se trouve donc être ainsi très limité, hormis dans les fermes de l'élevage de Bétécoucou et Samiondji.
La répartition autrefois uniforme de nombreuses espèces de fusca en Afrique de l'Ouest a fait place à des poches très localisées de population. Cette caractéristique est due à l'activité humaine de déboisement, qui n'est pas suivie d'une période assez longue de jachère pour permettre au couvert forestier de se reconstituer. Ainsi, les zones propices à leur localisation sont de plus en plus **confinées**.
Il s'agit d'un sujet d'inquiétude car ce groupe est un potentiel vecteur de trypanosomoses au bétail, car il permet déjà le maintien du réservoir infectieux parmi la faune sauvage. Ce phénomène pourrait donc avoir un impact, à long terme, sur l'épizootiologie de la maladie (JORDAN, A.M., 1977).

b) Le groupe morsitans

Ces espèces de glossines, qui résident dans les savanes d'Afrique, lesquelles se prêtent fréquemment à l'élevage du bétail domestique, demeurent au **cœur même du problème** de la trypanosomose en Afrique. Parfois, leur abondance constitue un véritable frein à l'élevage, car on y relève un fort taux d'animaux malades.
Leur biotope correspond à des régions souvent reculées, ce qui n'en fait pas pour autant des zones statiques. A la fin du 19ème siècle, une grave panzootie de peste bovine a sévi sur le continent africain et a tué bon nombre d'animaux sauvages et domestiques. Par conséquent, la disparition massive des hôtes a entraîné celle des mouches. Ceci dit, une recolonisation des terres perdues à cette période est engagée.
De même que la densité animale influence celle des glossines, la présence humaine intervient aussi dans cette répartition. La prise de possession par l'insecte d'un territoire est souvent liée à une diminution de la population humaine. On rencontre ces espèces lorsque la population humaine atteint jusqu'à 40 individus par mille carré. Elles se feront plus rares pour une densité comprise entre 40 et 100 habitants par mille carré. Enfin, les glossines sont absentes dès lors que la population est supérieure à 100 habitants par mille carré.
Or, la tendance actuelle est tout de même à un essor démographique sur l'ensemble du continent. L'habitat des *morsitans* a ainsi tendance à s'amenuiser. En Afrique occidentale fortement peuplée, comme au Burundi, Nigeria, Rwanda, nombres de territoires de la mouche tendent à se rapetisser.

c) Le groupe palpalis

Contrairement au groupe précédent, l'impact de la présence humaine sur leur localisation est quasi insignifiant. Rien ne prouve que des progressions ou reculs significatifs soient intervenus à la suite de modifications enregistrées en ce qui concerne les densités humaines en milieu rural.
Cette souplesse manifestée par le groupe *palpalis* en présence de l'homme se fonde à son aptitude à passer, pour se nourrir, des grandes espèces sauvages, à des représentants moins évidents de la faune sauvage, comme les serpents, ou carrément à l'homme et à ses animaux domestiques.
Les habitats qu'occupent ces mouches sont les forêts équatoriales, la maigre végétation croissant au bord des cours d'eau en savanes semi-arides ou encore la végétation riveraine exubérante des savanes humides. L'impact de l'homme est variable suivant le biotope concerné.
Les zones proches des cours d'eau ne sont pas encore investies par les cultures agricoles, ce qui préserve une partie de l'habitat des tsé-tsé.
Par contre, là où la population humaine augmente, les rotations culturales deviennent plus fréquentes et ont tendance à s'étendre aux zones de végétation riveraine. Ce processus en cours dans de nombreuses régions d'Afrique de l'Ouest, a tout de même eu des répercutions car le nombre des *palpalis* a diminué ainsi que le danger potentiel qu'elles représentent.
L'impact des modifications en périphérie humide de la zone de distribution des tsé-tsé n'est pas aussi probant. Les *palpalis* sont capables de s'adapter aux conditions modelées par l'homme. Ainsi les mouches se maintiennent, voire prolifèrent même si la densité humaine est importante. Des populations péri-domestiques ont ainsi pu être mises en évidence. Elles occupent une large gamme de territoires aménagés par l'être humain, tout en étant aussi nombreuses qu'en conditions naturelles.
Bien que ces espèces ne soient pas considérées comme d'aussi bons vecteurs que le groupe *morsitans,* leur rôle dans la pérennité de la trypanosomose est net.

C. Hôtes et réservoirs

1. Hôtes

La trypanosomose touche non seulement les humains, les bovins, mais aussi de nombreuses autres espèces animales recensées dans le tableau suivant qui contient des informations relatives aussi à la partie suivante (c'est à dire les réservoirs).
Il existe des variations quant au degré des manifestations cliniques. Ceci est en rapport avec les espèces de trypanosomes et les souches de telle ou telle région. Chez les Bovins, la trypanosomose à *T. brucei brucei* est peu grave. Celle à *T. congolense* semble plus meurtrière en Afrique de l'Est qu'en Afrique occidentale tandis que celle à *T. vivax* est plus accentuée en Afrique de l'Ouest, surtout chez le zébu.
Les Equidés souffrent plus de la trypanosomose à *T. brucei* ou *T. evansi* que de celle à *T. vivax.*
Les dromadaires sont très sensibles à *T. evansi* et *T. brucei*. Ils présentent aussi une grande sensibilité à l'égard de *T. simiae.*
Les carnivores sont aussi susceptibles d'être infectés par *T. brucei* et *T. congolense*. La maladie due à cette dernière espèce évolue plus lentement.
Enfin, les porcs, quoique sensibles à *T. suis*, *T. brucei* et *T. congolense*, ne meurent rapidement qu'avec *T. simiae* (TOURE, S.M., 1977).

Trypanosomes	Hommes et/ou animaux domestiques affectés*	Animaux réservoirs	Animaux de laboratoire sensibles
T. (D.) vivax	**Bovins** Ovins Caprins Equidés	Animaux sauvages (antilopes, buffles)	Aucun (sauf chèvres)
T. (N.) congolense	**Bovins** Canidés Ovins Caprins Equidés Porcins	Animaux sauvages	Rats Souris Cobayes Lapins
T. (N.) simiae	Porcins Dromadaires	Phacochères	Singes Lapins
T. (T.) brucei brucei	Equidés Canidés Ovins Caprins **Bovins** Porcins	Animaux sauvages	Rats Souris Cobayes Lapins
T. (T.) evansi	Camélidés Equidés Buffles asiatiques Canidés **Bovins**	Divers animaux sauvages (tigre, renard, tapir, vampire, cerf, antilope, cabiai)	Rats Souris Cobayes Lapins
T. (T.) equiperdum	Equidés	Aucun	Lapins (testicules) Rats (difficilement)
T. (T.) b. gambiense	Hommes	Porcs (?)	Singes
T. (T.) b. rhodesiense	**Bovins** Hommes	Animaux sauvages (Bovidés)	Rongeurs de laboratoire
T. (P.) suis	Porcins	Phacochères Potamochères Hylochères	Aucun

*par ordre de sensibilité décroissante

Tableau 4 : Hôtes et réservoirs des principaux trypanosomes
Source : ITARD, J, 1986

Il est à noter que les bovins sont sensibles à 5 des 9 espèces trypanosomiennes retenues, avec une plus grande importance pour ***T. vivax*** et ***T. congolense.***
Effectivement, il s'agit d'espèces dont nous avons déjà parlé pour cette raison.
Il est tout de même intéressant de connaître l'étendue de la pathogénicité des espèces sur le monde vivant. Les chats semblent être les seuls animaux domestiques à ne pas pâtir de la trypanosomose.
T. brucei brucei est quant à lui, facilement inoculé aux Rongeurs et Lapins de laboratoire. Son étude est alors facilitée.

2. *Réservoirs*

La faune sauvage joue un rôle clé dans la pérennité de cette affection. Ce sont souvent les antilopes ou les porcs sauvages qui sont incriminés (cf. tableau 4) Tant que les animaux sauvages restent infectés, ils constituent une source permanente de tsé-tsé et de trypanosomes.
Il est sans doute exact de considérer que **les réserves de chasse et parcs nationaux** situés dans la zone subhumide sont infestés par les tsé-tsé. Tandis que l'exploitation croissante des terres adjacentes ne fait qu'aggraver la situation. On a trop rarement tenu compte des conséquences qu'entraînerait l'établissement de telles réserves.
Les infestations de glossines n'épargnent certes pas la faune sauvage, continuellement décimée dans les régions où ces infestations sont très élevées. Seules la volonté de la population et la législation peuvent protéger la faune sauvage.
Ainsi, au Nord du Bénin, le parc de la Pendjari, inscrit depuis 1986 par l'UNESCO, sur la liste mondiale des Réserves de biosphère, présente une prévalence parasitologique de 13,92% (KOMOIN-OKA, C., et al., 1994).

III. METHODES DIAGNOSTIQUES DE LABORATOIRE

Le diagnostic parasitologique peut être réalisé sur les glossines.
Cependant, dans cette partie non exhaustive, nous ne traiterons que des examens les plus couramment réalisés sur le bétail.

A. Examens parasitologiques

Le diagnostic parasitologique des trypanosomoses chez les animaux domestiques est difficile en raison de la rareté des parasites et des fluctuations des parasitémies, qui sont fonction de la race, du moment de la journée...
Par exemple, il est difficile d'observer des parasites dans les affections chroniques, du fait de leur prédilection pour les tissus.
Aussi est-on à la recherche d'un test le plus sensible possible tout en restant facile à réaliser sur le terrain et peu onéreux.

1. Frottis sanguin

Le diagnostic sur lames colorées est un bon procédé dans les trypanosomoses animales car il est **facile** à réaliser et **très peu coûteux,** dès lors qu'on possède un microscope. Il présente en outre, l'avantage de permettre la reconnaissance des espèces de trypanosomes car celles-ci sont très diverses chez les animaux.
Le prélèvement à étaler et à colorer est issu soit :

- du sang des veinules de l'oreille
- d'une ponction de ganglion ou d'œdème.

Le prélèvement le plus fréquemment utilisé reste tout de même le sang, dont la prise est tout à fait commode si l'animal est bien tenu.
Le liquide prélevé est étalé en couche mince, de préférence à l'aide d'une lame à bords rodés.
La méthode de coloration la plus fréquemment utilisée et qui donne de bons résultats est la méthode panoptique de Pappenheim qui utilise successivement les solutions de May-Grünwald et de Giemsa. La coloration se fait sur frottis non fixé, le premier temps servant de fixation. Elle permet de colorer les éléments éosinophiles en rouge, les éléments basophiles en bleu et les éléments azurophiles, en violet.
Le kit RAL 555 de coloration constitue une alternative intéressante pour une exécution rapide et un résultat de bonne qualité.
Cependant, lorsque la parasitémie est très faible, on ne peut pas exclure une infection, en particulier si on se contente d'une simple lecture de frottis. Il est possible d'améliorer considérablement le résultat en pratiquant systématiquement, en plus du frottis, une goutte épaisse.

2. Goutte épaisse

Il s'agit d'une goutte de sang partiellement étalée sur une lame à l'aide du coin d'une autre lame. L'étalement se fait en réalisant des mouvements circulaires pour obtenir une surface ronde d'environ 20 mm de diamètre. Il s'agit d'une variante du frottis qui sera colorée au Giemsa dilué.
L'inconvénient de la goutte épaisse est qu'elle ne permet pas en général la diagnose précise de l'espèce de trypanosome incriminée.

3. *Hématocrite et méthode de MURRAY*

Cette technique requiert l'utilisation de **tubes capillaires** à microhématocrite (cf. figure 13). Il s'agit de tubes héparinés, de 75 m de longueur et 0,5 mm de diamètre intérieur. Ils présentent le double avantage d'être solides grâce à l'épaisseur de leur paroi et d'avoir un cercle noir dessiné à 15 mm d'une extrémité , ce qui permet de travailler sur un **volume constant de sang**.
Pour remplir les tubes, une extrémité est mise en contact avec la goutte de sang et l'autre extrémité est abaissée. Les tubes sont bouchés avec de la pâte à modeler, enfoncée jusqu'à la limite matérialisée par le trait noir.
Le mode de comptage des trypanosomes par champ microscopique justifie l'intérêt d'avoir un volume de sang standardisé.
L'examen des échantillons doit se faire impérativement dans un délai de cinq heures après le prélèvement. Ceci impose un **rythme de travail rapide** et une organisation sans failles. Mais l'utilisation d'un groupe électrogène atténue cet inconvénient et offre ainsi une plus grande autonomie.
Les tubes sont alors centrifugés durant 3 minutes. Ils présentent alors 3 couches :

- les globules rouges près de la pâte à modeler
- une mince couche de globules blancs
- une couche claire de sérum.

L'hématocrite permet d'apprécier l'anémie et s'exprime, après centrifugation du sang, par le rapport entre la colonne globulaire, constituée à 95 % par les globules rouges, et la totalité de la colonne de sang.
Les valeurs normales sont :

- 32 à 40 % chez les Bovins d'Afrique
- 34,7 +/- 4,2% chez les Ndama du Sénégal.

Les résultats modélisés grâce à l'histogramme de la figure 12, illustrent bien la diminution de l'hématocrite chez l'animal parasité.
Ainsi, la valeur d'hématocrite la plus fréquente chez les animaux indemnes est de 37% contre 29% chez les animaux parasités.
Ce constat illustre de façon édifiante le caractère anémiant de la trypanosomose.

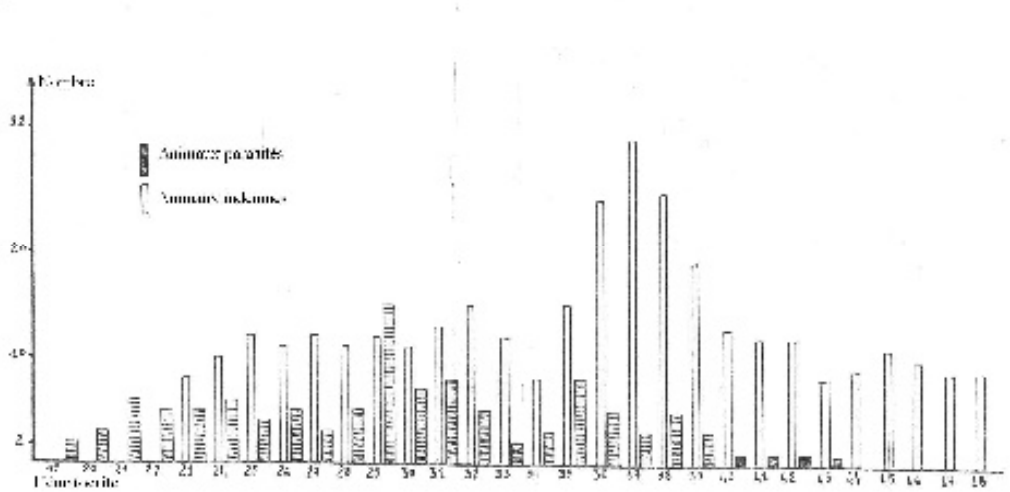


Figure 12 : Histogramme du statut indemne ou parasité de Bovins en fonction de l'hématocrite
Source : AKPO, L.E., 1981

Après avoir pris note de la valeur de l'hématocrite, qui peut orienter le diagnostic, mais en aucun cas permettre une affirmation certaine de trypanosomose, un étalement sur lame d'une partie du contenu du tube est réalisé.
Du fait de leur densité, les trypanosomes se trouvent essentiellement dans la partie du sérum toute proche des globules blancs et parfois parmi les globules rouges. Ils sont donc dans une frange très étroite qui sera recueillie sur une lame. Pour cela, le tube est coupé à l'aide d'un stylo-diamant. Le contenu est observé sous le microscope (examen en fond noir ou contraste de phase) après avoir été recouvert d'une lamelle (CAMUS, E., 1983).

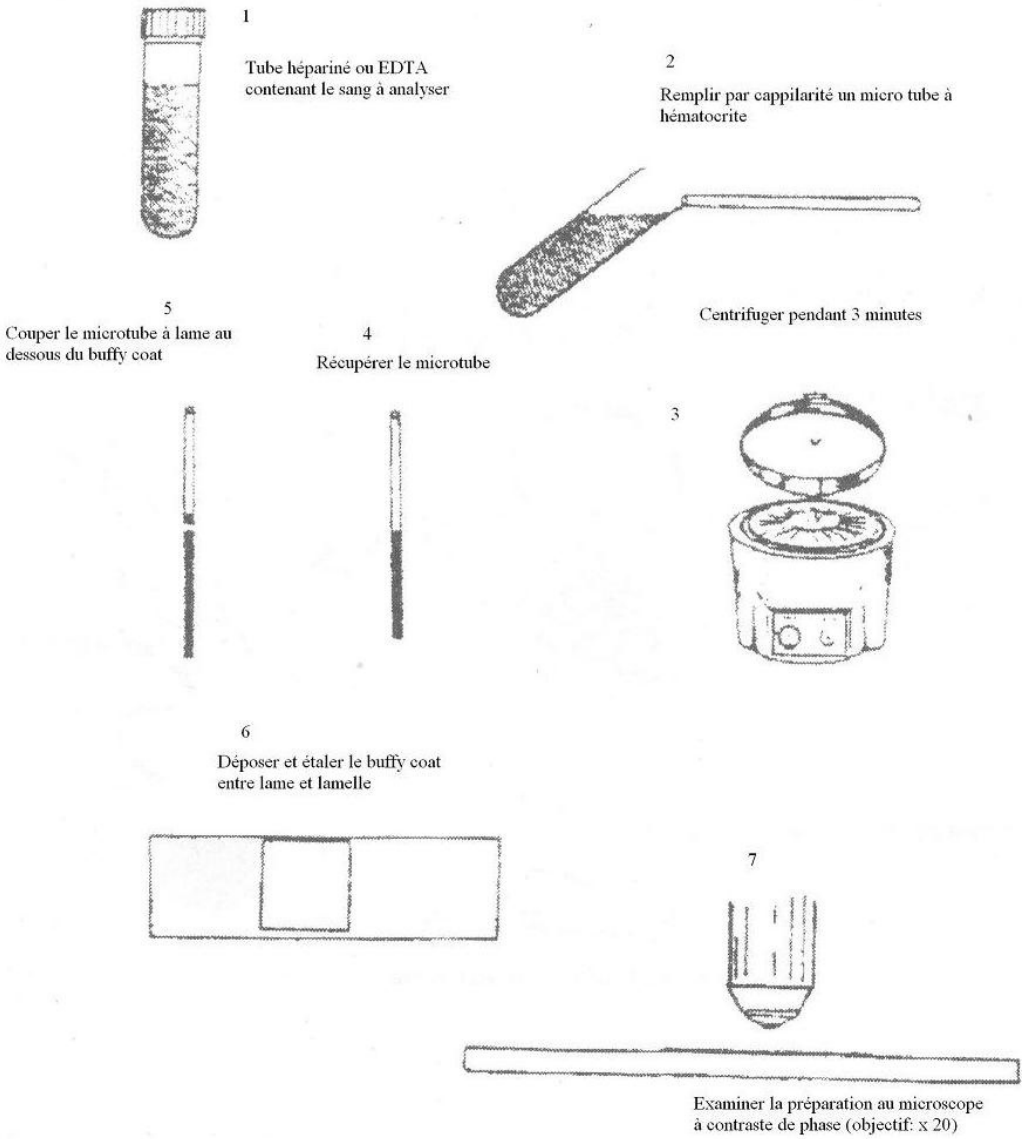


Figure 13 : Principe de la méthode de MURRAY

Source : MAINGUET, JM., 2000

Les trypanosomes peuvent être détectés à une concentration comprise entre 10^2 et 10^3 parasites par mL (VERY, P. et al., 1990).
Ensuite, la diagnose de l'espèce est possible, grâce aux caractéristiques déjà évoquées (cf. IIA2).

4. *Double microcentrifugation*

Il faut, pour réaliser cette technique, centrifuger à deux reprises pendant au moins 3 minutes, 1,5 mL de sang. Pour obtenir un tel volume sanguin, il est nécessaire de prélever, non plus à l'oreille mais à la jugulaire.
La deuxième centrifugation est réalisée sur l'interface obtenue après la première centrifugation. Le contenu est alors déposé dans un tube microhématocrite.
L'utilisation de cette méthode lors d'une infection expérimentale et à l'occasion d'une enquête épidémiologique sur le terrain a permis de trouver des parasitémies positives non détectées par la simple microcentrifugation (VERY, P. et al., 1990).

B. Recherche d'anticorps

La simplicité et l'automatisation possible du test ELISA en font un outil très répandu pour la détection d'anticorps. C'est d'ailleurs à ce test que nous allons nous intéresser. Citons pour mémoire les autre techniques : la réaction de fixation du complément, le test d'immunofluorescence indirecte, les techniques de détection des immunoglobulines M (IgM).

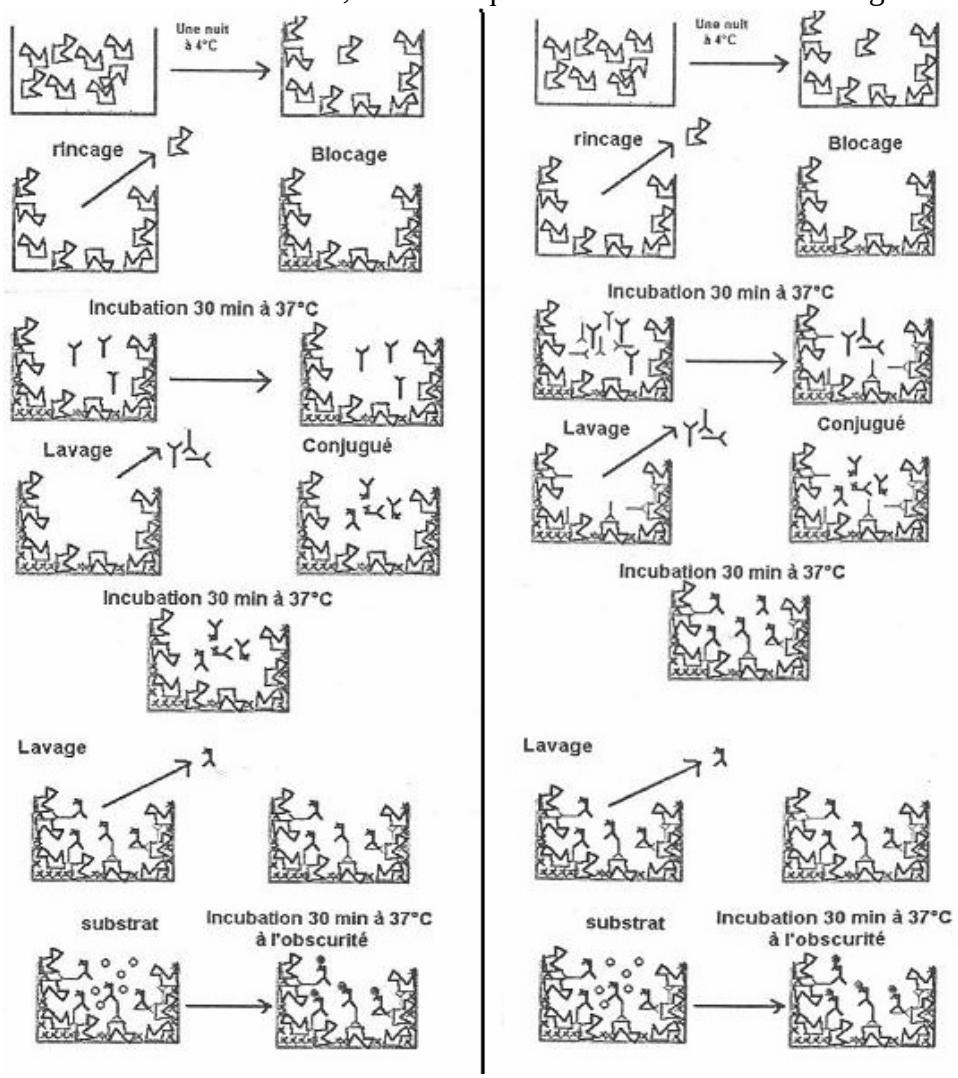


Figure 14 : Principe de la technique ELISA_Ac : négatif/ positif

Source : DESQUESNES, M., 2001

Le principe de l'ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay) indirecte repose sur la sensibilisation de microplaques ELISA par des antigènes solubles extraits du parasite, grâce à une sonication et une ultracentrifugation.
Les anticorps spécifiques des échantillons suspects se fixent alors sur les antigènes et sont révélés par des antiglobulines d'espèce, et un complexe substrat/révélateur. Tandis que, le lavage exporte le conjugué et le puits reste incolore pour les échantillons négatifs.
La lecture des plaques est ensuite faite à l'œil nu, ou au spectrophotomètre, à une longueur d'onde adaptée au chromogène.

Cette technique présente une **très bonne reproductibilité** et un **faible coût**, ce qui en fait un très bon outil pour les enquêtes épidémiologiques.
Par contre, il existe une limite de taille à l'exploitation des résultats obtenus suite à la recherche d'anticorps. En effet, ils permettent de détecter un contact antérieur avec le trypanosome mais ne permettent pas de distinguer une affection active d'une infection guérie.

C. Recherche d'antigènes

Une alternative à la recherche des anticorps réside dans la recherche des antigènes.
Il s'agit d'une méthode intéressante d'un point de vue intellectuel qui permet de pallier la faiblesse majeure de la technique précédente. En effet, il est possible de distinguer une **infestation active**, d'une affection guérie, grâce à la détection des antigènes.
Ce test a déjà été évalué en Afrique de l'Ouest lors d'infections naturelles et expérimentales à *T.congolense* et *T.vivax.* Sa sensibilité était de 63% pour *T.congolense*, mais seulement de 10% pour *T.vivax*. Toutefois, les infections à *T.brucei* peuvent avoir un impact économique non négligeable chez les bovins d'Afrique de l'Ouest.
Une expérience menée au Bénin, décrite par Doko, A. et al., a montré qu'une meilleure sensibilité du test de détection des antigènes circulants pouvait être obtenue en abaissant le seuil de positivité à 0,025 au lieu de 0,050 pour ce qui est de la densité optique. Mais ceci conduirait à une grande perte de spécificité. La sensibilité du test semble varier en fonction du type d'animaux infectés et de l'allure de l'infection : elle est la plus élevée chez les bovins trypanotolérants aux parasitémies élevées mais de courte durée ; et la plus faible chez les zébus aux parasitémies faibles et intermittentes (DOKO, A. et al., 1996).
Il faudrait peut être que les équipes de recherche réussissent à synthétiser de nouveaux anticorps monoclonaux plus sensibles et spécifiques que ceux déjà existants.

D. PCR : Polymerase Chain Reaction

1. Principe

L'amplification en chaîne de l'ADN par une enzyme : la polymérase, permet de révéler la présence de segments d'ADN ayant des séquences de base bien connues. Cette réaction est possible grâce à la taq polymérase, enzyme thermostable extraite de *Thermophilus aquaticus* (algue qui vit dans des sources d'eau chaude), qui assure la polymérisation des acides nucléiques.
Des cycles thermiques sont imposés à un mélange d'ADN matriciel, de taq polymérase, d'acides désoxyribonucléiques phosphate (précurseurs de l'ADN), d'un tampon adéquat et d'une amorce (couple d'oligonucléotides spécifiques qui cernent une portion spécifique d'ADN).
Les cycles, réalisés dans un thermocycler, sont constitués de trois phases :

- une phase de dénaturation à 94°C environ qui provoque l'ouverture des doubles hélices d'ADN (étape 1)

- une phase d'appariement des oligonucléotides à 50°C environ avec la séquence complémentaire de l'ADN matriciel (étape 2)
- une phase de polymérisation des acides nucléiques à 70°C environ (étape 3).

La production de nombreuses portions d'ADN identiques est obtenue, en quelques heures tout au plus, en répétant une trentaine de fois le cycle thermique.

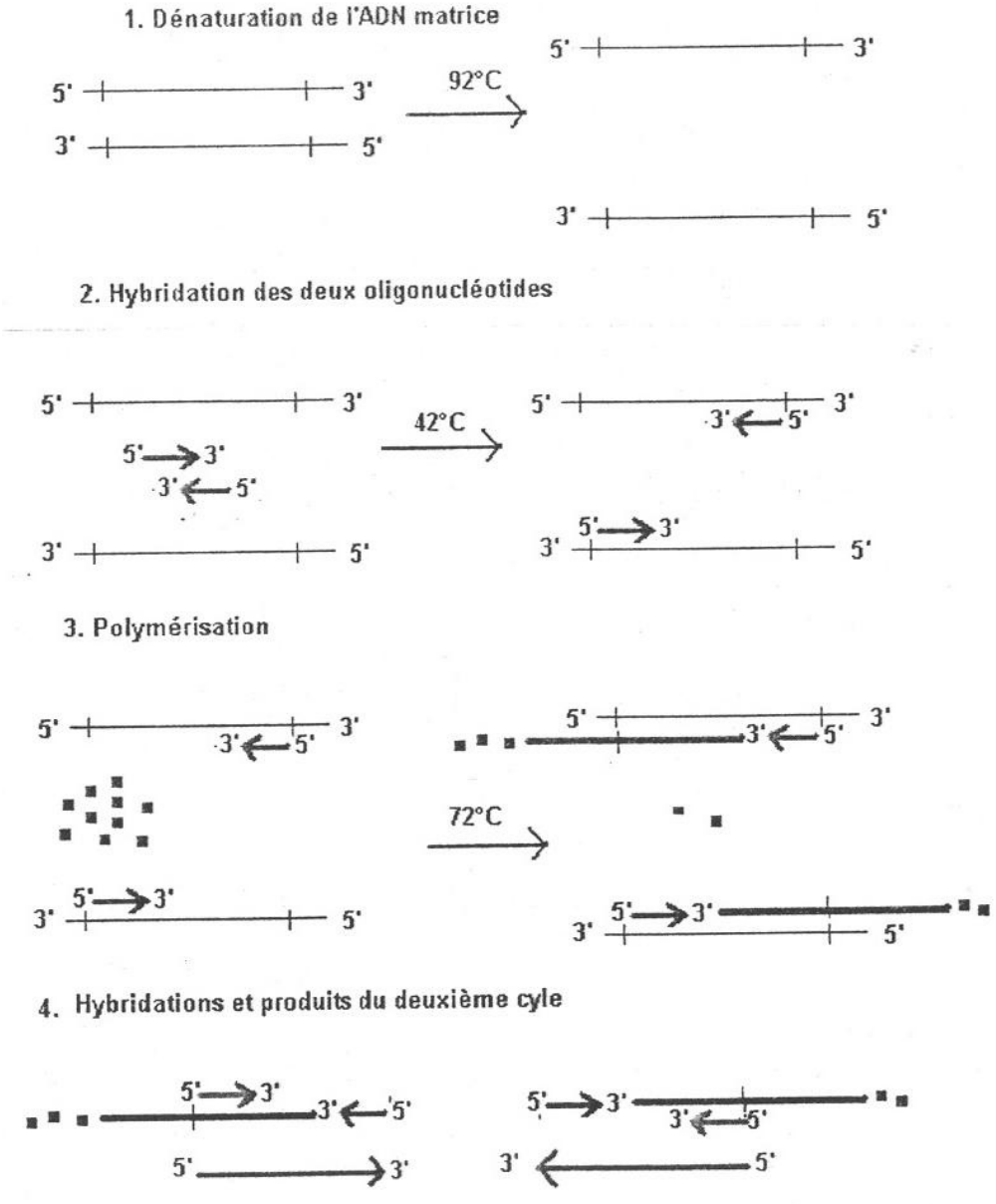


Figure 15 : Principe de la PCR

Source : Cours de génétique moléculaire

Le produit de la polymérisation est révélé par électrophorèse de l'ADN sur gel d'agarose, auquel est ajouté du bromure d'éthidium, afin de visualiser l'ADN en lumière ultra-violette. Dans ces conditions, on peut observer une bande d'ADN dont le poids est spécifique de la séquence d'ADN amplifiée. Il est également possible de révéler le produit de PCR à l'aide d'une sonde génomique de séquence connue, marquée avec une enzyme ou des isotopes radioactifs.
La technique de la PCR est à la fois **très puissante et très fragile**. Elle permet de détecter une molécule d'ADN ce qui est très délicat en cas de contamination de l'échantillon : il y a un risque de faux positif. A l'inverse, l'ADN est très sensible aux DNAases, enzymes provoquant sa destruction : il y a un risque de faux négatif. La sensibilité de la PCR constitue un indéniable atout mais aussi un inconvénient.
Par ailleurs, après la mort du parasite, la persistance d'ADN libre dans la circulation de l'hôte est assez brève, de l'ordre de 24 à 48 heures (DESQUESNES, M. ,1997). Cette technique ne permet la mise en évidence que d'une affection active.

2. Application aux trypanosomoses

Cette technique a démontré sa puissance en faisant preuve d'une sensibilité de détection s'élevant à **un trypanosome par dix litres de sang** (PENICHE, A.G., 1997). Par ailleurs, il est signalé que lors de cette expérimentation, la méthode PCR s'est révélée tout à fait probante, même lorsque les échantillons, non stériles, ont dû être conservés plusieurs jours à une température voisine de 40°C. Cette caractéristique constitue un indéniable atout compte tenu des conditions de terrain.
Un petit bémol est à apporter à cette presque quasi infaillibilité. Une étude menée au Burkina Faso a quelque peu mis à mal la fiabilité de la PCR. En effet, dans certaines régions, une proportion non négligeable de mouches infectées seulement dans le proboscis (cycle de *T. vivax*) n'ont pas donné de signal positif avec les amorces correspondantes. L'hypothèse retenue par les chercheurs est l'existence de trypanosomes, du sous-genre *Duttonella*, non reconnus par les marqueurs utilisés, et pour cause puisqu'ils sont dirigés contre *T.vivax* (SOLANO, P. et al., 1997).

E. Comparaison des tests diagnostiques évoqués

Technique	**Sensibilité**	**Spécificité**	**Avantages**	**Inconvénients**
Examen direct	10^4-10^5	Faible	Simple Economique Terrain	Urgent Faible sensibilité
Goutte épaisse (Giemsa)	10^4	Faible	Simple Economique	Non immédiat Faible sensibilité
Frottis coloré	10^5	Sous-genre	Simple Economique Spécifique	Non immédiat Faible sensibilité
Hématocrite (Woo)	10^2-10^3	Sous-genre	Sensibilité Spécificité Rapidité	Urgent
Murray	10^2-10^3	Sous-genre	Sensibilité Spécificité	Urgent Long
Double microcentrifugation	10^2-10^3	Sous-genre	Sensiblité accrue avec matériel simple	Deux manipulations
Recherche d'anticorps par ELISA		Sous-genre	Sensibilité Spécificité	Interprétation délicate : persistance de 2 à 4 mois des anticorps
PCR	1-10	espèce	Sensibilité Spécificité	Coût Temps Non immédiat

Tableau 5 : Comparaison des tests diagnostiques de trypanosomose utilisés au Bénin

Les méthodes se trouvent en fait quelque peu classées, du plus au moins abordable, que ce soit d'un point de vue économique ou technique.
Il va s'en dire que ce sont les premiers tests qui sont réalisés en routine. Quoiqu'il en soit, ils ne sont jamais délaissés car ils peuvent toujours contribuer à étayer les résultats obtenus par d'autres techniques.
La seule petite réticence que l'on peut émettre face à l'utilisation des techniques microscopiques serait la fatigue oculaire qui tend à s'installer suite à une observation prolongée et répétée de lames. Ceci peut nuire à la qualité des résultats. Pour pallier ce désavantage, il faudrait plusieurs examinateurs pour réaliser une relecture, ce qui occasionne plus de frais.

IV. DIVERSES STRATEGIES DE LUTTE

Selon la FAO (1999), avec un contrôle efficace de la trypanosomose, le cheptel pourrait s'accroître jusqu'à un taux de 50% et la production agricole totale d'environ 10%.
Un tel enjeu suscite une diversité dans les méthodes employées.
D'ailleurs, une campagne panafricaine d'éradication des glossines et des trypanosomes est créée. Il s'agit d'une approche régionale visant à utiliser des méthodes appropriées d'élimination des glossines pour les éradiquer progressivement des zones d'infection afin de créer des zones exemptes de glossines (KABAYO, J.P., 2002).

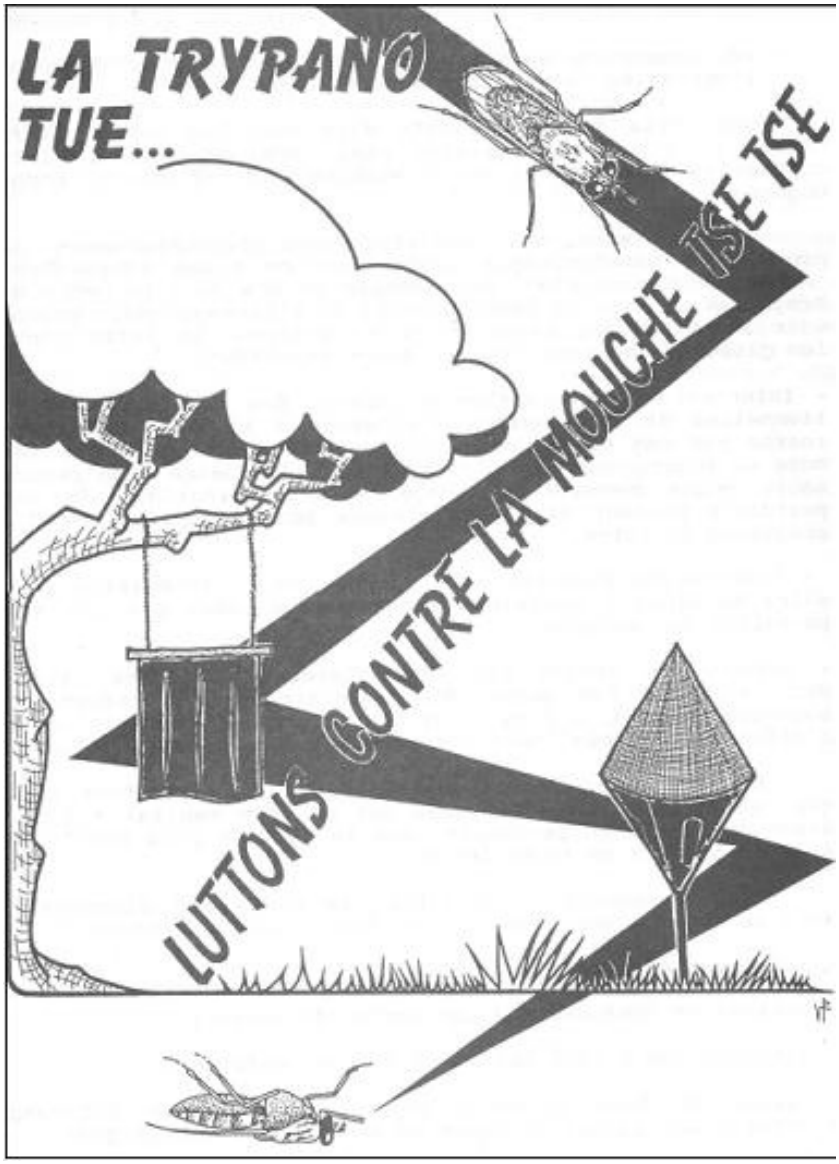


Figure 16 : Affiche (format ½) utilisée dans le programme national de lutte contre la trypanosomose

Source : CUISANCE, D., 1989

La prise de conscience passe d'ailleurs aussi par des campagnes publicitaires comme l'illustre l'affiche précédente.

A. Lutte directe contre les glossines et autres vecteurs

Depuis que le rôle des glossines est connu dans la transmission des trypanosomes, l'homme a cherché à lutter contre elles, dans le double but de supprimer une nuisance et d'interrompre la propagation de la maladie du sommeil et des trypanosomoses animales.

Cette lutte directe vise à détruire l'insecte à l'aide de moyens chimiques, mécaniques ou biologiques.

1. Application d' insecticides sur l'animal

Un traitement insecticide peut être répandu directement sur le bétail ou dans le milieu, ou encore appliqué sur des supports particuliers.
Pour les espèces d'intérêt vétérinaire, la diversité et l'extension des biotopes larvaires sont telles que la lutte chimique contre les phases larvaires n'est pas envisageable. La désinsectisation des bâtiments et du matériel d'élevage avec des préparations rémanentes du type de celles utilisées pour le bâtiment domestique est possible, mais n'a pas été évaluée.
En revanche, de nombreuses techniques d'application et plusieurs préparations d'insecticides (et acaricides) sont utilisables directement sur le bétail : boucles d'oreilles, baignade, douchage, et épandage (« pour-on »).
Seules les deux dernières semblent adaptées à la lutte contre les Tabanidés, qui sont eux aussi de potentiels vecteur de la trypanosomose (DESQUESNES M, 2001).

a) Technique standard d'application et limites

Les préparations pour épandage, ou « pour on » sont utilisées avec succès contre les glossines en Afrique subsaharienne (BAUER, B. et al ., 1995).L'application peut se faire sur la ligne du dos ou par aspersion, ensuite, le produit diffuse rapidement à travers la surface de la peau jusqu'à atteindre l'épiderme. Cette technique présente de nombreux avantages dont :

- La facilité de mise en œuvre et la rapidité d'exécution.
- L'intervalle entre les traitements de 2 mois en moyenne.
- L'absence de toxicité de ces produits pour le manipulateur.
- L'amélioration rapide et visible qu'elle entraîne chez les animaux.
- Le large spectre d'action qui permet la lutte contre les Tiques et d'autres Insectes hématophages.

Photographie 1 : Pulvérisation de deltaméthrine à l'Okpara

L'utilisation outrancière des pyréthrinoïdes (cyperméthrine, alphacyperméthrine, fluméthrine, deltaméthrine…) est tout de même à pondérer car **l'avenir de nombreux écosystèmes** est engagé. Notamment, une étude menée par VALE, G. en 2002, a mis en évidence l'atteinte de la faune invertébrée des excréments. Le retraitement de la bouse par ces animaux est alors perturbé, ce qui entraîne une moins bonne fertilisation des sols. Afin de limiter cet impact nocif, il semblerait bon d'éviter la pulvérisation complète de la surface de l'animal. Ainsi, l'aspersion d'une quantité minimale de produit sur une surface du corps connue pour être un site de prédilection d'alimentation des glossines, permet de réduire le nombre d'invertébrés morts. Selon l'auteur, la meilleure solution serait la pulvérisation de deltaméthrine (DECATIX®) à la place de l'application d'un pour-on à base de deltaméthrine (SPOTON®). Il faudrait s'attacher à cibler essentiellement les pattes (et peut être aussi le ventre). Ainsi le léchage serait diminué voire empêché, ce qui limite l'absorption du composé. Par ailleurs, en évitant d'appliquer les pyréthrinoïdes sur les flancs, on restreint leur passage massif à l'anus. Or, il s'agit de la pierre angulaire du problème car il a été démontré que la contamination, suite à une application sur les épaules, était nettement moindre que suite à une application sur une zone proche de l'anus comme le haut de la queue.

L'application d'insecticides se doit donc d'être raisonnée et raisonnable pour obtenir les meilleurs résultats, tout en respectant l'équilibre de notre planète.

Par ailleurs, il est décrit des effets de **résistance aux traitements acaricides chez les Tiques,** qui seraient à relier à un emploi abusif de ces derniers. En effet, cette méthode s'est vulgarisée car elle est simple d'emploi et relativement efficace. Elle est certainement trop bien ancrée dans les mœurs ce qui mène à des abus. Le prix à payer de cette mauvaise utilisation est une inquiétante vulnérabilité aux maladies transmises par les Tiques comme l'anaplasmose, la babésiose, la cowdriose ou encore la theileriose (LATIF, A., 2002).

b) Nouvelle technique d'application

Un pulvérisateur manuel, habituellement employé sur les cultures de céréales ou de coton, a été mis à contribution au Togo, en 1996 et 1997, pour lutter contre une tsé-tsé riveraine : *Glossina tachinoides*. La population de cette dernière a été surveillée par capture grâce au

piège biconique de Challier Laveissière dont nous parlerons dans le paragraphe suivant. Revenons en au pulvérisateur qui porte le nom d'**Electrodyn,** représenté sur la figure 17.

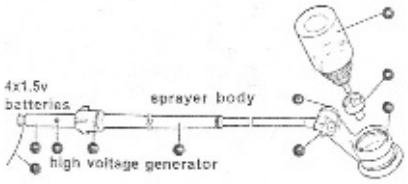


Figure 17 : Schéma de l'Electrodyn

Source : HENDRICKX, G., 2002

Il fonctionne grâce à des forces électromagnétiques, ce qui permet une économie spectaculaire de produit par rapport aux techniques habituelles. Il a servi à pulvériser du KARATE 2.5 ED® (la molécule active étant le lambdacyhalothrine à la concentration de 2,5%) sur 170 animaux vivants sur un territoire de 3 kilomètres de diamètre. Les animaux ont été traités chaque mois, pendant une année, à la dose de 6 mL pour ceux pesant moins de 150 kg, et à une dose double pour ceux dépassant cette limite de poids. Durant la deuxième année, seules les femelles impliquées dans la reproduction et les taureaux ont été traités, au même rythme.
Les résultats ont été assez probants puisqu'il y a eu un véritable contrôle de la population glossinienne durant la première année où tous les animaux ont été traités. Puis une population résiduelle s'est installée au cours de la deuxième année. En effet, le taux nul de trypanosomose (mesuré grâce au PVC) de la première année est passé à 2% lors de la suivante. Cependant, une **maîtrise certaine du risque** est mise en évidence car ces résultats sont meilleurs que ceux de la moyenne de cette région du Togo. Il n'est d'ailleurs pas exclu que l'apparition de cas de trypanosomoses durant la deuxième année soit liée à une importation de la maladie par des tsé-tse de la zone avoisinante qui, quant à elle, n'a pas pu être contrôlée.
Cette expérience est quoiqu'il en soit très encourageante, d'autant plus que le matériel a un coût de revient de 1069 F CFA (soit 1,5€ environ) pour deux ans, auxquels il faut ajouter 4750 F CFA d'insecticide. Le coût sur deux ans s'élève à 5800 F CFA environ, ce qui est tout à fait abordable.
Par ailleurs, son utilisation dans l'agriculture céréalière permet un **double emploi** : l'investissement peut alors être doublement amorti ! (HENDRICX et al., 2002)
Le Nord du Bénin consacre une importante part de sa superficie à la culture du coton.
Ainsi, on pourrait envisager son utilisation dans cette région qui est aussi le bastion de l'élevage.

Avantages par rapport au pour-on classique	**Inconvénients** par rapport au pour-on classique
Prix moindre du liquide à pulvériser	Gouttelettes retombant parfois sur l'utilisateur
Plusieurs domaines d'utilisation : champs de coton, moustiques…	Risques d'inhalation
	Configuration de l'applicateur à revoir

Tableau 6 :Comparaison entre l'Electrodyn et le « pour-on » classique

Dans le tableau comparatif 6 sont dressés les avantages et inconvénients de cette technique par rapport à l'utilisation traditionnelle d'un « pour-on ».

Pour rester compétitif face aux « pour-on», cette nouvelle technique d'application d'insecticide doit donc conserver un **bon prix d'utilisation**.
Par ailleurs, ce prototype nécessite d'être amélioré en ce qui concerne la facilité et la sécurité d'emploi.

2. *Pulvérisations terrestres d'insecticides*

Cette technique a pour cible principale les espèces des galeries forestières, à distribution linéaire (*G. tachinoides*, *G. palpalis*, *G. fuscipes*) (ITARD, J., 1986). En principe, un insecticide à longue rémanence comme le DDT (ou une molécule plus récente comme la dieldrine) est utilisé, en solution aqueuse, projeté à l'aide de pulvérisateurs. Sont visées les parties basses de la végétation puisqu'elles servent de lieu de repos aux glossines, en saison sèche. En préférant cette saison, on limite par ailleurs le lessivage du produit par les pluies, qui aurait en plus une répercussion néfaste sur l'environnement. En effet, il s'agit d'organochlorés, dont l'accumulation au sein des chaînes alimentaire est déplorable pour les écosystèmes.
Leur effet est, en principe, suffisamment persistant pour qu'**une seule application** soit nécessaire. Il s'agit d'une condition sine qua non à leur emploi, car il faut garder en tête l'aspect économique non négligeable de ce labeur, qui de plus, impose des conditions pénibles de travail.
Parmi les produits non rémanents qui nécessitent des traitements répétés, l'endosulfan est actuellement le plus employé mais de nouveaux pyréthroïdes de synthèse cinquante fois plus toxiques sont à l'essai (TRAIL JM.C. et al., 1986).
Cet organochloré plus récent que les précédents, est peu employé et même déconseillé par voie terrestre. En effet, sa toxicité est identique à celle de la dieldrine vis-à-vis des animaux à sang chaud, mais est par contre très supérieure pour la faune aquatique.
Dès lors, son utilisation se limite à un emploi à faibles dosages, par voie aérienne (ITARD,J., 1986).

3. *Epandages aériens d'insecticides*

Des progrès importants ont été accomplis dans ce domaine, et la pulvérisation aérienne d'insecticides est devenue une technique beaucoup plus efficace.
Depuis les années 60, la lutte menée contre les criquets pèlerins par l'OCLALAV (Organisation commune de Lutte Antiacridienne et Antiaviaire), dont le Bénin était membre, a « banalisé »le recours aux hélicoptères (cf. Informations pour le développement Agricole des Pays ACP).
A une vitesse de 30-40 km/h, survolant à une hauteur de un ou deux mètres les méandres des galeries, l'**hélicoptère** permet la pulvérisation d'un insecticide rémanent, pénétrant bien dans la végétation. La largeur de la plage d'aspersion est d'une vingtaine de mètres.
La taille des gouttelettes émises est capitale : elles doivent être suffisamment grosses pour assurer la rémanence du dépôt.
Le traitement se fait préférentiellement tôt le matin ou juste à la tombée de la nuit, en saison sèche. Cette technique est en effet, très sensible aux conditions météorologiques. Une fois que la terre a été réchauffée par le soleil, il se produit dans la couche atmosphérique inférieure un mouvement ascendant qui risque de disperser les gouttelettes vers le haut. Il faut donc choisir le moment où les températures au sol sont plus basses que celles qui règnent à quelques mètres d'altitude. Par ailleurs, le vent est aussi un critère limitant la liberté de pulvérisation. Si sa vitesse dépasse 7m/s, la pulvérisation sera certainement sans effet (MACLENNAN, K.J.R., 1981).

L'emploi d'un **avion** permet de traiter de grandes surfaces comme les savanes car la vitesse de vol est de 250-300 km/h. Le passage se fait à une dizaine de mètres au dessus de la végétation et permet d'épandre l'endosulfan (insecticide non rémanent). Le traitement se fait préférentiellement une à deux heures après le lever du soleil ou juste avant le coucher.
Cette méthode présente un double avantage par rapport à la précédente : elle est moins chère et a un moindre impact sur la faune cible car de **faibles dosages** sont employés (KABORE, I., 2001).

4. Ecrans et pièges

a) Systèmes de capture ou d'élimination

(1) Capture au filet

La **capture au filet** constitue la technique la plus archaïque, mais encore employée en Afrique. Cette technique manuelle requiert l'utilisation d'un filet type filet à papillon. Ce mode de capture peut sembler fastidieux, mais il a tout de même fait ses preuves. Par contre, faute d'isolement des régions traitées, des mouches immigrantes peuvent envahir à nouveau les territoires assainis. Ceci dit, cette condition est valable quel que soit le mode de lutte.

(2) Ecran

L'écran correspond à un simple morceau de tissu de 1m² environ, **imprégné de deltaméthrine** à raison de 75 mg de substance active par m². Il est suspendu à une potence fichée en terre, tous les 100 m, dans des zones correspondant à l'habitat des glossines. Ainsi, *G. m. submorsitans*, qui fréquente, en saison sèche, les galeries forestières, est affectée à 75% par les écrans.
La photographie montre un écran de Laveissière et al. Après une étude menée en 1987, sur le contraste des couleurs, leur proportion relative, la composition des tissus et la qualité du colorant, ce nouveau (pour l'époque) type d'écran a été conçu. Il est constitué d'une surface attractive en tissu bleu électrique, flanquée de deux bandes en voile noir, dans un rapport de 1 sur 2. La qualité des tissus utilisés et leur correcte imprégnation en deltaméthrine, permettent une mortalité élevée des glossines pendant 5 à 6 mois.
L'avantage de cette technique et des suivantes réside dans la **puissance d'action**. En effet, même les mouches qui ne se posent qu'une fraction de seconde sur le leurre sont tuées par la deltaméthrine. Quant aux quantités de produit utilisé, elles sont si faibles qu'il n'y aurait pratiquement pas de risque de pollution de l'environnement.

Remarque : Il existe un nombre important d'écrans et de pièges différents. Nous n'étudierons que ceux employés dans le cadre de la Direction de l'Elevage, au Bénin.

Photographie 2 : Ecran

(3) Piège pyramidal

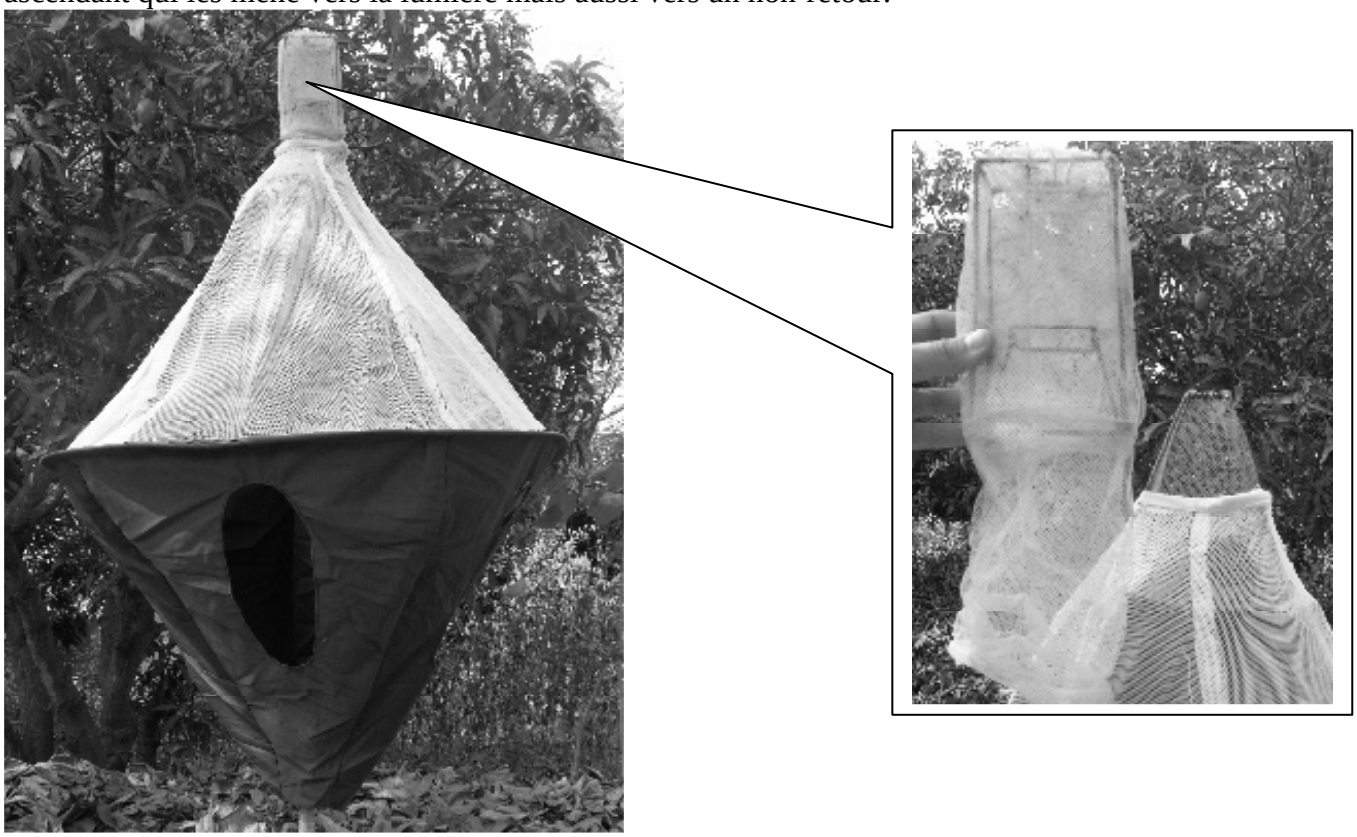
Photographie 3 : Piège pyramidal

Comme pour l'écran imprégné, le piège pyramidal ne fait pas office de système de capture. Son rôle est d'attirer les glossines grâce aux couleurs bleu roi et noir du tissu qui le constitue.
Ces deux couleurs sont nettement plus attirantes que le blanc et le rouge, eux-mêmes supérieurs au vert (ITARD, J., 1986).

b) Systèmes de piégeage

(1) Piège biconique

Il s'agit d'un système de capture, car le dispositif attractif est surmonté d'une chambre grillagée de laquelle le retour est impossible.
Les glossines entrent par les ouvertures ovales situées dans la partie bleue. Elles sont attirées grâce au contraste permis par la couleur noire du tissu intérieur. Ensuite, elles ont un trajet ascendant qui les mène vers la lumière mais aussi vers un non-retour.



Photographies 4-5 : Piège biconique de CHALLIER-LAVEISSIERE et détail de la cage de capture

(2) Piège Nzi

C'est un modèle simple, basé sur des panneaux rectangulaires bleus et noirs, créant le fameux contraste attractif. Le corps du piège consiste en une configuration innovatrice du maillage de la moustiquaire.
L'atout de ce piège réside dans la diversité des victimes qui y succombent puisque les Glossinidés, mais aussi les Stomoxydés et les Tabanidés se font prendre au piège. Il atteint des espèces jamais prises au piège auparavant sans pour autant compromettre le rendement des glossines prises (MIHOK, S., 2002).

c) Supports de l'attraction

La découverte d'odeurs attractives (acétone, octénol, phénol, en particulier) confère une meilleure efficacité aux appâts (CLAIR, M., 1987).
Durant ces deux dernières décennies, des progrès ont été faits quant à l'identification des «**phéromones** clé» qui sont utiles aux glossines pour repérer leur hôte. Ceci dit, les phéromones de synthèse utilisées dans la confection des pièges s'avèrent être deux fois moins efficaces que l'odeur émanant naturellement du bétail. De ce fait, l'identification du composé manquant est un véritable challenge, qui s'il est relevé avec succès, permettra une meilleure efficacité des pièges. Une autre limite siège dans le fait qu'il n'ait pas encore été découvert de piège olfactif fonctionnant pour les tsé-tsé riveraines. Or, ce sont ces dernières qui transmettent la maladie du sommeil. Il s'agit d'une préoccupation pour la santé publique qu'il serait bien de canaliser grâce aux **appâts olfactifs**.
Par ailleurs, il faut garder en tête que la biologie n'est pas une science exacte. De ce fait, la réponse de la même espèce de mouches aux pièges sera dépendante de facteurs tels que la température, la longueur de la journée, l'intensité de la lumière, l'humidité relative.
De même, d'une région à l'autre, les tsé-tsé se nourrissent sur des hôtes différents d'où une sensibilité à des composés différents selon l'habitude alimentaire. Ainsi, au Burkina Faso, il a été constaté que l'urine d'hippotrague (*Hippotragus equinus*), autrement appelé antilope cheval, a permis d'augmenter le rendement de capture avec des pièges biconiques de Challier-Laveissière de 40% (MATTIOLI, R., C., 1990).
Enfin, une autre caractéristique biologique des tsé-tsé met à mal cette technique d'attraction puisqu'il n'y a aucune femelle gravide de prise dans les pièges actuels. Il serait doublement intéressant de les piéger car la mort de la mère entraînerait celle des jeunes. Il s'agirait de faire d'une pierre deux coups. Hélas, on ne connaît donc pas encore de phéromones attirant ces femelles (RAJINDER, K.S. et al., 2002).

d) Avantages et inconvénients

Son efficacité dépend dans une grande mesure du **soin**, de l'**exactitude** et de la **persévérance** du personnel car les pièges doivent être surveillés plusieurs fois par mois pendant toute la campagne. Comme cela a été démontré durant une expérience menée en Côte d'Ivoire, à Sinématiali plus précisément, toute perte de surveillance influence négativement l'impact de la technique. Dans ce cas précis, la disparition de pièges n'avait pas été signalée et a conduit à l'obtention de résultats insatisfaisants.
De même, les feux de brousse tardifs, le vol, la destruction par le bétail ou par les hommes, ou la chute de pièges par terre sont autant d'incidents auxquels il convient de remédier constamment.
Les pertes et les réparations représentent jusqu'à 15% du coût du matériel par an. Ces dépenses assez fluctuantes doivent donc être incluses, en prévision, dans le budget.
Pour être efficaces, les pièges doivent être placés aussi près que possible des cours d'eau. Les premières pluies, généralement très violentes, en mars ou avril, suivies par de brusques inondations, sont un danger particulier dont le personnel doit être conscient. A cette période, les pièges doivent être installés plus en hauteur sur la berge des cours d'eau. Ensuite, il faut pallier la réduction insuffisante des glossines, là où les pièges ne sont pas assez efficaces en en rajoutant d'autres.
Dans l'exemple de la Côte d'Ivoire, se pose le problème des forêts sacrées dont l'accès est interdit aux non-initiés. Or, elles sont souvent très proches des cours d'eau et abritent généralement une grande population glossinienne. Des négociations ont été nécessaires à

l'expérimentateur pour obtenir l'autorisation d'y accéder régulièrement. Les bons résultats que constitue la diminution du nombre de mouches, peuvent entraîner d'autres chefs traditionnels à en faire de même. Ainsi, nous pourrions conserver l'espoir de réussir à assainir ces forêts.
Un autre critère de jugement de ces techniques est le caractère avantageux ou non d'un point de vue financier. Le total des dépenses de cette technique de piégeage est d'environ 135 F CFA par hectare et par an, soit moins que le coût d'un traitement à l'acéturate de diminazène par an et par tête.
Il s'agit par ailleurs d'une technique qui n'est pas nuisible à l'environnement (KUPPER, W., 1987).

5. *Collier répulsif*

Pour l'instant, afin de protéger un troupeau, un essai concluant portant sur une partie du troupeau munie d'un collier diffusant des phéromones répulsives a fait ses preuves. Des économies de moyen sont ainsi permises grâce à l'utilisation d'un produit volatile.
Nous avons parlé depuis lors d'attraction, mais il existe aussi des constituants qui repoussent naturellement les mouches. En effet, les glossines ne se nourrissent que très rarement sur les impalas (*Aepyceros melampus*), les zèbres (*Equus burchelli*) ou les waterbucks (*Kobus ellipsiprymnus*), qui sont pourtant fréquents dans les zones où habitent celles-ci. Par ailleurs, l'odeur humaine repousse *G. pallidipes* ainsi que les femelles de *G. mortisans*. Des travaux réalisés au Zimbabwe ont permis d'identifier le 2-methoxyphénol et l'acétophénone comme de **puissants répulsifs chimiques** (RAJINDER, K.S. et al., 2002). Il reste maintenant à découvrir les répulsifs naturels qui augmenteraient certainement le potentiel des trouvailles existantes.
Il s'agit d'inscrire ces recherches dans le cadre d'une stratégie de lutte se libérant des médicaments.

6. *Méthode biologique*

La tsé-tsé n'a pas de phéromones volatiles à effets sur grandes distances, contrairement à d'autres insectes (*Lepidoptera*…). Toutefois, toutes les espèces semblent avoir des hydrocarbures cuticulaires qui agissent à courte distance et induisent les mâles à copuler. Des essais ont été faits pour lutter contre les glossines en imprégnant des pièges de cette phéromone, associée à un produit chimique stérilisant (CLAIR, M., 1987).
La lutte génétique par **lâchers de mâles d'élevage rendus stériles** par des agents chimiques ou par des agents physiques comme les rayonnements gamma (POLITZAR, H., et al., 1984) a fait preuve d'une certaine efficacité.
Elle se fonde sur un faible taux de reproduction (en moyenne, un descendant tous les dix jours) et un accouplement unique. Le but est d'introduire les mâles stérilisés en surnombre, selon un ratio de 1/10 à 1/100. Ces mâles issus de l'élevage, entrent en compétition avec les populations naturelles. Il s'agit d'une stratégie d'éradication.
La technique a été réalisée par les auteurs précédemment cités. L'expérience a eu lieu au Burkina Faso, dans la zone pastorale de Sidéradougou, au début des années 80. Trois espèces de glossines (*G.m. submorsitans, G.p. gambiensis, G. tachinoides*) ont ainsi été éliminées de plus de 3500 km^2 de savane.
La lutte génétique a les grands avantages d'être **spécifique**, **non polluante** et sans danger pour les espèces non cibles.
Ceci dit, sa mise en œuvre n'est pas aisée car elle nécessite d'énormes moyens logistiques et suppose de pouvoir élever en grands nombres les glossines visées par l'éradication.

Elle reste donc envisageable dans les endroits, de superficie limitée, à fort potentiel de développement.

7. L'outil informatique au service de l'analyse spatiale

Il peut être intéressant, avant de mener toute action, d'évaluer le risque de transmission des trypanosomes. Ce risque est lié à l'intensité des rencontres entre les vecteurs de ces parasites et les Bovins. Ceci fait dès lors appel à l'exploration des relations qu'entretiennent ces protagonistes dans l'espace. Il semble bon alors, d'avoir recours à la **cartographie** qui permet de visualiser les positions géographiques. Pour cela, il est indispensable que les informations utilisées soient géoréférencées, c'est-à-dire, repérées dans l'espace par deux coordonnées géographiques. Les données spatialisées sont ensuite introduites dans un système d'information géographique qui permet de les superposer et de les relier entre elles.
Le système d'information géographique ou S.I.G., se définit comme un « ensemble de données repérées dans l'espace, structurées de façon à pouvoir en extraire aisément des synthèses utiles aux décisions ».

Par exemple, on peut compiler, grâce à cet outil, des informations concernant la distribution des populations de glossines et d'analyser ces données. Les cartes obtenues nous mènent à une évidence : les tsé-tsé ne pourront jamais être éradiquées d'Afrique. Elles sont trop mobiles pour cela. La dispersion de la trentaine de sous-espèces existantes est bien trop grande, sachant que chacune d'entre elle a ses particularités écologiques, qui sont autant de contraintes à son éradication. Ceci dit, cet instrument technologique peut intervenir dans une lutte permettant **la prédiction des risques**. Des mesures prises en fonction de l'évolution soupçonnée d'un déplacement permettront une optimisation de la lutte, en anticipant le choix des méthodes à privilégier (RANDOLPH, S.E., ROGERS, D.J., 2002).

Ainsi, il est intéressant de mettre en relation spatiale diverses informations et d'appliquer des méthodes statistiques pour modéliser et expliquer un phénomène, voire même l'anticiper. La cartographie est une aide précieuse pour répertorier les mouvements animaux, qu'il s'agisse de ceux du vecteur comme nous venons de le voir mais aussi de ceux du cheptel bovin. Ce dernier constitue effectivement l'autre partie du système parasitaire et peut apporter des informations quant à ses déplacements. Pour cela, il faut bien sûr modéliser ces changements de position. Cette tâche a notamment été réalisée au Burkina Faso, dans une zone de 1 200 km², où tous les Bovins de la zone ont été recensés, et les coordonnées GPS de points clé ont été relevées (point d'abreuvement notamment). L'exploitation des résultats est difficile, mais après compromis, il leur a été possible de distinguer des polygones d'influence, zones de prédilection des Bovins.
Dès lors, il devient possible d'étudier les **zones d'interface entre les glossines et le bétail**. Dans cet exemple, il a été convenu que les glossines ripicoles étaient inféodées aux cours d'eau. Ce travail est d'autant plus intéressant qu'il offre un aspect dynamique à la représentation et se trouve donc être plus réaliste (MICHEL, J.F. et al., 1999).

Cette étude se base sur un grand nombre d'informations de différentes natures, toutes géoréférencées, et qui ont été croisées pour identifier les zones où la combinaison de ces facteurs est la plus favorable à la transmission des trypanosomes des glossines aux Bovins.
En voici une représentation schématique, mettant en valeur la superposition des informations, tissant un vrai support de réflexion.

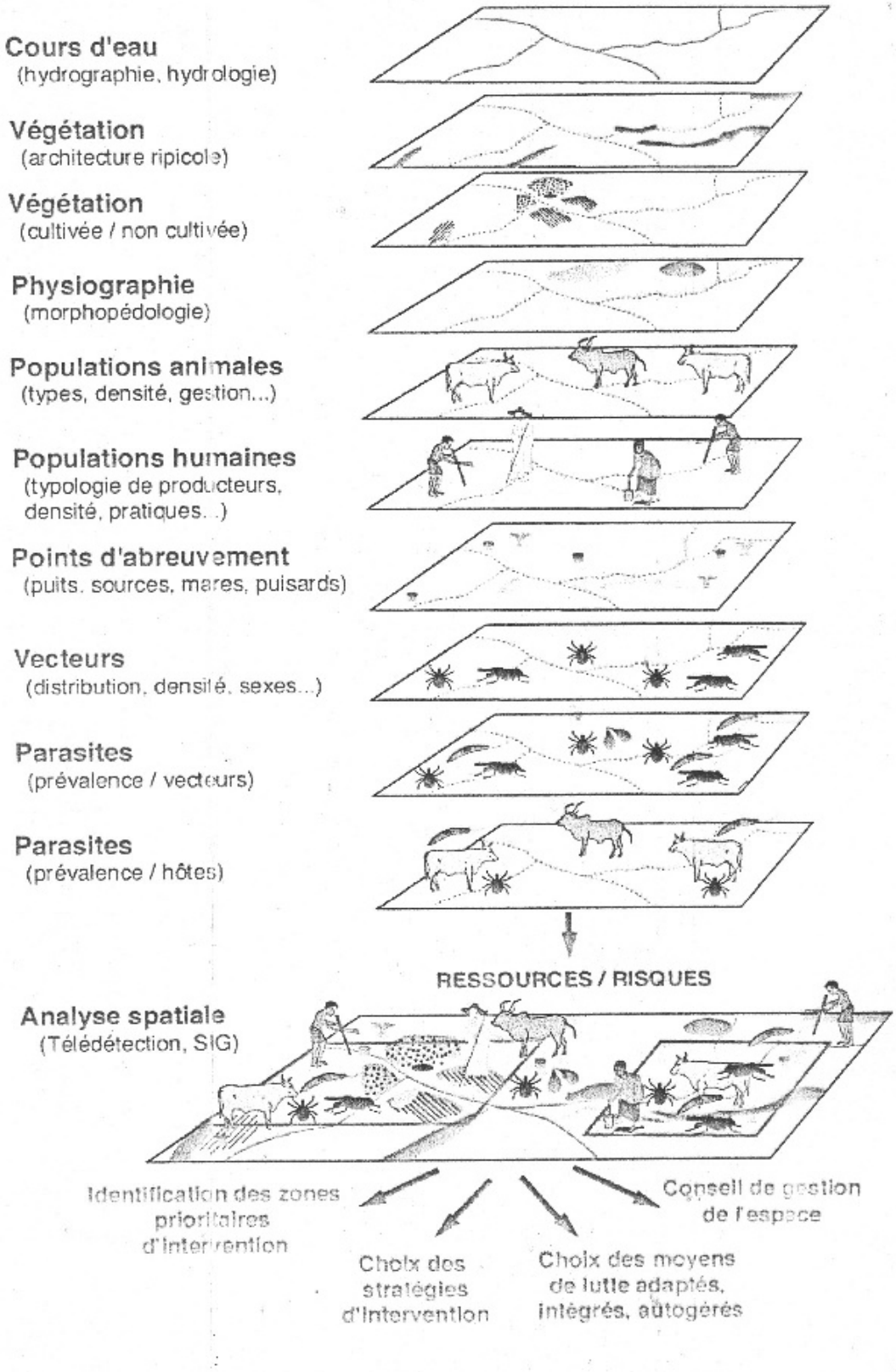


Figure 18 : Mise en relation des informations spatialisées

Source : CIRAD-EMVT/CIRDES

Le S.I.G. est donc un outil et concept qui permet de transformer, d'analyser et de mettre en relation des informations spatialisées, provenant de diverses sources (le terrain, les images satellites ou les photographies aériennes), concernant plusieurs domaines (épidémiologiques, agro-écologiques, socio-économiques,…).
S'agit-il de l'avenir de la lutte ? Quoiqu'il en soit, il permet une aide non négligeable, impose un argumentaire raisonné sur la prédiction du risque et donc une meilleure efficacité des moyens de lutte.

B. Lutte indirecte contre les glossines

Il s'agit là de techniques radicales qui ont été plus ou moins abandonnées, car trop agressives, notamment vis-à-vis de l'environnement.

1. Eclaircissement forestier

Il s'agit d'obtenir, par un élagage modéré des parties basses, un éclaircissement de la végétation sous laquelle s'abritent les mouches et où elles déposent leurs larves. Ainsi, les conditions thermiques et hygrométriques qui leur sont nécessaires sont modifiées, ce qui les amène à changer de biotope.
Mais, cette méthode s'avère coûteuse lorsqu'il est question d'importantes surfaces à éclaircir. Par ailleurs, d'un point de vue écologique, cette technique est relativement néfaste puisqu'elle modifie les sols qui deviennent stériles du fait de l'érosion.
L'emploi d'arboricides a aussi été testé pour éviter la repousse de la végétation éliminée ou pour en provoquer la destruction par pulvérisation. Ces produits coûteux et toxiques ont vu leur emploi abandonné.
De nos jours, l'éclaircissement forestier se fait **aux abords des villages** dans le but de protéger l'homme de la maladie du sommeil (ITARD, J., 1986)

2. Destruction du gibier

L'**abattage** du gibier fut proposé pour supprimer les espèces sauvages réservoirs de trypanosomes et pour affamer les glossines.
Cette méthode n'est plus utilisée de nos jours pour plusieurs raisons :

- Elle s'oppose au principe de protection de la faune sauvage, qui se trouve être un véritable atout pour l'Afrique.
- En l'absence de leurs hôtes de prédilection, les glossines se nourrissent alors sur d'autres espèces disponibles.

En résumé, il s'agit d'une méthode inefficace (ITARD, J., 1986).

Elle a été responsable de l'extermination de certaines espèces animales comme le rhinocéros noir (*Diceros bicornis*) au Zimbabwe durant les campagnes de lutte menées entre 1919 et 1958. Par ailleurs, la population des quatre hôtes préférés des tsé-tsé, c'est-à-dire, le phacochère (*Phacochoeris aethiopicus*), le potamochère (*Potamochoerus porcus*), le kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) et le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) a diminué.

3. *Barrière d'isolement*

Il est alors question de **déboisements intensifs**, mettant à nu des couloirs de plusieurs kilomètres de long, supposés empêcher le déplacement des glossines. Ces dernières s'avèrent tout de même capables de traverser d'importantes distances à découvert, surtout les espèces de savane. En effet, ces dernières sont plus difficiles à isoler que les espèces riveraines et forestières. Cette technique n'est donc pas suffisante pour une protection permanente.
Il semblerait intéressant de combiner cette **technique de freinage du déplacement** des glossines à des pièges par exemple, dans le but de réduire les réinvasions ou tout du moins d'en assurer un meilleur contrôle.

C. Traitement

Les méthodes de lutte contre la trypanosomose utilisées sur le terrain depuis des années reposent sur deux grandes stratégies. Nous venons d'étudier la première, c'est-à-dire la lutte contre le vecteur. Toutefois, le recours à la **thérapeutique chimique** est plus fréquent. En effet, l'élimination des trypanosomes pose moins de problèmes que celle des glossines.
D'ailleurs, il s'agit du recours le plus avantageux financièrement parlant.
Toutefois, malgré l'urgence des besoins et la forte demande en trypanocides efficaces, aucune molécule nouvelle n'a été mise en vente depuis 45 ans (TRAIL, J.C.M. et al., 1986).
On estime à 30 millions de doses environ, la quantité annuelle de trypanocides employés dans le traitement de la trypanosomose. Il faudrait multiplier ce chiffre par dix pour couvrir l'ensemble des populations à risque. Les chiffres qui précèdent se basent sur des traitements uniques, assez représentatifs du système nomade rencontré sur le terrain (ILEMOBADE, A.A., 1987).

1. *Arsenal thérapeutique*

Il est important de cerner le contexte dans lequel a lieu la vente de trypanocides. Il est estimé que **35 millions de doses sont vendues chaque année**, dans les 37 pays africains où la trypanosomose est malheureusement endémique. Toutes les molécules actuellement sur le marché le sont depuis plus de 40 ans. L'engouement des entreprises pharmaceutiques pour rechercher de nouveaux traitements n'est pas évident, bien au contraire.
En effet, il ne s'agit pas d'un marché prometteur dans la mesure où le pouvoir d'achat des pays africains n'est pas élevé.
Par ailleurs, cela nécessite des fonds importants pour développer un produit et obtenir une autorisation de mise sur le marché (A.M.M.), sans l'assurance d'un dédommagement rapide du fait du faible pouvoir d'achat des consommateurs visés.

a) Acéturate de diminazène

Le SANGAVET®, qui a notamment remplacé le BERENIL®, lequel n'est plus commercialisé depuis 1984 en France (la société UVECO a arrêté de distribuer les produits des laboratoires HOECHST A.G à cette date), se présente sous la forme d'une poudre jaune qui se dissout dans l'eau tiède pour produire une solution jaune transparente. Ce produit est utilisé sous forme de solution à 7%à la posologie de 3,50 mg/Kg de poids corporel, et se conserve 2 à 3 jours, tandis que le produit sec est très stable.
La réaction locale n'est généralement pas très prononcée, bien que le traitement par voie sous cutanée puisse être suivi d'une tuméfaction au point d'injection, disparaissant sous dix jours.

On utilisera donc de préférence la voie intramusculaire, en injectant 5mL pour 100kg de poids vif.
En raison de la coloration résiduelle des tissus qui persiste pendant deux semaines, il est interdit de mener ces animaux à l'abattage pendant cette période.
Ce médicament est aussi efficace **contre la babésiose**, maladie véhiculée par les Tiques. Il est important de garder cette maladie à l'esprit car elle est responsable de signes cliniques assez semblables à ceux de la trypanosomose (anémie…). Ce remède présente donc l'avantage d'être efficace contre deux maladies que l'on pourrait confondre de prime abord. Par ailleurs, il est considéré comme un excellent antibactérien et antifongique, peut-être le meilleur parmi la famille des diamidines aromatiques. Ainsi, il a pu être employé dans le traitement de la Brucellose (THIBAULT, J.M., 1986).

Cette double casquette laisse cependant un goût amer car il a été signalé que son action bactéricide profitait aux vecteurs. Ainsi, les Trypanosomes sont tués ; mais, une glossine piquant un animal traité, présentera en retour une meilleure fécondité, une plus grande espérance de vie. On entre dès lors dans une sorte de cercle vicieux, permettant de juguler l'infection trypanosomienne, tout en offrant insidieusement la possibilité au vecteur d'en tirer profit (DEDE, P.M., 1999).

L'acéturate de diminazène présente donc une grande activité, une bonne stabilité, une facilité d'emploi, ainsi qu'une très faible toxicité pour les Bovins, ce qui en fait un traitement de choix de la trypanosomose. Il est **uniquement curatif**, car sa rémanence n'est que de trois semaines. Il provoque la chute immédiate de la parasitémie (les trypanosomes disparaissent en dessous du seuil de détection des techniques de laboratoire au bout de 12 à 36 heures), un rétablissement clinique et une immunisation des animaux (par libération d'antigènes). Ces animaux deviennent fréquemment porteurs asymptomatiques et aparasitémiques. Ceci dit, l'infection n'est pas pour autant supprimée (DESQUESNES, M., 1997).

b) Isométamidium

En Afrique francophone, le chlorure d'isométamidium est vendu sous le nom de TRYPAMIDIUM®, et dans les pays anglophones, sous le nom de SAMORIN®.
Quelque soit le nom déposé, il s'agit d'une poudre rouge foncé qui se dissout facilement dans l'eau froide pour donner une solution brun rouge.
Ce trypanocide est remarquable car il offre une vaste amplitude de possibilités en terme de posologie : il peut être utilisé à des doses variant de 0,25 à 1 mg/Kg. On a donc une marge de sécurité élevée, en ce qui concerne la toxicité éventuelle.
Il est recommandé de l'utiliser sous forme de solution à 1%, injectée par voie intramusculaire profonde, à la posologie de 0,25 mg/Kg. Son injection par voie intraveineuse est mortelle chez la chèvre (TAYOU KAMGUE, R.A., 1989).

c) Homidium

Ce composé se présente sous deux formes :

- le chlorure d'homidium
- le bromure d'homidium

Ce sont tous deux des poudres de couleur pourpre, vendues sous forme de comprimés, qui une fois dissous, produisent une solution rouge foncé. Le chlorure d'homidium est plus soluble que le bromure. De l'eau chaude est nécessaire pour dissoudre totalement ce dernier.

Il est recommandé d'utiliser l'homidium à la posologie de 1mg/Kg d'une solution à 2%. Cela correspond à un millilitre de la solution préparée pour 25 Kg de poids corporel.
Ces substances peuvent être irritantes au point d'injection. Il est recommandé de les injecter en intramusculaire profonde.

d) Sulfate de quinapyramine

Il est vendu sous forme d'une poudre blanche qui se dissout dans l'eau pour former une solution limpide. Ce produit est utilisé sous forme de solution à 10%, à la posologie de 5 mg/Kg par injection sous-cutanée, soit un millilitre pour 20 Kg de poids vif.
Parfois, des signes de toxicité peuvent se manifester chez les Bovins. Les animaux tremblent et s'effondrent souvent quelques minutes après le traitement. Ils salivent abondamment, tandis que la mâchoire effectue un mouvement de va et vient. Il peut aussi occasionner de la diarrhée.
L'origine de ces phénomènes n'étant pas connue, il importe de limiter les facteurs de stress aux animaux ainsi traités. Il faut que tous les animaux qui arrivent au lieu d'inspection puissent se reposer une heure avant et après le traitement, et si possible, leur laisser un point d'abreuvement à disposition.

e) Suramine

Le NAGANOL®, dérivé de l'urée, se présente sous la forme d'une poudre hygroscopique blanche, soluble dans l'eau froide. Il s'agit d'un produit synthétisé en 1922, donc très ancien. La solution à 10% est précautionneusement administrée en voie intraveineuse lente à la posologie de 10 mg/Kg. Deux à trois traitements à une semaine d'intervalle permettent en général la guérison de l'animal. Le médicament administré en une seule fois à la dose indiquée, peut aussi protéger les animaux pendant un à trois mois (BOYT, W.P., 1986).
L'efficacité de la suramine est faible chez les Bovins infectés par *T. Vivax* et *T.congolense*. La tolérance chez l'animal traité est assez bonne. Cependant, on peut noter des réactions générales après son administration en intraveineuse (DIA, M. L., 2001).

2. *Limites et espoirs*

a) Conséquences néfastes des traitements et parades

(1) La chimiorésistance

La **chimiorésistance** est un phénomène pouvant se développer au cours d'un traitement. Il s'agit d'une perte de sensibilité d'une souche de micro-organismes, qui est apparue vis-à-vis d'un composé auquel elle était précédemment sensible.
En effet, lors des premières utilisations de ces molécules, il n'existait pas de résistance innée. Ce problème n'est donc pas l'apanage des antibiotiques, ni des antihelminthiques ; il touche simplement tous les produits dont l'utilisation a tendance à être excessive. Aux racines de cette résistance se trouve la **facilité d'accès à ces traitements** qui sont en vente dans des les officine, des magasins agricoles...
Par ailleurs, il s'agit d'un traitement peu onéreux, évalué à un dollar U.S. en moyenne par sachet. Dès lors, ils sont utilisés plus que de raison : la moitié des animaux traités à l'aveugle ne seraient en fait pas parasités par des trypanosomes. L'emploi abusif de ces molécules souffre d'une véritable ingérence (GEERTS, S., 2001).
De ce fait, on peut dire que la chimiorésistance est la conséquence directe de l'exposition des parasites à une **dose infra-curative** du médicament ou d'un composé apparenté. Il ne faut en aucun cas négliger les efforts pour éviter cette cause première et il faut examiner et

comprendre la succession d'événements qui y aboutit. La figure 19 donne les courbes de concentration de deux produits dans le plasma. L'un est curatif, l'autre est prophylactique seulement. Les périodes P1 et P2 sont les moments critiques pendant lesquels les trypanosomes peuvent acquérir l'expérience nécessaire pour réaliser les changements qui aboutissent à la résistance. Plus la période d'exposition est longue et plus la nouvelle caractéristique a de chances d'apparaître. La faculté de glissement antigénique des trypanosomes favorise beaucoup l'apparition de chimiorésistance.

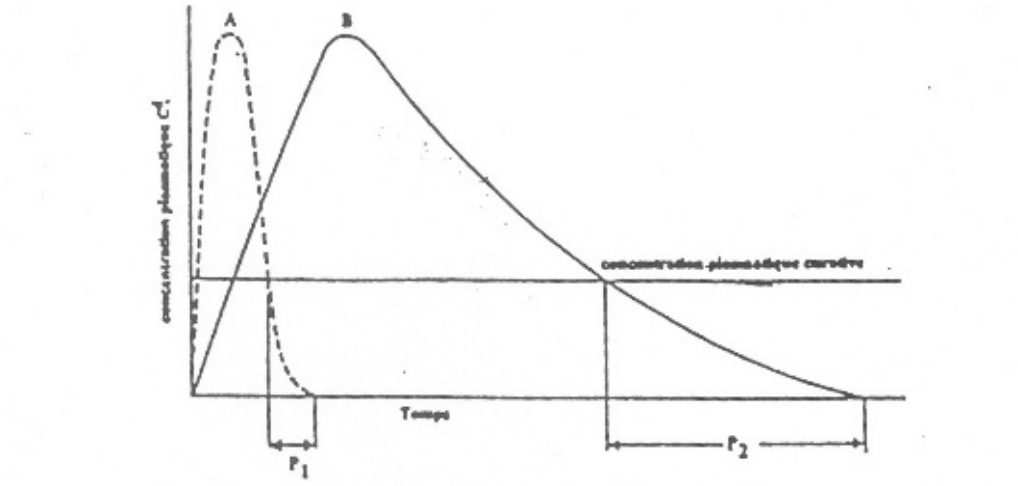


Figure 19 : Comparaison des concentrations plasmatiques en fonction du temps d'un trypanocide curatif et d'un trypanocide préventif
Source : BOYT, W.P., 1986

Il en ressort clairement que les souches résistantes auront plus de chances de se manifester à un degré infra-curatif. La probabilité d'acquérir une chimiorésistance croît avec la durée d'élimination du trypanocide, qui est plus importante pour les produits préventifs comme le TRYPAMIDIUM® (cf. P2), que pour les produits curatifs comme le SANGAVET® (cf. P1). La chimiorésistance augmente aussi à chaque nouveau contact avec le produit incriminé.

De même, plus le pourcentage d'animaux se trouvant dans la situation d'un traitement à dose infra-curative sera élevé, plus le risque de résistance sera grand.
Donc, les circonstances les plus propices au développement d'une pharmacorésistance sont :

- l'utilisation généralisée d'un médicament curatif dans une zone de forte exposition, dans le cas où le produit persiste assez longtemps dans le sang, et souvent à un seuil infra-curatif. L'emploi de ces médicaments curatifs par inoculation en bloc de troupeaux entiers de bovins est une pratique qui favorise tout particulièrement un tel échec du traitement.
- l'application d'un schéma prophylactique lorsque les intervalles ont été déterminés de façon inexacte, et si, en conséquence, avant chaque rappel, la concentration plasmatique tombe au dessous du seuil curatif.
- le sous dosage. Si l'erreur est considérable, il se peut que la concentration plasmatique du produit ne dépasse jamais le seuil d'efficacité. Un dosage insuffisant peut se produire si l'on a utilisé une quantité erronée de médicament pour confectionner la solution en vrac ou si l'on n'a pas bien veillé à ce que la dissolution soit totale. Il peut aussi s'agir d'une sous-estimation du poids de l'animal. Cette erreur est d'autant plus probable que peu de structures d'élevage disposent d'une balance de pesée ou d'une personne maîtrisant la barymétrie.

- la formation d'un abcès au point d'injection. Dès lors, une partie du médicament a pu être rejetée avec l'exsudat inflammatoire. Sinon, il peut se passer une réaction d'enkystement, ce qui aura emprisonné le médicament et limité sa disponibilité pour l'organisme. On rejoint donc, certes indirectement, la problématique précédente d'insuffisance de concentration plasmatique du produit.
- la suppression de la couverture prophylactique alors que le degré d'exposition demeure élevé, sans qu'aucune mesure ne soit prise pour faire face à l'apparition éventuelle d'une souche résistante.
- la négligence de l'éleveur qui ne rassemble pas tous ses animaux au moment voulu pour les traiter dans le cadre de la prophylaxie (BOYT, W.P., 1986).

Un autre cas de figure, à distinguer des précédents, doit être mentionné. Il s'agit de la résistance comportementale : les trypanosomes peuvent se trouver dans des refuges extra-vasculaires, dont l'accès est difficile pour les trypanocides.
Il semble important de tirer la sonnette d'alarme car la résistance d'une souche se conserve au cours du cycle biologique chez la glossine, 16 mois pour *Trypanosoma vivax* et 12 mois pour *Trypanosoma congolense* , et peut donc être « transmise » d'un bovin à un autre (MAINGUET, 2000).

De même, lors du retour de l'infection domestique au cycle sylvatique (à cause des mouvements de tsé-tsé ou de bétail), il a été constaté que les souches résistantes sont facilement transmises et peuvent passer d'un hôte sauvage à l'autre, sans pour autant perdre de leur chimiorésistance (GRAY, A.R. et al., 1971).
Il est aussi alarmant de constater que des négligences sanitaires en terme de santé publique, ont pu laisser le champ libre à certaines souches de trypanosomes résistants. Le mélarsoprol, principal médicament utilisé pour combattre la maladie du sommeil, s'est révélé inefficace sur certaines souches de *T.brucei gambiense*. Or, même si l'on ne peut exclure une mauvaise utilisation humaine de cette molécule, celle-ci ne peut être que sporadique car son emploi est à but strictement curatif et délivrée en réel cas de besoin. La maladie du sommeil n'est traitée qu'à l'hôpital et il n'y a pas d'utilisation prophylactique de cette molécule. Dès lors, il a fallu réorienter le débat et se pencher sur le domaine vétérinaire pour comprendre ce phénomène. Il s'agit, en fait, d'une résistance croisée entre le diminazène et le mélarsoprol. La diffusion de la maladie humaine serait alors corrélée aux migrations massives du bétail traité préventivement et anarchiquement au diminazène. Il ressort de ce constat que **l'emploi d'isométamidium ou d'homidium serait à privilégier à celui du diminazène**. Ce choix serait meilleur pour prévenir la trypanosomose humaine, même si l'on ne peut omettre une moindre efficacité face à des parasites qui peuvent y être résistants (BARRETT, MP, 2001).
Il s'avère donc important de savoir déceler cette résistance pour agir en conséquence.

Grâce aux techniques de laboratoire, il devient possible de déceler ces cas. En effet, un test ELISA est en train d'être mis au point et devrait permettre de corréler la concentration en isométamidium à celle des parasites, sur un même individu (EISLER et al., 1997).
La chimiorésistance pourrait s'expliquer par un changement de potentiel électrique des membranes mitochondriales. L'avenir nous laisse entrevoir la possibilité d'isoler quelques trypanosomes et de pouvoir évaluer leur potentiel électrique de membrane de sorte à pouvoir statuer sur leur caractère résistant ou non. D'un point de vue génétique, on s'interroge aussi sur le caractère mono ou polygénique de cette caractéristique et sur la dominance ou la récessivité du (ou des) gène (s)qui code(nt) la résistance (GEERTS, S., et al., 2001).
Cette thèse reste tout de même soumise à controverse puisque rien n'a été prouvé.

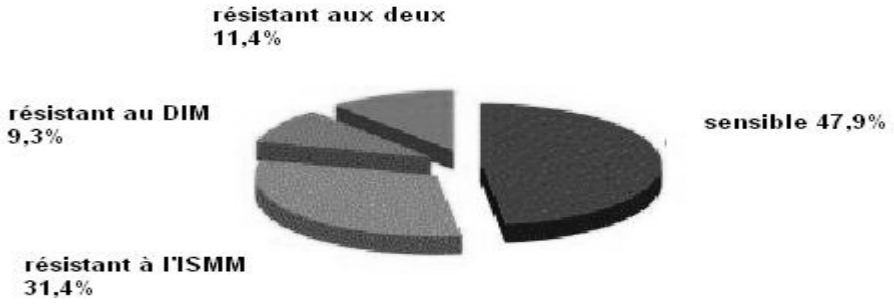


Figure 20 : Diagramme de l'efficacité de deux trypanocides sur des souches de T. congolense

Source : GEERTS, S., 2001

De même, un protocole standardisé utilisant des souris de laboratoire, auxquelles on inocule une souche de trypanosomes permet de mesurer l'efficacité des trypanocides. Ce diagramme illustre les résultats obtenus pour Trypanosoma congolense, souches isolées de troupeaux issus de régions infectées du Kenya (n=52), de Tanzanie (n=17) et de Zambie (n=71). Les traitements ont consisté en :

- 1 mg/Kg d'isométamidium
- 20 mg/Kg d'acéturate de diminazène

Cette expérience met en évidence l'ampleur que peut prendre la proportion de souches résistantes. Plus de la moitié le sont à au moins une des deux molécules utilisées, et 11, 4% le sont aux deux produits (GEERTS, S., 2001).

Quelle alternative choisir face à cette **impasse curative** ?

(2) Les médicaments sanatifs

En pratique, il faut soupçonner le vice de chimiorésistance lorsqu'un traitement qui portait autrefois ses fruits, s'avère être devenu infructueux. Il faut, dans ce cas, changer de molécule.

Nous pouvons répertorier dans un tableau non exhaustif quelques stratégies à adopter en cas de résistance.

Résistance observée à	**Remplacement par**	**Espèce traitée**
Prosalt de quinapyramine	Suramine ou isométamidium	Dromadaires
Bromure d'homidium ou Isométamidium	Acéturate de diminazène	Bovins
Suramine	Mélarsamine	
Dérivés de la quinapyramine ou Acéturate de diminazène	Isométamidium	

Tableau 7 : Contexte d'utilisation de médicaments sanatifs

Un médicament qui élimine les parasites ayant acquis une résistance à un autre composé est dit sanatif. Ce terme, employé pour la première fois par WHITESIDE en 1958, est un américanisme pour parler d'un médicament « d'assainissement » : sanative drug.
On pourra noter que l'isométamidium agit comme son propre agent sanatif en éliminant, à doses plus importantes, les souches qui lui sont devenues résistantes aux doses curatives recommandées. A cet égard, il s'agit d'une molécule toute particulière qui porte le titre d'agent sanatif universel (TAYOU KAMGUE, R.A., 1989).
En 1979, l'usage de l'isométamidium est recommandé par le groupe d'experts FAO/OMS, à la fois comme curatif et comme préventif à court et long terme. Pour éviter la chimiorésistance, la ligne de conduite préconisée est celle d'une utilisation alternée de l'isométamidium et de l'acéturate de diminazène. Il est intéressant d'y avoir recours car ce sont des molécules dont le mode d'action est totalement différent, ce qui n'entraîne pas de résistance croisée.

(3) L'anémie et la myocardite

La plus grande partie de l'Afrique centrale et de l'Ouest, infestée par les tsé-tsé, ne peut conseiller à ses agriculteurs de posséder des animaux de trait. Ils succomberaient à la trypanosomose car ils y sont plus sensibles du fait de l'effort. Le problème se pose dans les zones de moindre risque. Il a été envisagé qu'il serait plus commode de traiter les animaux s'ils manifestaient des symptômes. Mais le risque est permanent et les animaux dispersés sur de grandes superficies. Il est donc difficile de les soigner à temps.
En outre, des traitements impromptus favorisent non seulement la chimiorésistance, mais aussi l'**anémie** et la **myocardite** dues à la trypanosomiase. En effet, ils tendent seulement à masquer la sévère réalité de la situation. Ainsi, les animaux infectés qui ont encore assez de force pour travailler sont alors susceptibles d'être victimes d'attaques cardiaques.
Les risques sont considérables, et il serait irréfléchi d'encourager un éleveur de ces pays à s'endetter pour acquérir des bœufs de travail. Les tracteurs ne sont pas non plus une solution puisqu'ils ne donnent pas de viande, ni de lait ou de fumier. De plus, ils ne constituent pas une réserve financière en tant que telle, et sont aussi difficiles à entretenir. Par ailleurs, un investissement financier plus important est requis (MACLENNAN, K.J.R., 1981).

b) Falsification

Il s'agit malheureusement d'un procédé assez répandu en Afrique.
Il existe deux stratégies principales :

- Augmentation du degré de dilution des produits vendus, ce qui intervient très néfastement, comme nous venons de le voir, dans les processus de chimiorésistance.
- Substitution au trypanocide d'un composé tout autre mais d'aspect similaire.

Exemples : du permanganate de potassium, du café moulu à la place d'isométamidium
de la poudre de Néré, du maïs écrasé à la place du BERENIL® (HAMADOU, S., et al. , 2001)

L'expérience montre qu'en Afrique de l'Ouest, il faut se méfier des sachets de TRYPAMIDIUM®. Certains sachets ont pu voir leur contenu ou ce qui est écrit dessus modifiés.
C'est dans ce contexte qu'a été inauguré au Sénégal, en 2001, le laboratoire Inter-Etats de contrôle des médicaments vétérinaires. Ses objectifs majeurs sont la surveillance de la qualité des « médicaments clé » comme les trypanocides ou les antibiotiques (DIA, M.L., 2001).

D. Prévention

1. Chimioprophylaxie

En raison des risques d'apparition de souches de trypanosomes chimiorésistantes, il convient de pratiquer les traitements prophylactiques avec la plus grande prudence. Pour cela, il faut respecter le rythme de traitement et les conditions d'emploi.
Dans le tableau suivant sont regroupés les médicaments préventifs, leur indication et la durée de protection.

Produit	Voie d'injec-tion	Dose	Volume à injecter	Trypanosomes ciblés	Durée de protection	Espèces animales à traiter
Isométamidium	IM profon-de	0,5 à 1 mg par kg	5 à 10 mL par 100 Kg	*T. vivax* *T. congolense* *T. brucei*	2 à 4 mois	Bovins Petits ruminants Equidés Canidés
	IM ou IV		5 à 7,5 mL par 100 Kg		2 mois	Bétail de boucherie
Quinapyramine	SC	5mg/Kg de sulfate	5mL/100 Kg	*T. brucei* *T. evansi*	2mois	Equidés Camélidés
Bromure d'homidium	IM	1 mg/Kg	4 mL/ 100 Kg	*T. vivax* *T. congolense*	1 mois	Bétail de boucherie
Suramine-quinapyramine	SC	40 mg/Kg de quinapyramine	4 mL/ 5 Kg	*T. simiae*	3 mois (porce--let) 6 mois (adulte)	Porcins

Tableau 8 : Protocole d'utilisation des trypanocides en prophylaxie

Source : DIA, M.L., 2001

Chez les Bovins, on distingue deux molécules dont l'emploi est à préconiser en terme de prophylaxie. Il s'agite de l'isométamidium et du bromure d'homidium.

La chimioprévention à l'isométamidium est recommandée :

- lors des migrations saisonnières vers les pâturages et les points d'eau en zones infestées par les glossines.
- lors du déplacement des animaux de boucherie des régions sahéliennes du Nord indemnes ou peu infestées vers les marchés et les boucheries des grands centres de consommation du Sud, en traversant des régions fortement infestées par les glossines.
- Lors d'introduction du bétail en régions assainies.
- En combinaison avec tout l'arsenal de la lutte contre les glossines (TACHER, G., 1982).

2. *Bétail trypanotolérant*

a) Définition

« La trypanotolérance peut être définie comme une aptitude génétiquement déterminée à limiter l'ampleur et la fréquence des parasitémies et à faire preuve d'une sensibilité réduite aux effets pathogènes des trypanosomes » (ITARD, J., 1981).
Ceci dit, il ne s'agit en rien d'une solution miracle car il n'a pas été prouvé que cette maladie soit inoffensive pour le bétail dit tolérant. D'ailleurs, d'un point de vue sémantique, il est inscrit dans le terme tolérance une aptitude à contrôler les effets de la trypanosomose et non à les empêcher. La spoliation sanguine demeure, et en ce sens, il ne s'agit que d'une politique économique du « mieux que rien ».Il n'existe pas de trypanotolérance absolue. Elle ne peut être que relative.
Il s'agit en fait d'une aptitude de certaines races animales à vivre et produire (en bonne santé apparente) dans les zones à glossines, alors que d'autres, à qui l'on ne connaît pas cette capacité, en mourraient. Pour cela, le système immunitaire de l'animal lutte en produisant des anticorps : il n'y aura pas de manifestation clinique de la maladie et pas d'aggravation de l'état général, mais la production ne pourra jamais être optimale.
En fait, il serait plus juste de parler, non pas de tolérance immunitaire mais plutôt de **prémunition dynamique** ou **immunité relative**, concept introduit en 1924 par E.SERGENT et son équipe. Le caractère est inné mais la résistance aux trypanosomes est accrue par des infections répétées, donc en partie acquise mais aussi modulée par divers facteurs que nous étudierons par la suite.
La trypanotolérance n'est donc pas un état réfractaire, et dans les régions infestées il est essentiel de prévoir l'utilisation de médicaments trypanocides pour optimiser la production, y compris celle des races trypanotolérantes. En effet, la productivité décroît à mesure que le risque augmente comme le montre le tableau qui suit.

Niveau de l'infestation glossinaire	Nombre de troupeaux	Indice de productivité *(Kg)
Zéro	3	40,1
Faible	13	31,9
Moyen	10	23,2
Elevé	4	18,8

* Poids total d'un veau d'un an et équivalent-poids vif de lait produit par 100 Kg de vache par an

Tableau 9 : Influence du niveau de l'infestation glossinaire sur la productivité des Bovins trypanotolérants en Afrique de l'Ouest et centrale, 1977/78

Source : TRAIL J.C.. et al., 1986

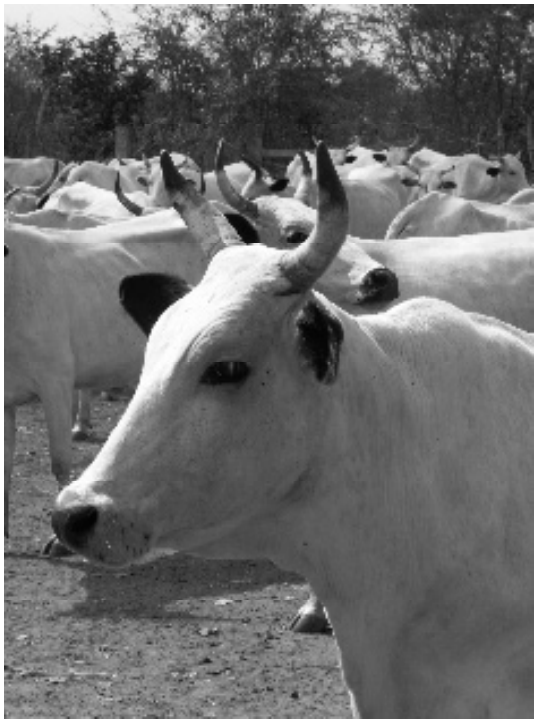
b) Types de races et répartition géographique

La trypanotolérance s'observe chez les ruminants sauvages en contact permanent, depuis des milliers d'années avec les glossines infectées ainsi que chez certaines races de taurins (*Bos taurus taurus*) dont l'arrivée en Afrique date de plusieurs millénaires avant l'ère chrétienne (ITARD, J. , 1981).

Les zootechniciens ont l'habitude de classer les descendants de ces animaux en deux types de races:

- Les taurins à **longues cornes** d'Afrique occidentale : les Ndama, mot signifiant pour plusieurs ethnies « de petite taille, court sur pattes ». Cette race est désignée sous la dénomination générale de « bovins de Guinée ». Son berceau se situe en Guinée, dans le massif montagneux de Fouta-Djallon, d'où elle s'est répandue un peu partout dans le territoire guinéen. De nos jours, on rencontre la race au Sénégal, au Mali, au Burkina Faso, en Guinée Bissau, en Sierra Leone et au Libéria (BELEMSAGA, D., 2001).
- Les taurins à **courtes cornes** d'Afrique occidentale : il existe une multitude de termes pour les désigner. D'ailleurs, cette profusion de désignations est à relier très certainement au fait que des croisements entre ces animaux ont été réalisés. Seule, une étude de génétique moléculaire (ADN et diversité de la taille des microsatellites, par exemple) pourrait continuer à faire une nette distinction génotypique. Contrairement aux Ndamas, ces taurins ne sont que très rarement confiés aux populations à tradition pastorale. Ils sont plus sédentaires et permettent alors à l'éleveur de s'assurer un revenu occasionnel s'ajoutant à celui des cultures. Ces animaux, assez dociles, ne sont généralement pas utilisés pour le travail, bien qu'il soit possible de le faire dans de menus travaux de culture attelée et de corvée d'eau, comme cela est pratiqué à Sékou et Ouidah au Bénin (TOURE, S.M., 1977).

Nous pouvons citer notamment la race béninoise Borgou issue du croisement entre Muturu autrement appelé *Dwarf Shorthorn*, Ndama et Zébu ou *White fulani*. La robe dominante est blanche (pie intégrale) ou grise, quelque fois pie-noire, et les muqueuses sont généralement noires.



Photographie 6 : Troupeau de Borgous

La race des lagunes ou Lagunaire se rencontre aussi au Bénin. Cette race vit le long du système lagunaire du golfe de Guinée, d'où son nom. La robe est à dominante noire, souvent pie-noire. Les robes rouges et pie-rouges sont très rares. Les muqueuses, paupières et onglons sont noirs.

Photographie 7 : Lagunaire

Appartiennent aussi à cette catégorie les races : Baoulé, Muturu et Somba (BELEMSAGA, D., 2001).

A noter que le Zébu est par excellence une race très sensible aux trypanosomes. C'est ainsi que la race Borgou, issue d'un croisement avec ce dernier, montre certaines limites quant à sa tolérance. En effet, la plupart des rapports fournis par les différentes régions d'élevage, au Bénin, font état de la sensibilité du Borgou à cette maladie (TOURE, S.M. 1977).

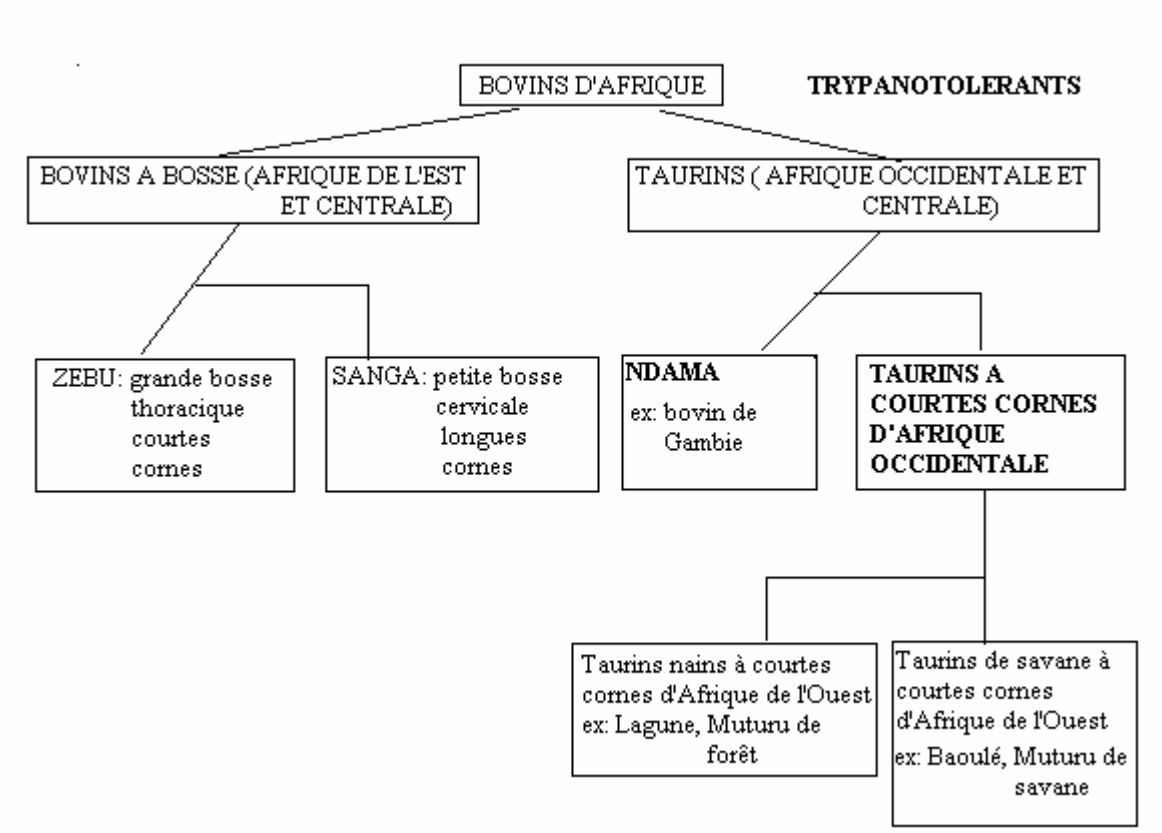


Figure 21 : Le bétail trypanotolérant et trypanosensible en Afrique

Voici un tableau dressant la situation en Afrique du centre et de l'ouest en ce qui concerne la proportion d'animaux trypanotolérants. La situation du pays auquel nous nous intéressons tout particulièrement est mise en évidence car soulignée et écrite en caractères gras. Nous pouvons constater que les quatre cinquièmes des Bovins béninois ont la faculté d'être trypanotolérants. Une telle proportion est très encourageante pour le développement de l'élevage dans ce pays.

Pays	Bovins		Ovins		Caprins	
	Nombre (milliers)	**Pourcentage des effectifs totaux**	**Nombre (milliers)**	**Pourcentage des effectifs totaux**	**Nombre (milliers)**	**Pourcentage des effectifs totaux**
Sénégal	1053	48	770	39	385	39
Gambie	299	98	162	100	175	100
Guinée-Bissau	300	100	110	100	230	100
Guinée	2307	100	1026	100	915	100
Sierra Leone	333,2	100	264	100	145	100
Libéria	12,6	100	210	100	200	100
Mali	1092	16	1265	20	1385	20
Burkina Faso	1000	33	1170	56	1830	69
Côte d'ivoire	672	73	1032	100	748	100
Ghana	994	99	1555	100	1283	100
Togo	242	98	621	100	735	100
Bénin	**760**	**82**	1243	100	1093	100
Nigéria	200	18	1000	10,5	5320	24
Cameroun	11	0,3	540	23	585	23
République centrafricaine	7,4	0,3	94	100	1017	100
Gabon	17,4	100	96	100	90	100
Congo	65	100	85	100	180	100
Zaïre	451,1	31	770	80	3600	80
Guinée équatoriale	0,1	31	5	100	20	100
Total	9816,8		12018		19936	

Tableau 10 : Les populations trypanotolérantes d'Afrique centrale et de l'Ouest
Source : HOSTE, C.H. et al, 1988

Le tableau indique, pour les pays d'Afrique occidentale et centrale possédant du bétail trypanotolérant, les effectifs bovins, ovins et caprins trypanotolérants pour l'année 1985. (Cette référence peut paraître relativement ancienne, mais le manque de statistiques fiables et la difficulté de les recueillir sont des problèmes qu'il faut résoudre de toute urgence). Les pourcentages des effectifs trypanotolérants par rapport aux effectifs nationaux apparaissent également. En effet, certains des pays mentionnés, notamment ceux dont une partie du territoire est en dehors des zones affectées par la trypanosomiase, possèdent en plus de leur cheptel trypanotolérant, d'importantes populations d'animaux trypanosensibles.

La répartition raciale pour les bovins trypanotolérants est la suivante: 49,5 pour cent appartiennent au groupe des taurins à longues cornes et sont de race N'Dama, 20 pour cent au groupe des taurins de savane à courtes cornes et 1 pour cent au groupe des taurins nains à courtes cornes. Enfin, 12,6 pour cent des effectifs sont des métis zébu x N'Dama et 16,9 pour cent des métis zébu croisés taurin à courtes cornes (HOSTE, C.H. et al, 1988).

c) Critères déterminants la trypanotolérance

(1) Milieu de vie

L'aptitude à acquérir la trypanotolérance n'est pas propre aux seuls bovins africains. Des races étrangères, même hautement améliorées pourraient présenter cette capacité. La seule indication étant que l'animal vive dans un milieu présentant une pression glossinaire. En effet, les races trypanotolérantes ne développent une prémunition qu'à condition d'être élevées dans une région infestée de glossines. Ainsi, le contact de la mère avec les parasites induit une production d'anticorps qui seront transmis au veau à travers le colostrum puis par le lait.
Dès lors, au Bénin, à la ferme de Kpinnou, la race brésilienne Girolando (issue elle-même du croisement entre la race brésilienne Gir et la race hollandaise Holstein) récemment introduite en 2004, montre un taux d'affection des mères d'environ 5,6 pour cent et parallèlement une tolérance de cent pour cent en ce qui concerne les veaux. Le recul n'est pas suffisant pour en tirer une véritable conclusion car les veaux sont nés en 2005. Il s'agit d'une constatation encourageante concernant cette aptitude (DAVITO, C., 2005).

(2) Génétique

L'hématocrite est un marqueur de trypanosomose assez fiable. On peut d'ailleurs l'associer à des marqueurs génétiques de race comme l'hémoglobine et l'albumine, ce qui permettrait dans un proche avenir de sélectionner les animaux les plus trypanotolérants pour les zones à plus haut risque trypanosomien.
Une étude menée au CRTA (Centre de Recherche et de Technique Avancée) de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) par QUEVAL, R. (1991) sur le polymorphisme de quatre protéines (hémoglobine, phosphoglucomutase, purine nucléoside phosphorylase et alumine) chez des races Baoulé, Zébu et croisement entre Ndama et Baoulé, a montré que ces derniers sont tous résistants, tandis que les zébus sont tous sensibles et que les Baoulés de pure race sont résistants pour les deux tiers, et que le tiers restant présente la même sensibilité que la race Zébu. Pour expliquer ces différences, il suffit de s'intéresser au **phénotype de l'albumine** qui lorsqu'il est FF chez un Baoulé offre 6,5 fois plus de chances d'être résistant aux trypanosomes que ceux qui possèdent les phénotypes FS ou SS.
De même, une différence entre les hémoglobines est soupçonnée d'entraîner une différence de tolérance à cette maladie. Ainsi, il ne semble pas y avoir de race trypanotolérante hormis celle dont le phénotype est de type AA selon TOURE, S.M. (1977) (sachant qu'il existe un allèle B ou C).

(3) Immunologique

Le raisonnement de cette partie, mené par DESOWITZ, R.S. (1959) rejoint aussi ce qui a été vu concernant le milieu de vie. Ainsi, selon cet auteur, les stimuli antigéniques reçus dès le plus jeune âge influent sur la réponse immunologique que fournira le bovin adulte. Par exemple, le veau de race Ndama a été rendu particulièrement immun par le colostrum maternel et pourra devenir hyper immun si la pression exercée par des glossines infectées est importante et précoce.
En l'absence de piqûres, il ne fournira pas de réponse anamnésique plus importante que celle d'un zébu, même après plusieurs épreuves infectantes. La protéinémie souvent plus élevée chez les Ndama s'expliquerait donc par la capacité de ces derniers à maintenir un taux d'anticorps élevé, contrairement aux bovins de race Zébu.

(4) Facteurs physiopathologiques

Des ruptures de trypanotolérance s'observent notamment lorsque l'animal présente un mauvais état général dû à une infection intercurrente, à une verminose importante, à des carences alimentaires ou à de la fatigue excessive (ITARD, J. (1981)). Ainsi, la pénurie de

pâturages en fin de saison des pluies peut être un facteur prédisposant au déclenchement d'une trypanosomose.
Le cas du bétail Ndama importé de Sénégambie et du Zaïre au Gabon, entre 1984 et 1987, illustre tout à fait le caractère non absolu de la trypanotolérance. En effet, il s'agit de bétail débilité par plusieurs jours de voyage qui arrive au ranch. Le milieu est nouveau et la saison est celle des pluies, correspondant au plein boum démographique de la population de glossines et de tabanidés. La crise d'adaptation est réelle pour ces animaux. Ainsi, en 1985, une défaillance importante de la trypanotolérance a nécessité l'utilisation de trypanocides et d'antibiotiques pour enrayer la forte mortalité. Lors des importations suivantes, une couverture antitrypanosomienne drastique a été instaurée. Dès lors, une différence statistiquement significative a été observée quant au taux de mortalité (imputable à cette maladie), calculé pour chaque mois, ente les animaux arrivés en 1985, d'une part et ceux arrivés durant les deux années suivantes (DEHOUX, J.P., 1990).
De même, la gestation, la parturition, l'allaitement, la lactation sont des sources de **stress** qui peuvent entrer en jeu et infléchir cette capacité (MURRAY, M. 1987).

Des travaux menés au CIRDES (Centre International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Subhumide) ont visé à établir le rôle que joue l'**alimentation** sur la pathologie de la trypanosomose animale africaine. Cette étude a été menée sur deux lots de moutons sahéliens (trypanosensibles) âgés de deux ans environ et infectés par *Trypanosoma congolense*. Un niveau alimentaire qui offre un Gain Moyen Quotidien de 100 grammes et qui couvre donc les besoins de production, permet d'atténuer la chute de l'hématocrite chez ces animaux. Après traitement, ces animaux correctement nourris retrouvent leur hématocrite de départ. Pendant les 45 jours de maladie, aucun animal n'a connu de valeur très critique d'hématocrite, c'est-à-dire inférieure à 15%. L'amaigrissement généralement constaté chez les animaux souffrant de cette maladie n'a pas eu lieu dans ce cas. De même, l'autre lot, qui recevait une ration quotidienne encore plus riche que le premier (0,73 g d'UF vs 0,48g d'UF, 90,24 g de PDIN vs 51g de PDIN), s'est maintenu dans un excellent état corporel, noté à 3,5, et ce, malgré la maladie. Par contre, un niveau alimentaire élevé n'a pas permis de statuer sur un éventuel contrôle de la parasitémie (KANWE, A.B., 2001).

d) Mécanismes de trypanotolérance

Trois grandes caractéristiques sont requises pour accéder à ce statut :

- L'aptitude à <u>contrôler la parasitémie</u> grâce aux anticorps dirigés contre les antigènes de surface du trypanosome mais aussi grâce aux macrophages. Une étude menée sur le gnou (*Connochaetes taurinus*) infecté par *T.brucei* montre qu'il peut mieux contrôler la parasitémie que ses cousins domestiques. A la différence de ces derniers, il ne développe pas d'anémie. Les réactions immunes des deux catégories d'animaux sont identiques, hormis une meilleure aptitude du sérum du gnou à induire l'adhésion des trypanosomes aux leucocytes sanguins. Dès lors, il est tentant de penser que ce phénomène existe aussi chez les animaux domestiques trypanotolérants.
- La capacité à développer une réponse immune efficace du fait d'une <u>adéquation physiologique au milieu</u>. Les bovins trypanotolérants présentent une meilleure adaptation physiologique à certains facteurs tels que l'utilisation des aliments, la capacité à conserver l'eau ou la thermorésistance. Ainsi, on a pu notamment se demander si l'épaisseur de la peau n'intervenait pas dans la trypanotolérance. Les chancres d'inoculation, apparaissant suite au repas d'une glossine infestée, sont moins fréquents chez les Bovidés sauvages et de plus grande taille chez les Bovins vulnérables. Mais rien de plus n'a pu être prouvé.

- La capacité à diminuer la sévérité de l'anémie. Indifféremment du mode d'infection (naturelle ou expérimentale), les résultats des études ont confirmé la résistance supérieure des taurins (Ndama particulièrement). L'origine de ce trait a pu être reliée à l'aptitude qu'a l'animal à développer une anémie moins grave. En effet, l'anémie est, comme nous l'avons déjà vu, une conséquence de la trypanosomose et se mesure par l'hématocrite. Il est possible de penser que le contrôle de la prolifération parasitaire constitue le facteur clé de cette tolérance. D'autres hypothèses ont été émises comme celle d'une plus forte teneur en acide sialique à la surface des érythrocytes des animaux trypanotolérants ou comme celle d'une meilleure aptitude à assurer des réactions érythropoïétiques tertiaires (MURRAY, M., 1987).

e) Limites et contraintes du statut trypanotolérant

L'intérêt pour ces races est grandissant, particulièrement dans les zones humides et subhumides de l'Afrique de l'Ouest et centrale. Malheureusement, il n'existe qu'un nombre limité d'animaux disponibles ce qui aboutit à une demande de génisses et taurins Ndama excédentaire aux vues de l'effectif disponible.
Ceci dit, le gabarit de ces animaux est réduit d'où une production inférieure à celle d'un croisement.

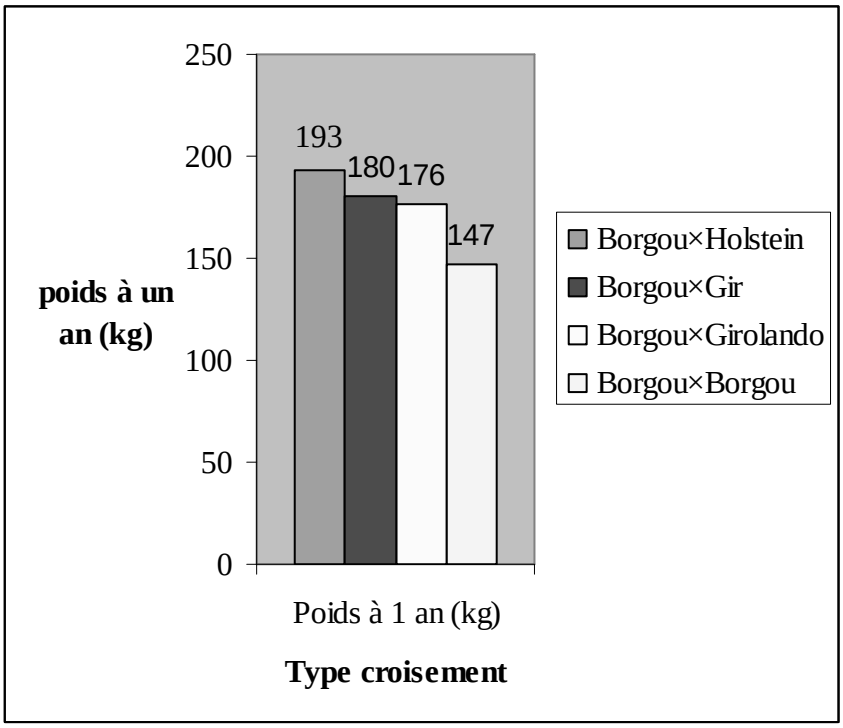


Figure 22 : Histogramme des performances comparées des Bovins Borgou et métis à l'Okpara

Source : TCHOBO, A. (2005)

A la ferme d'état de l'Okpara au Bénin, les performances des races Borgou pures sont nettement inférieures à celles des croisements avec des races hautes productrices. Par exemple, le poids moyen des métis à la naissance dépasse celui des veaux Borgou. Ce poids

est de 20 Kg environ chez les métis contre 17 Kg chez les veaux Borgou. Au sevrage, à neuf mois d'âge, leur poids est d'environ 131 Kg contre 110 Kg obtenus chez les veaux Borgou. Cette supériorité des métis est maintenue après le sevrage tel que le montre le graphique ci – dessus (TCHOBO, A., 2005).

De même, des éleveurs des zones humide et subhumide introduisent des zébus dans leurs élevages pour augmenter le format de la race autochtone. Ce métissage non raisonné (par opposition au cas de la ferme de l'Okpara) est propice à la dilution du génotype permettant la trypanotolérance. Cette information génétique risque de s'estomper au gré des croisements et participe déjà à la raréfaction des races taurines. Le choix et l'amélioration des gabarits par les biologistes constituent une voie incontournable afin de répondre au mieux aux attentes des éleveurs (BELEMSAGA D., 2001). Ce métissage de la race Borgou dans le Nord est du Bénin est fortement déploré par DEHOUX J-P et HOUNSOU-VE G.

.

En outre, un investissement à long terme doit être consenti avant que leur acquisition ne puisse réellement bénéficier au développement et à l'économie, en raison des frais encourus pour le transport de ces animaux et leur acclimatation à un nouveau milieu avec une pression glossinaire qui lui est propre. (TRAIL, JC.M. et al, 1986).Dès lors, les détenteurs de bétail trypanotolérants sont des personnes qui peuvent surmonter cette charge financière et se remettre d'éventuelles pertes grâce à d'autres ressources financières. Il peut s'agir de notables à la retraite, de commerçants, de planteurs, d'agriculteurs…

- Age : 50 ans
- Situation de famille : 2 épouses, 7 à 8 enfants + personnes à charge
- Niveau scolaire : CE1 ou CE2
- Langue : locale et notion de français
- Activités :
  - Principale : AGRICULTURE
  - Secondaire : Elevage
  - Autres : Chasse, pêche, apiculture
- Agriculture :
  - Manioc
  - Arachide
  - Maïs
  - Sésame
  - Riz, bananes et légumes
  - Mils et sorgho
  - Cultures de rente
- Elevage :
  - Zébus = 0
  - Taurins : 15 à 20 têtes
  - Caprins : 10 têtes
  - Ovins : 2 têtes
  - Porcins : 3têtes
  - Volailles : 10 têtes

Figure 23 : Fiche signalétique du possesseur moyen de bétail trypanotolérant en République Centre Africaine

Source : MAINGUET, J.M., 2000

En ce qui concerne leur productivité comparée, quelques données ont pu être rassemblées dans le tableau 9 (p66).
Nous pouvons constater une baisse de l'indice de productivité des animaux, qui semble proportionnelle au degré de l'infestation parasitaire.

En conclusion de cette sous partie, nous pouvons insister sur l'importance à accorder à la sélection et à l'introduction de taurins trypanotolérants dans le plan de lutte contre ce véritable fléau. Il s'agit parfois d'ailleurs de la seule solution économiquement viable quand les pressions glossinaires sont très importantes. Ceci dit, trypanotolérance ne signifie pas trypanorésistance. Elle ne peut être considérée comme une propriété permanente et sûre que dans des conditions bien définies : pureté de la race, biotope d'origine, conditions alimentaires et sanitaires satisfaisantes.
Si les efforts ne se relâchent pas, nous pouvons espérer que le bétail trypanotolérant participera de plus en plus au développement des productions animales en Afrique subsaharienne et contribuera ainsi au mieux-être des populations qui y vivent.

3. La vaccination

La production d'un vaccin efficace semble être trop complexe pour l'instant.
Le principal obstacle à la création d'un vaccin commercialisable contre la trypanosomose est le phénomène de **variation antigénique**. Nous savons que les réactions défensives sont assurées par des anticorps dirigés contre des antigènes associés au revêtement de surface qui enveloppe la membrane plasmatique des trypanosomes. Or, ces antigènes sont très diversifiés, ce qui rend la perspective de mise au point d'un vaccin quelque peu utopique.
L'espoir subsiste tout de même. Une étude relatée par PENICHE, A.G., en 1997, traite de l'important degré de similitude d'un point de vue antigénique entre *Trypanosoma brucei* et *Trypanosoma evansi* (responsable du surra chez les Camélidés).Une perspective de développer un vaccin, suite à une infection puis au traitement d'animaux, a vu le jour. Cependant, cette expérience s'est vite arrêtée car les trypanocides provoquaient le relargage de TNF (Tumor necrosis Factor), lesquels entraînent la mort lorsqu'ils sont relargués massivement.

E. Récapitulatif et comparatif des principales méthodes de lutte

Techniques	Type action directe	Ampleur du bénéfice	Effet indésirable
Applications épicutanées	Tsé-tsé, Tiques, autres insectes	Bien privé	Résistance acaricide des jeunes animaux ??
Epandage aérien	Tsé-tsé mais aussi autres espèces	Bien public régional	Polluant
Epandage terrestre	Tsé-tsé, faible effet sur les autres espèces	Bien public local	Polluant
Pièges et écrans	Tsé-tsé (+) ; parfois autres insectes nuisibles	Bien public local	Non polluant
Mâles stériles	Tsé-tsé	Bien public régional	Non polluant
Trypanocides	Contre la TAA* et parfois autres maladies	Bien privé	Résistance possible des trypanosomes
Bétail trypanotolérant	Contre la TAA* et parfois autres maladies	Bien privé	Non polluant

*TAA = Trypanosomose Animale Africaine

Tableau 11 :Techniques de lutte contre la trypanosomose et nature des bénéfices
Source : KABORE I., 2001

Depuis plus de cinquante ans, les pays africains aidés des organisations internationales se battent, sans succès, pour l'éradication des trypanosomoses.
Chacune des méthodes ici détaillées est utile, mais en même temps insuffisante.
La meilleure solution serait de mener une lutte intégrant surtout la lutte antivectorielle et l'utilisation des trypanocides.
Comme l'élevage africain est à 80% extensif, avec beaucoup de migrations, tant des éleveurs que des animaux, et que de plus, les tsé-tsé ne connaissent pas les frontières, une mise en commun des résultats dont dispose chaque pays concerné est primordiale. Ceci constitue la tâche de structures régionales comme le CIRDES, par exemple (PANGUI, L.J., 2001).

V. La trypanosomose bovine au Bénin

A. Le Bénin : un pays rural

1. Géographie

Le Bénin est un pays entièrement situé dans la zone intertropicale entre 6°10' à 12°25' de latitude Nord et 0°45' à 3°55' de longitude Est.
Sa superficie représente 112 600km². Le pays forme une bande de terre orientée Nord-Sud. Il s'étend sur environ 700 km de l'Océan Atlantique au fleuve Niger au Nord.
Dans les départements du Sud (Atlantique, Couffo, Mono, Ouémé, Plateau, Zou), le climat présente quatre saisons :

- une grande saison des pluies, de mars à juin, correspondant à l'arrivée de la mousson depuis l'Océan Atlantique
- une petite saison sèche, en juillet et août, marquant la stabilisation du front intertropical
- une petite saison des pluies, de septembre à mi-novembre, signant l'arrivée d'un air maritime
- une grande saison sèche, de mi-novembre à février, accompagnant le retour de la mousson de l'océan.

Un tel climat est qualifié d'**équatorial**.

Au Nord (Alibori et Atacora), on rencontre un climat tropical de type soudanien, caractérisé par deux saisons :

- une saison des pluies, de mai à septembre
- une saison sèche, d'octobre à avril, marquée par un vent chaud et sec venant du Sahara : l'harmattan, qui souffle de novembre à février.

La zone centrale (Borgou, Collines, Donga) bénéficie, quant à elle, d'un climat de transition qui s'apparente à un climat subsoudanien.
Dans l'ensemble, le climat béninois montre :

- une forte variation de l'humidité relative de l'air en cours d'année
- des importants écarts de température pendant la saison sèche (novembre à février : période de transhumance). Durant cette période, l'harmattan chasse les glossines vers les galeries forestières, même celles qui n'en sont pas riveraines.

Et c'est dans les départements de l'Atacora, de la Donga, du Borgou et de l'Alibori que se trouvent plus de 80% du cheptel bovin du pays (PASSOT, B., 2001).

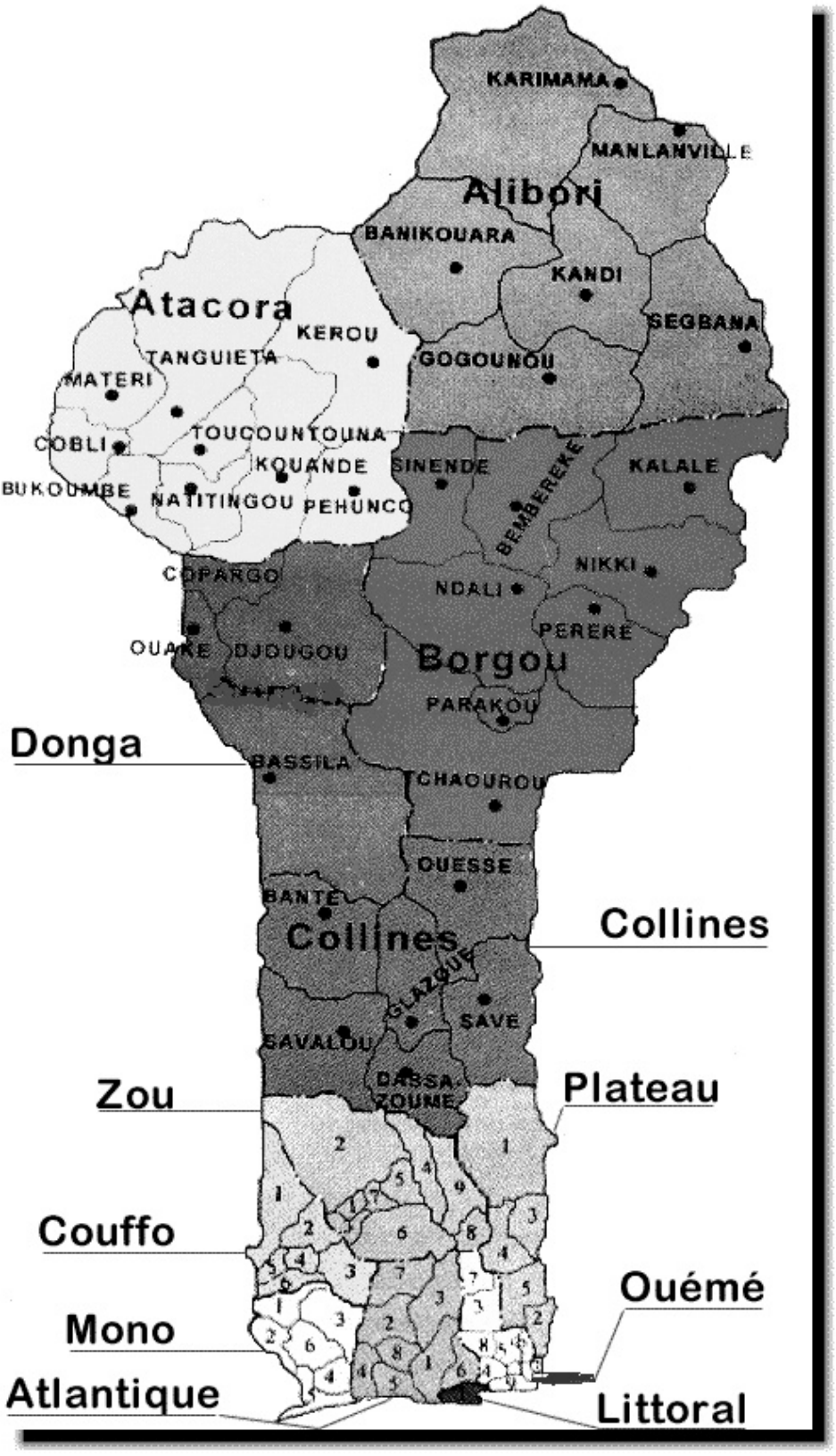


Figure 24 : Carte de la situation géographique et des divisions administratives du Bénin

Source : Dynamiques locales

2. *Géologie, hydrologie et végétation*

Le relief du Bénin est peu accidenté. Il n'est prononcé qu'au Nord-Ouest, dans le massif de l'Atacora dont le point culminant, situé sur le mont Sagboaroa, s'élève à 658 m.
Du Nord au Sud, on distingue cinq principaux types de sols :

- une plaine côtière basse, sablonneuse, composée de cordons littoraux séparés par des bas-fonds marécageux, des lagunes (de Porto novo et de Ouidah) et des lacs (Nokoué, Ahémé). Il s'agit du domaine des cocoteraies (Co*cos nucifera*) et des palmeraies (*Avicennia rhizophora*)
- les plateaux limités au Nord par une ligne Abomey-Bohicon
- un plateau au sol silico-argileux au centre où se trouvent les collines de Savalou, Dassa, Save. C'est la zone de forêt clairsemée
- une plaine d'altitude moyenne, au Nord-Est, traversée par des vallées du fleuve Niger
- la chaîne de l'Atacora, dans le Nord-Ouest, qui se poursuit au Togo, Ghana, Burkina Faso et Niger.

L'hydrologie et la végétation s'associent, quant à elles, pour assurer des conditions favorables aux glossines.

Le pays est arrosé par de nombreux cours d'eau, que l'on peut classer en trois groupes :

- le réseau lagunaire qui couvre une superficie de 200 000 ha. Les lagunes communiquent entre elles au moment des marées de vives-eaux et s'écoulent vers la mer à l'Est de Grand-Popo. Ces eaux entretiennent une mangrove plus ou moins dense, peuplée de palétuviers en îlots dispersés. Les plantations caractéristiques de la région : cocotiers et palmiers, entretiennent aussi un sous-bois toujours verdoyant mais infesté de glossines
- le groupe du Bas et du Moyen Bénin, constitué majoritairement de cinq cours d'eau dénommés : l'Adjara, l'Ouémé (le plus important), le Sô, le Couffo et le Mono. Ils entretiennent des galeries forestières denses et humides constituant aussi un milieu propice au développement des mouches tsé-tsé
- le groupe du Haut-Bénin, correspondant aux bassins de la Volta et du Niger.

La végétation est constituée de grands arbres. Ils créent des galeries forestières le long des cours d'eau. Les arbres les plus souvent rencontrés sont : le Néré (*Parkia biglobosa*), le Karité (*Butyrospermum parkii*), le Caïlcédrat (*Khaya senegalensis*) et le Ronier (*Borassus ethiopium var. fabellifer*).
Au Nord, les arbres sont de plus petite taille et plus espacés.
La tradition du brûlis est à noter. Il s'agit de faire s'enflammer la végétation desséchée pendant la saison aride, pour éviter les feux de brousse naturels mais anarchiques (PASSOT, B., 2004).

3. *Activité économique majeure : l'agriculture*

Le Bénin est un pays en voie de développement, qui a « pour base l'Agriculture et pour moteur l'Industrie », selon la Constitution de 1977.
L'agriculture est le fer de lance de l'économie du pays. Son impulsion repose sur la production animale mais aussi sur l'homme, facteur de bouleversement des écosystèmes et d'orientation des productions.
Le secteur primaire, qui emploie 54% de la population active, participe pour 36% au Produit Intérieur Brut ou PIB. En 2002, ce dernier s'élève à 445€ par habitant.

L'agriculture se fonde sur les productions végétales mais aussi sur l'élevage qui regroupe les productions piscicoles ainsi que les autres productions animales.

a) Les zones d'élevage

L'élevage est pratiqué dans toutes les régions et par toutes les ethnies. Les petites espèces comme les Ovins, Caprins ou Volailles sont effectivement exploitées dans tout le pays.
Par contre, pour ce qui est des Bovins, ce sont majoritairement les Peuhls du Nord qui les possèdent.

On peut tout de même distinguer deux zones d'élevage traditionnel :

- La zone septentrionale où les Zébus et les métis Zébu-Taurins sont bien représentés
- La zone du Bas et Moyen Bénin où une population appréciable de Lagunaires est élevée sous les palmeraies et les cocoteraies ou sur les savanes arborées du Centre.

A noter que l'élevage pastoral n'associe pas un endroit stable à la pratique de l'élevage puisqu'il se caractérise par la transhumance. Il s'agit de mouvements saisonniers à caractère cyclique, entrepris par les groupes pastoraux du Nord et du centre du Bénin. Celle-ci s'effectue à l'intérieur des parcours habituels mais aussi au-delà des frontières, à la recherche d'eau et de pâturages.
La **transhumance** a lieu pendant la grande saison sèche, qui est aussi une période de concentration des glossines au niveau des galeries forestières. Le contact des animaux avec les glossines est ainsi favorisé (AKPO, L.E., 1988).

b) Les fermes d'élevage

Il s'agit de centres gérés par l'Etat dont le but est de moderniser l'élevage. Dans un tel système, les animaux présentent un état général plus satisfaisant. Leur suivi est réalisé quotidiennement par une équipe vétérinaire dans chaque localité. Par ailleurs, le Laboratoire vétérinaire de Bohicon compile et supervise les analyses menées dans chaque site.
Actuellement, le Projet de Développement de l'Elevage III (ou PDE III) est en phase de transition pour l'année 2006. L'année prochaine devrait permettre l'initiation d'un nouvel objectif : l'essor de la production laitière nationale avec réalisation de co-produits comme les fromages en faisselle.
Du Sud au Nord, on rencontre :

- La ferme de **Kpinnou** (Province du Mono) **:** créée initialement pour l'amélioration des Porcs de race locale, elle a ensuite assurée l'embouche des Bovins Borgou et Lagunaires, pour les abattoirs de Cotonou. Dorénavant, elle assure le démarrage de la diffusion de la race Girolando, dont 103 représentants sont arrivés en 2004. Il s'agit d'un centre de reproduction dont les débouchés seront le milieu traditionnel.
- La ferme de **Samiondji** (Province du Zou) : créée pour l'élevage des Taurins et pour l'amélioration de leur production. Des essais de croisement entre Lagunaire et Borgou, ou entre Lagunaire et Azawak y ont été pratiqués.
- La ferme de **Bétécoucou** (Province du Zou) : créée pour assurer le dressage des animaux de culture attelée, la ferme est ensuite devenue un centre de naissage d'animaux Lagunaires et d'embouche bovine. Aujourd'hui, elle abrite un millier de têtes d'Ovins Djallonké, réputés comme étant trypanotolérants.
- La ferme de **l'Okpara** (Province du Borgou) : créée en 1942 pour l'élevage des animaux de race Ndama, elle est devenue un centre d'élevage des races Borgou et Ndama.

Nous pouvons situer sur la figure 25 les localités évoquées dans ce paragraphe.

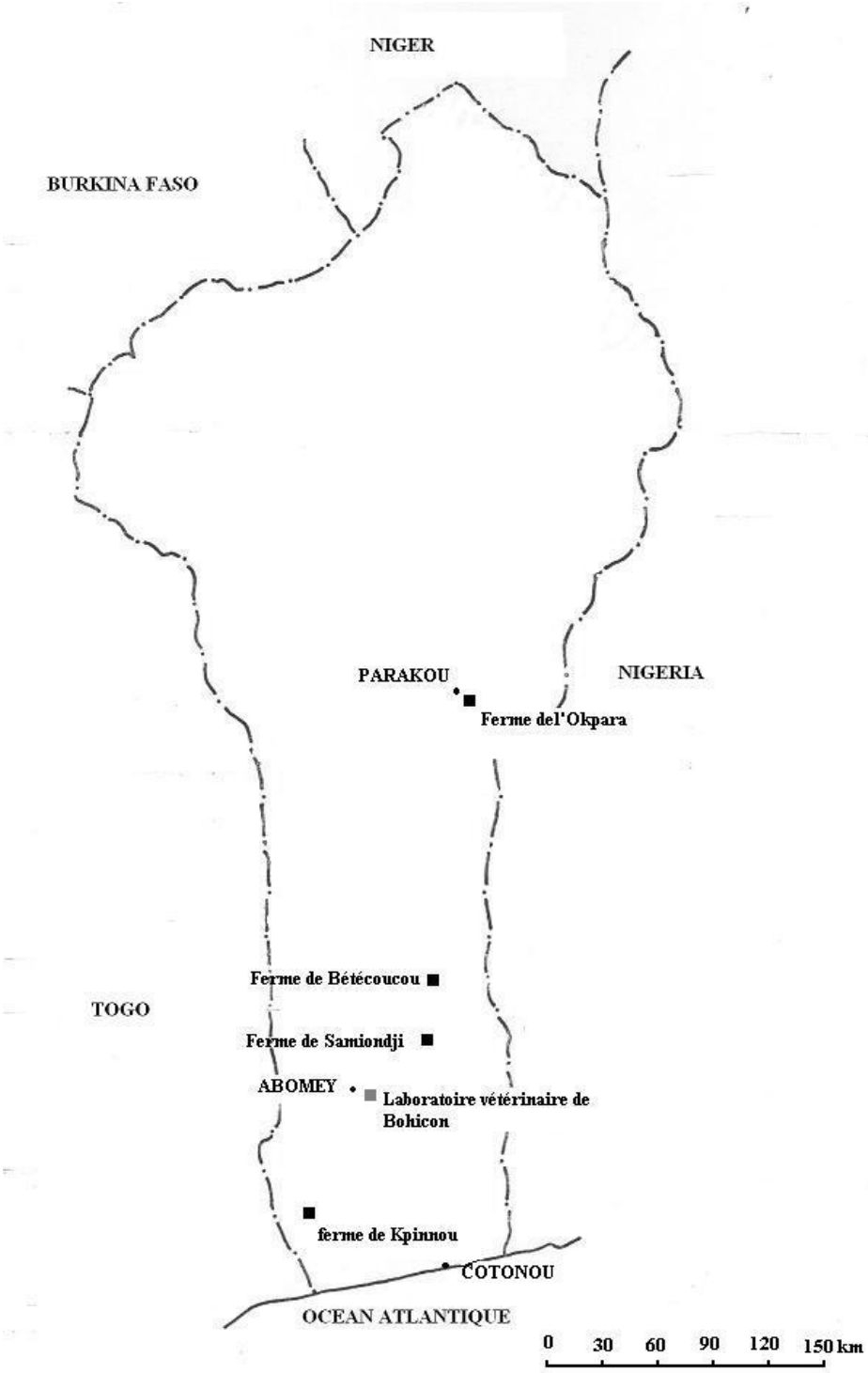


Figure 25 : Carte de localisation des sites relatifs au PDE III

c) Effectifs

	Bovins	Ovins/Caprins	Porcins
Kpinnou	103	0	30
Samiondji	990	0	0
Bétécoucou	1220	867	0
Okpara	1541	0	0

Tableau 12 : Effectifs du bétail dans les 4 antennes du PDE III en 2004

Source : Archive du Laboratoire vétérinaire de Bohicon au Bénin

	Bovins	Ovins	Caprins	Porcins
Atacora	313	183	245	60
Atlantique	27	47	113	24
Borgou	102	306	304	7
Mono	11	54	251	71
Ouémé	37	46	142	79
Zou	77	37	179	56
TOTAL	567	673	1234	297

Tableau 13 : Effectifs du cheptel national en 2000 en milliers de tête par département

Source : Direction de l'Elevage

La comparaison des tableaux 12 et 13 permet de conclure que les animaux des fermes de l'état représentent un très faible pourcentage du cheptel béninois total. Ceci dit, ils constituent une importante source d'information puisque ce sont des bêtes qui sont suivies assidûment. On pourrait y voir le creuset d'une future génération de bétail plus adapté aux contraintes du milieu.

B. Données récentes concernant la trypanosomose au Bénin

1. *Prévalence*

Des prélèvements sanguins réalisés chaque année par le personnel du Laboratoire vétérinaire de Bohicon, sur un échantillon représentatif d'animaux (de 10 à 20% des animaux des fermes de l'élevage), ont permis d'étudier l'évolution de la trypanosomose bovine de 1991 à 2004. La surveillance de la babésiose et de la microfilariose, autres maladies parasitaires, était entreprise grâce à ces mêmes prélèvements obtenus au cours d'interventions spontanées dans les fermes du PDE III et, dans le domaine privé, à la demande de l'éleveur.
Les résultats de l'année 2005 ne figurent pas sur ce graphique car peu de prélèvements ont été réalisés au cours de cette année, faute de moyens, du fait de l'arrêt provisoire du financement du projet. Nous pouvons aussi constater que la récolte de données n'a commencé qu'en 2000 pour la ferme de Samiondji.
Un premier constat s'impose : la prévalence de la trypanosomose en élevage privé, donc traditionnel, est plus élevée que dans les fermes du PDE III. La dernière valeur correspondant à 2004, très à la baisse pour l'élevage privé semble traduire une meilleure prévention de la maladie. Cette tendance a été retrouvée en 2005 et pourrait s'expliquer par la facilité de se procurer des trypanocides utilisés parfois intempestivement. Par ailleurs, il faut préciser qu'il ne s'agit pas de l'étude des animaux de « l'éleveur commun lambda ». En effet, les prélèvements sont demandés par l'éleveur ; or, il ne s'agit pas de la majorité des propriétaires

de Bovins qui ont la lourde démarche de faire suivre leurs animaux. Ces chiffres sous estiment certainement la tendance nationale car ils sont issus d'un contexte privilégié : l'éleveur est demandeur de soins.

Au sein du PDE III, nous pouvons noter quelques disparités concernant les fermes.
Samiondji et Bétécoucou sont les moins touchées par la trypanosomose.
Quoiqu'il en soit, les chiffres montrent que cette maladie demeure **la principale hémoparasitose des animaux des antennes**. Elle a connu de façon globale une régression au cours de l'année 2001, sur 3 fermes et une stagnation à Bétécoucou.
En 2002, l'effort pour maîtriser la trypanosomose continue à porter ses fruits. D'une manière générale, on constate une régression de l'affection au cours de l'année. A Kpinnou, les cas positifs de trypanosomoses enregistrés le sont sur les animaux transférés des autres antennes. Ceci explique l'augmentation constatée qui peut inquiéter à priori, car depuis 5 ans, un seul cas avait été détecté.

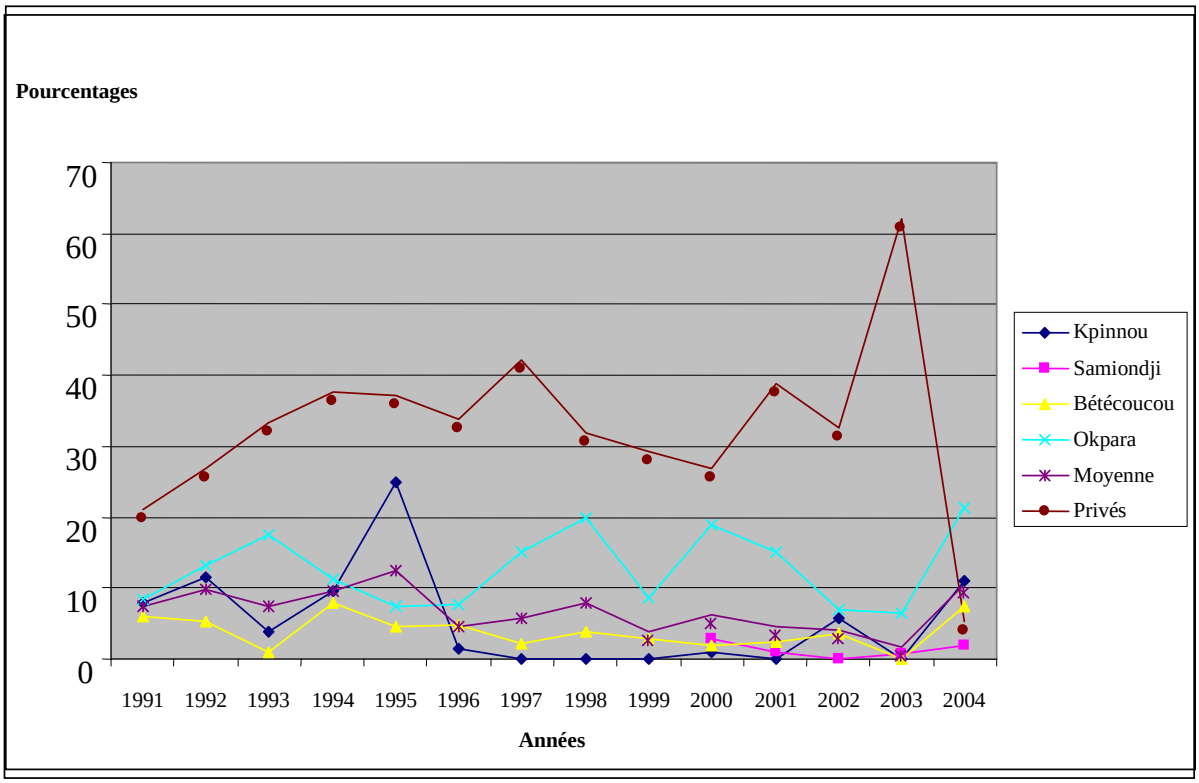


Figure 26 : Graphique de l'évolution des taux d'infection trypanosomienne enregistrés sur les bovins des fermes du PDE III et d'élevages privés de 1991 à 2004

Une précision reste à apporter aux résultats présentés sur la figure 26. En effet, ils font suite à un diagnostic de laboratoire assez aléatoire : la lecture du frottis sanguin. Il s'agit de la méthode évaluée comme étant la moins sensible pour détecter les trypanosomes. D'ailleurs, elle repose sur un balayage très minutieux de la lame ; or, par manque de concentration, par fatigue, le nombre de cas positifs doit certainement être sous estimé.

2. *Piégeages*

a) Stratégie

(1) Méthode

Le Projet de Développement de l'Elevage III a pour but de renforcer les bases de l'amélioration de la productivité des espèces animales. Cette bonne évolution n'est possible que si l'une des contraintes majeures à l'amélioration en milieu traditionnel est maîtrisée. Ainsi, une lutte anti-glossinaire concertée semble une condition nécessaire pour observer une réduction sensible de la pression glossinaire permettant alors une **exploitation judicieuse des pâturages et ressources hydrauliques existants.**

La connaissance du milieu naturel est requise pour permettre de localiser le réseau hydrographique exploité ainsi que les galeries forestières, gîtes à glossines. C'est pourquoi, nous nous attarderons à décrire les cartes de chaque antenne du PDE, où ont pu avoir lieu des piégeages.

Les zones de prospection sont définies d'un commun accord avec les agro-éleveurs et les conseillers. Les pièges biconiques de Challier-Laveissière sont posés tous les 100 mètres. Les zones concernées par l'assainissement prennent en compte les parcs de nuit, les parcours des troupeaux et les lieux d'abreuvement. Les captures réalisées permettent alors de calculer la Densité Apparente de Population ou DAP, par piège et par jour. Ce calcul concerne chaque espèce de mouche capturée. Les taux d'infection trypanosomienne dans les troupeaux encadrés vivant dans la zone sont ensuite déterminés dans le cadre d'un bilan de santé.

(2) Protocole

Dans un premier temps, sont réalisés :

- Une capture des mouches tsé-tsé grâce aux pièges biconiques
- Un dénombrement puis une identification des mouches espèce par espèce
- Un calcul de la DAP espèce par espèce
- Un choix du troupeau encadré vivant dans la zone à forte pression
- Une estimation du taux d'infection trypanosomienne du troupeau.

Puis, les animaux positifs sont traités gratuitement à l'acéturate de diminazène (3,5 mg/kg pour une solution de 7%). Par contre, tout le bétail est traité tous les mois par imprégnation grâce à la deltaméthrine ou à la fluméthrine. Par ailleurs, les animaux sont déparasités et vaccinés.

Enfin, les pièges sont installés suivant les consignes suivantes :

- Pose des pièges imprégnés de deltaméthrine dosée à 25g
- Intervalle de 100 m entre chaque piège biconique le long des cours d'eau
- Intervalle de 100 m entre chaque écran le long des cours d'eau
- 4 à 6 écrans par hectare autour des retenues d'eau et des parcs de nuit.

Remarque :
Les DAP sont à corréler, bien sûr à l'efficacité de la technique de lutte, mais aussi à la longévité des adultes et aux taux d'éclosion des pupes. Or, ceci est fonction des saisons. En général, les densités commencent à décroître en fin de saison des pluies, pour devenir minimales en saison sèche froide. Puis, en début de saison chaude (février et mars), les effectifs raugmentent, notamment grâce à une durée nymphale écourtée. Ensuite, la saison

chaude (avril et mai) s'avère être fatale à un certain nombre d'adultes. Enfin, c'est durant la période des pluies qu'a lieu une « explosion démographique » (ITARD, J., 1986).

(3) Budget

Quantité	Désignation	Nombre de jours	Nombre de personnes	Prix unitaire (en F CFA)	Prix total (en F CFA)
50	Pièges biconiques de capture			16 500	660 000
200	Pièges monoconiques			11 000	2 200 000
200	Ecrans			3 500	700 000
10	Insecticides (dosés à 25 g/l)			40 000	350 000
4	Bérénil® (boîte de 10 sachets de 10,5g)			40 000	160 000
1	Bolumisole 3® (boîte de 100cp)			160 000	160 000
4	Bayticol® (fluméthrine 1%)			26 000	104 000
4	Cartes de répartition des glossines			50 000	200 000
SOUS TOTAL 1					**4 534 000**
	Connaissance du milieu (main d'œuvre)	25	2	1 000	50 000
	Prospection entomologique (main d'œuvre)	30	5	1 000	150 000
	Imprégnation (main d'œuvre)	5	5	1 000	25 000
	Pose (main d'œuvre)	5	5	1 000	25 000
	Evaluation (main d'œuvre)	30	5	10 000	150 000
SOUS TOTAL 2					**400 000**
	Chef division parasitologie	30	1	18 000	540 000
	Chargé entomologie	48	1	15 000	720 000
	Aide chargé entomologie + motos	80	1	12 000	960 000
	Collaboration D.E.	10	1	18 000	180 000
	Supervision	5		18 000	90 000
	Carburant				500 000
	C.V.A.	48	1	7 000	336 000
SOUS TOTAL 3					**3 326 000**
TOTAL 1+2+3					**8 260 000**

Tableau 14 : Budget prévisionnel pour la lutte anti tsé-tsé

La monnaie béninoise est le franc CFA (Communauté Financière Africaine). 100 F CFA valent 1 FF. Cette parité est assez utile, notamment pour les réfractaires à l'euro, pour apprécier rapidement un prix puisqu'il suffit d'enlever deux zéros pour réaliser la conversion en notre ancienne monnaie.

Nous pouvons dès lors prendre conscience de la fortune investie pour ce genre de travail.

Le premier bilan correspondant à plus de la moitié de l'investissement total est dû au matériel. Les pièges biconiques de Challier-Laveissière sont les plus coûteux, devant les pièges

monoconiques, puis les écrans (plus de 4 fois moins cher). La priorité est donc donnée au matériel le moins cher qui figure donc en plus grand nombre.
Quant aux **produits pharmaceutiques**, ce sont eux aussi qui pèsent lourd dans cette balance.
Le deuxième sous total constitue le prix à payer pour le démarrage technique du piégeage.
Enfin, l'autre gros investissement, estimé par le troisième et dernier bilan, dédommage les **acteurs principaux du suivi entomologique**. Il ne faut bien sûr pas négliger le coût du carburant.

Au total, il s'agit d'un projet à mener scrupuleusement du fait de l'ampleur de l'investissement financier. Concrètement, l'argent est majoritairement apporté par le laboratoire vétérinaire de Bohicon. Quelques dépenses seront tout de même supportées par l'organisme d'accueil, c'est-à-dire, une ferme d'état.

(4) Chronogramme

Numéro d'ordre	Activités	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
1	Connaissance des différents sites	_____						
2	Prospection des sites (dénombrement + identification)		_____					
3	Imprégnation + Pose		_____					
4	Suivi des pièges imprégnés, des animaux témoins			_____				
5	Evaluation (dénombrement + identification)					_____		
6	Rapport et recommandations							_____

Tableau 15 : Chronogramme des activités de lutte anti tsé-tsé dans la zone d'intervention du PDE III

Une chronologie bien établie sous entend une telle démarche. Il s'agit en plus d'un travail de longue haleine puisqu'il s'étend sur 7 mois de début janvier à fin juillet.

b) Sites de piégeage

La lutte anti tsé-tsé a eu lieu dans les antennes du projet, sauf à Kpinnou en raison de l'installation des pluies.
Les plans suivant permettent de localiser les zones de prospection dans chaque antenne.

c) Résultats

Tout d'abord, des séances de prospection de trois jours ont eu lieu et ont permis d'obtenir les résultats compilés dans le tableau 16. Ils montrent la présence de vecteurs de la trypanosomose dans les trois antennes.

Zones de prospection	Nombre de pièges	GLOSSINES				TABANIDES
		1ère récolte	2ème récolte	Total	DAP (gl/p/j)	
OKPARA						
Z.quarantaine	45	2	4	6	0,06	132
Z.Gbékoubari	50	81	59	140	1,4	49
Z.Dama/Monou	50	33	22	55	0,55	18
Z.Monou/Aïssené	50	4	3	7	0,07	3
BETECOUCOU						
Z.Gamba-Hoja	40	153	262	415	5,18	11
Z.Hoja Tôto	40	3	8	41	0,5	0
SAMIONDJI						
Z.Ouémé-Aïssagbo	14	9	4	13	0,46	47
Z.barrage Deppiing Tank	11	2	0	2	0,09	29
Z.agro-éleveurs	10	5	3	8	0,4	29

Z.= Zone ; gl/p/j= glossine par piège par jour ; DAP= Densité apparente de population (=nombre de glossines attrapées par piège et par jour)

Tableau 16 : Résultats des prospections entomologiques dans les antennes avant pose de pièges de lutte : Avril 2001

Source : archive du Laboratoire vétérinaire de Bohicon

En parallèle, un troupeau témoin vivant dans une forte pression glossinaire a été choisi sur chacune des trois antennes. Une étude parasitologique a mis en évidence l'infection de certains animaux par des hémoparasites. Le troupeau a alors été traité pour l'assainir et servir d'appât aux mouches tsé-tsé. Un contrôle régulier de ces Bovins est réalisé tout au long du travail.
Les résultats obtenus en avril et mai 2001 sont rassemblés dans le tableau suivant.

Localité	Effectif troupeau témoin	Nombre de prélèvements	Moyenne hématocrite du troupeau (%)	Trypanosomose Positif (%)	Microfillarose Positif (%)
OKPARA	106	75	25,02	13,33	6,66
BETECOUCOU	11 3	60	30,2	-	-
SAMIONDJI	108	50	31,46	-	10

Tableau 17 : Récapitulatif des prélèvements hématologiques réalisés à J0 sur les lots témoins des antennes en 2001

Source : archive du Laboratoire vétérinaire de Bohicon

Les conditions climatiques influencent aussi le déroulement de la lutte contre les glossines. Ainsi, la pluviométrie a été suivie de mars à mai dans les trois antennes concernées (cf. tableau 18).
Les hauteurs de pluie témoignent d'une irrégularité qui favorise l'action de la deltaméthrine avant l'installation définitive des pluies.

Localité	Hauteur de pluie (en mm)		
	Mars	Avril	Mai
OKPARA	0	117,5 en 6 jours	71,7 en 4 jours
BETECOUCOU	64,7 en 5 jours	59,7 en 7 jours	49,1 en 5 jours
SAMIONDJI	41,4 en 4 jours	118,6 en 7 jours	27,9 en 4 jours

Tableau 18 : Pluviométrie sur les différentes antennes en 2001
Source : archive du Laboratoire vétérinaire de Bohicon

Compte tenu des différentes DAP, des pièges monoconiques et écrans de lutte imprégnés ont été posés sur les antennes dans les zones à densité élevée et autour de certains parcs de nuit.

Zone de prospection	Nombre de pièges		Nombre de glossines récoltées		Nombre de tabanidés récoltés		Densité Apparente de Populations		Taux de réduction	Observation
	Avant lutte	Après lutte	Avant lutte	Après lutte	Avant lutte	Après lutte	Avant lutte	Après lutte		
OKPARA										Séjour de 3 mois avec 2 mois pluvieux
Z.quarantaine	45	-	6	-	132	-	0,06	-	-	
Z.Gbékoubari	50	50	140	35	49	10	1,4	0,38	**72,85**	
Z.Dama/Monou	50	-	55	-	18	-	0,55	-	-	
Z.Monou/Aïssené	50	-	7	-	3	-	0,07	-	-	
BETECOUCOU										Séjour de 2 mois avec 2 mois pluvieux
Z.Gamba-Hoja	40	40	415	75	11	5	5,18	0,93	**82,04**	
Z.Hoja Tôto	40	-	41	-	0	0,5	-	-	-	
SAMIONDJI										Séjour de 2 mois avec 2 mois pluvieux
Z.Ouémé-Aïssagbo	14	14	13	3	47	30	0,46	0,1	**78,28**	
Z.barrage Deppiing Tank	11	-	2	-	29	-	0,09	-	-	
Z.agro-éleveurs	10	-	8	-	29	-	0,4	-	-	

Avant lutte= Prospection entomologique
Après lutte= Evaluation de la lutte

Tableau 19 : Résultats de la prospection entomologique et de l'évaluation de la lutte anti tsé-tsé menée en 2001
Source : archive du Laboratoire vétérinaire de Bohicon

Une réduction sensible du nombre de glossines dans les zones étudiées est donc à noter. Ces **résultats encourageants** sont portés en caractères gras dans le tableau 19.
Toutefois, la satisfaction n'est pas complète puisque des Tabanidés demeurent présents sur les sites et semblent même progressivement occuper les zones libérées par les glossines. C'est un problème dans la mesure où ils participent aussi à la transmission des trypanosomes.
L'opération devra donc être poursuivie tout en ciblant les zones à forte pression glossinaire :

- Gbékoubari et Dama-Monou à l'Okpara
- Gamba-Hoja et Hoja-Tôto à Bétécoucou
- Ouémé-Aïssagbo et la zone Agro-Eleveurs à Samiondji

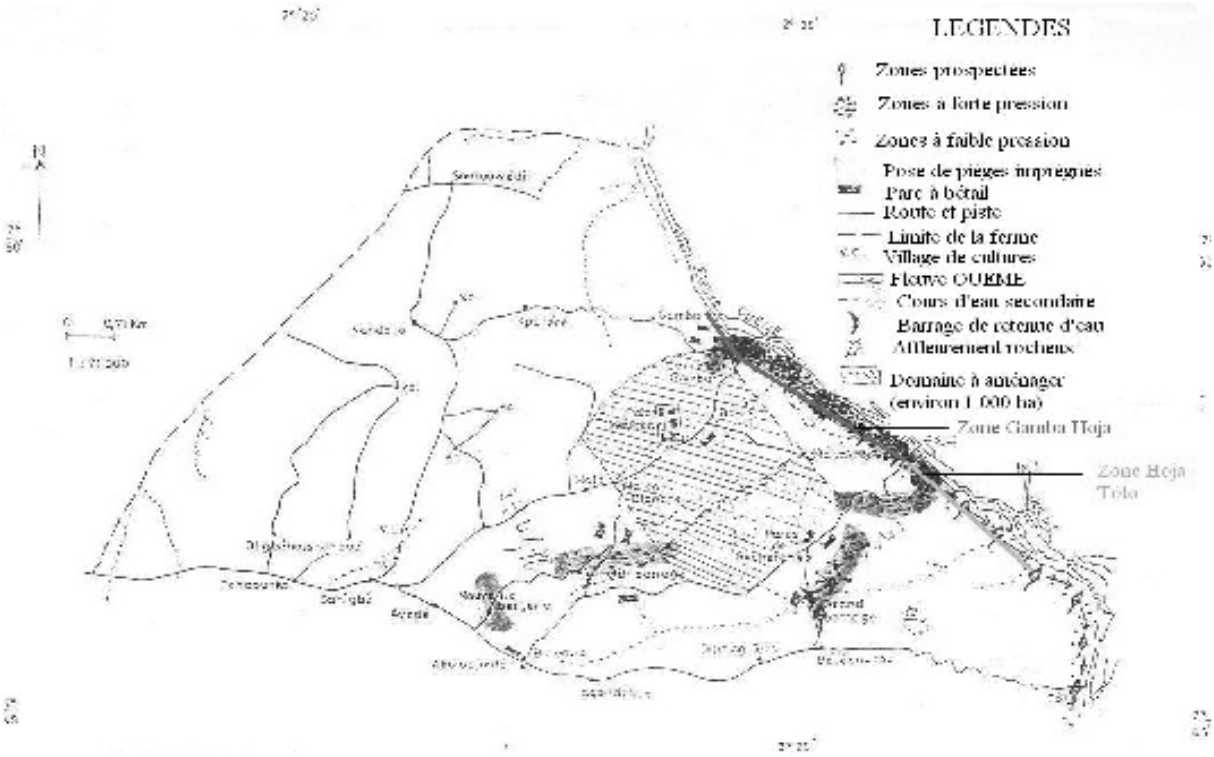


Figure 27 : Carte de la ferme d'élevage de Bétécoucou
Source : Laboratoire d'écologie appliquée
Photos aériennes de novembre 1992

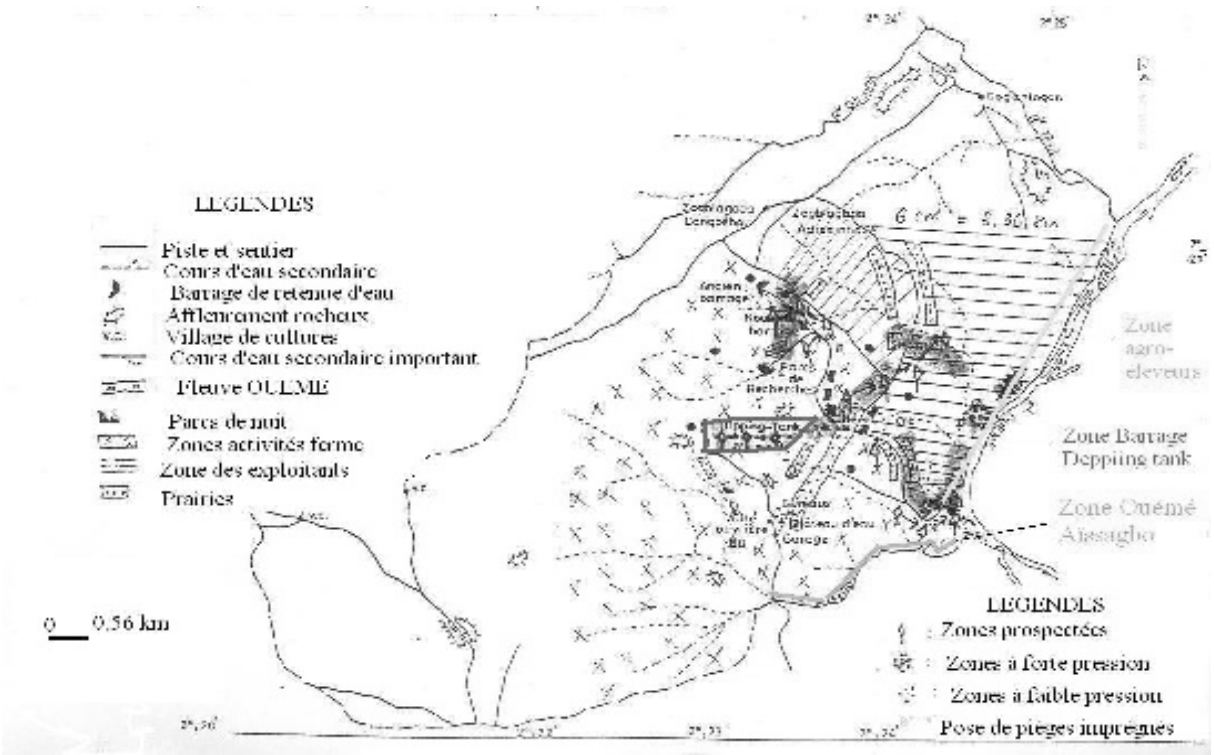


Figure 28 : Carte de la ferme d'élevage de Samiondji
Source : Laboratoire d'écologie appliquée
Photos aériennes de novembre 1992

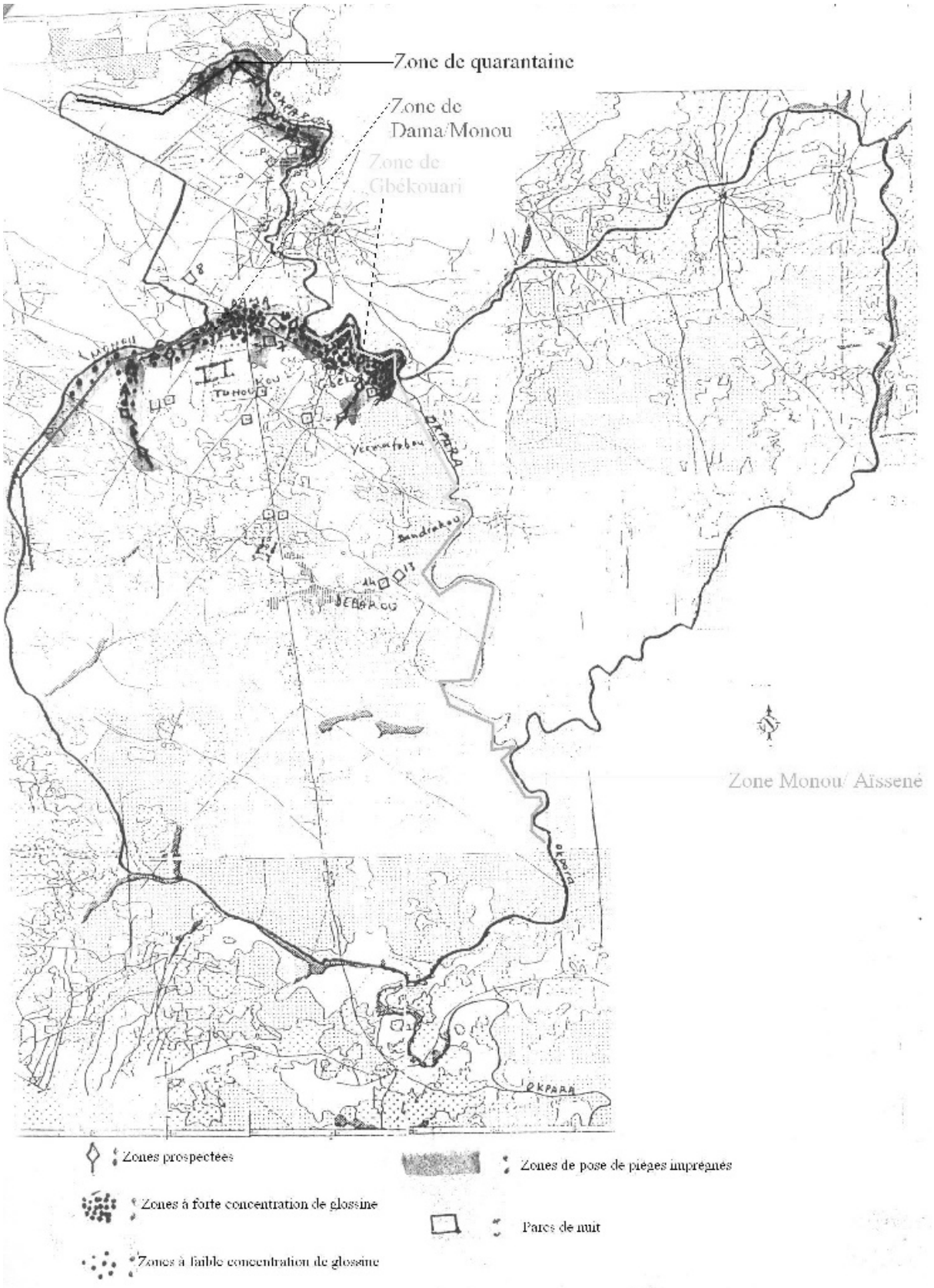


Figure 29 : Carte de la ferme d'élevage de l'Okpara
Source : Laboratoire vétérinaire de Bohicon

Grâce aux figures 27 à 29, il est possible de localiser tous les sites dont nous venons de parler.
Une constante ressort dans la typographie des sites de piégeage sélectionnés : c'est la proximité de l'eau.
Dans les deux premiers sites, il s'agit du fleuve Ouémé ; quant à l'Okpara, il s'agit de la rivière éponyme.

3. *Le marché du médicament vétérinaire*

a) La distribution des médicaments vétérinaires

Jusqu'en 1975, les Services vétérinaires étaient en charge de la distribution des médicaments vétérinaires. Ceci dit, quelques officines de pharmacie humaine ont commencé à distribuer des produits pour les animaux de compagnie dix ans auparavant.
De 1975 à 1981, l'Office National de la Pharmacie ou ONP, créé en 1964, disposait d'un rayon de produits vétérinaires. Mais cette organisation s'est éteinte en 1981.
Cette même année marque la libéralisation de l'importation des médicaments vétérinaires. Dès lors, il n'y avait plus aucune structure s'occupant de la distribution des médicaments vétérinaires. A Cotonou et Porto Novo, quelques rares pharmacies humaines et un dépôt de produits phytosanitaires disposaient de quelques spécialités vétérinaires.
Du coup, seules les régions agricoles dotées de projets d'élevage pouvaient véritablement bénéficier des médicaments vétérinaires.
En 1990, la **Pharmacie Nationale Vétérinaire ou PHARNAVET**, structure étatique créée par arrêté ministériel, devient fonctionnelle mais elle se désengage de la distribution des médicaments vétérinaires 7 ans plus tard. Tandis qu'en 1994, les premiers professionnels de l'élevage sont installés pour l'exercice à titre privé. Des pharmacies vétérinaires sont alors ouvertes.
Nous pouvons donc regretter une véritable autorité quant à la législation de la distribution des médicaments vétérinaires. C'est ainsi que des abus ont lieu comme une vente intempestive de trypanocides conduisant à un accroissement de la trypanorésistance. Cette impasse curative est le fruit de cette **liberté et de la négligence** de certains délivreurs de médicaments peu scrupuleux (ASSOGBA, H.D., 2001).

b) Situation en chiffres

(1) Estimation du marché intérieur

En 1994, une étude menée au Bénin, par l'EISMV (Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire), a montré que le coût moyen des produits vétérinaires se monte à entre 1 et 3% de la valeur marchande du cheptel. Cette dernière est évaluée, la même année à 71 milliards de F CFA.
En tenant compte des résultats de ces études, le marché intérieur des médicaments vétérinaires pourrait être estimé, en moyenne à 1,565 milliards.
Il est troublant de constater que le PHARNAVET ne contrôle une part que de 325 millions, soit environ le quart du chiffre d'affaire total que nous venons d'estimer. Or, à ces dates, il s'agissait de l'unique structure organisée et contrôlée du pays, vraiment habilitée à ce commerce.

Le tableau 20 est obtenu en faisant le produit des quantités réellement vendues et leur prix de revient unitaire.
De 1993 à 1995, les trypanocides constituent la première catégorie en chiffre d'affaires de ventes (34 à 68%).

En 1997, la vente des trypanocides a complètement chuté. La PHARNAVET a cessé de faire des importations à partir de cette année-ci, sur décision de son comité de gestion, conformément à la politique de désengagement de l'Etat des activités commerciales ou de production. La PHARNAVET a simplement fini d'écouler ses stocks, qui n'ont pas été renouvelés.
La moyenne des ventes des trypanocides sur cinq ans les classe donc en tête des **produits pharmaceutiques les plus vendus.**

	CATEGORIES DE MEDICAMENTS									
	Trypanocides		Vaccins		Anthelminthiques		Autres		Total	
	Ventes (CFA)	%	Ventes (CFA)	%	Ventes (CFA)	%	Ventes (CFA)	%	Ventes (CFA)	%
Année 1993	53 725 370,7	43	39 815 291, 8	31	14 598 296,7	11	19 605 891, 9	15	127 744 850 ,35	100
Année 1994	164 950 175	68	27 589 060,6	11	3 062 254,8	12	21 305 187, 82	9	243 906 688 ,5	100
Année 1995	56 857 321,5	34	54 352 635,3	32	26 554 991,3	17	28 700 279	17	168 265 227 ,1	100
Année 1996	33 840 400,2	26	58 362 178,4	45	13 438 806,4	10	24 836 617	19	130 548 001 ,89	100
Année 1997	10 292 050, 2	11	65 053 244,8	69	6 501 291,2	7	11 883 271, 15	13	93 729 863, 3	100
Moyenne 93-97	55 066 573,8	42	24 361 397,7	32	14 643 108,8	12	13 922 273, 85	14	107 983 353 ,9	100

Tableau 20 : Vente des trypanocides par le PHARNAVET de 1993 à 1997

Source : ASSOGBA, H.D., 2001

(2) Estimation des importations

C'est à partir de la mise en application de l'arrêté portant réglementation de l'importation des médicaments vétérinaires, soit en janvier 1999, qu'une évaluation précise des flux de marchandises a été permise.
Malheureusement, les frontières terrestres ne sont pas encore très bien contrôlées. La perméabilité de ces frontières terrestres favorise grandement l'introduction de produits douteux et même la circulation de faux produits.
Les résultats obtenus en 1999, situent les trypanocides comme produits majoritairement importés puisqu'à eux seuls représentent 47% des importations. Ce pourcentage a fortement baissé en 2000 pour devenir 15%.

Se pose dès lors le problème du **contrôle de la qualité des médicaments à usage vétérinaire** au Bénin.
Sur le plan juridique, il n'y a aucun texte :

- portant modalité d'enregistrement des médicaments vétérinaires
- sur la commission technique des médicaments vétérinaires.

Jusqu'à une date récente, le Bénin ne disposait d'aucune structure de contrôle de la qualité des médicaments. Ce n'est qu'en 1999, qu'un laboratoire spécialisé dans cette tâche a été créé.

Conclusion

La trypanosomose est un véritable fléau pour le cheptel africain.
Le Bénin n'échappe pas à ce constat. Et dans la lutte contre cette maladie enzootique, l'utilisation des trypanocides reste encore la méthode la plus pratique et donc la plus utilisée.
A cet égard, nous avons pu estimer que les trypanocides constituent la première dépense pour la protection du cheptel béninois. Ce marché florissant, en raison de son importance et des « appétits » mercantiles qu'il suscite, doit être suivi et surveillé de très près afin d'assurer sa régularité et la qualité des produits livrés aux éleveurs.
La République béninoise s'y emploie en mettant progressivement en place les structures de contrôle. La mise en service du laboratoire de contrôle des médicaments vétérinaires de l'Ecole Inter-Etats de Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar contribuera assurément à cet objectif.
L'avenir de la lutte contre la trypanosomose passe enfin par l'utilisation conjointe des médicaments et des méthodes de lutte contre le vecteur, comme en témoignent les résultats encourageants obtenus au cours des campagnes entomologiques menées au Bénin en 2001.

Le Professeur responsable
de l'Ecole Nationale Vétérinaire
de Lyon

Professeur
Th. ALOGNINOUWA

Le Président de la thèse

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 18 JUIL. 2006

Pour le Président de l'Université,
Le Président du Comité de coordination des Etudes médicales
Professeur D. VITAL-DURAND

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Vu : Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire
de Lyon

LE DIRECTEUR
Stéphane MARTINOT

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
École Nationale Vétérinaire

Bibliographie

- AKAKPO, A.J., LY, C., BADA-ALAMBEDJI, R., Le commerce du bétail et de la viande en Afrique de l'Ouest et du Centre, facteur d'intégration économique en Afrique tropicale, *Revue Méd. Vét.*, 1999, **150**, 5, 435-452.
- AKPO, L.E., Trypanosomoses bovines dans le Nord-Bénin : Prévalence- Propositions de méthodes de diagnostic applicables sur le terrain, Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire, soutenue à Dakar, Sénégal, 1988, 102pp.
- ASSOGBA, H.D., Le marché des médicaments vétérinaires au Bénin, *Utilisation des trypanocides en Afrique subsaharienne*, Actes du séminaire sous-régional de Dakar, 2001,65-68.
- BARRETT, M.P., Veterinary link to drug resistance in human African trypanosomiasis, *The Lancet*, 2001, **358**, 603-604.
- BAUER B., AMSLER-DELAFOSSE S., CLAUSEN P.-H, KABORE I., PETRICH-BAUER, J., Successful application of deltamethrin pour on to cattle in a campaign against tsé-tsé flies (*Glossina spp***) i**n the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso, *Trop. Med. Parasitol.*, 1995, **46**, 183-189.
- BELEMSAGA D., La trypanotolérance, *Cours international de formation au CIRDES,* 2001, 113-121,199pp.
- BOYT, W.P., Guide pratique pour le diagnostic, traitement et prévention de la trypanosomiase animale africaine, 1986, 279pp.
- CAMUS, E., Diagnostic de la trypanosomose bovine sur le terrain par la méthode de centrifugation hématocrite, *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*., 1983, **2**(3), 751-769.
- CLAIR M., L'épidémiologie de la trypanosomiase animale africaine, *Compte rendu de réunion Production animale dans les région d'Afrique infestées par les glossines, Nairobi, Kenya*, 1987, 85-95.
- CLAUSEN, P.H., SIDIBE, I., BASSINGA, A., RICHARD, X., BAUER, B., POHLIT, H., Pathogenesis and pathology of African trypanosomoses in Baoulé, N'Dama/ Baoulé, cross bred and zebu cattle in Burkina Faso, Clinical performance under high natural tsetse challenge, *Trop. Med. Parasitol*., 1993, **44**, 99-107.
- CODJA, V., Trypanotolérance et immunité : Recherches sur les taurins de la République Populaire du Bénin, Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire, soutenue à Dakar, Sénégal, 1981, 80pp.
- CODJIA, V., The use of trypanocides and bait technology in Benin: problems and perspectives, *Integrated Control of Pathogenic Trypanosomes and their Vectors,* 2002, **6,** 21.
- CUISANCE, D., Le piégeage des tsé-tsé, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT), 1989, 172pp.
- DAVITO, C., Paramètres caractéristiques du suivi sanitaire des animaux exotiques de la ferme d'élevage de Kpinnou: cas des vaches Gir et Girolando, Mémoire de projet de fin de cycle pour l'obtention du DEAT, 2005,100p.
- DEDE, P.M., Effect of trypanocidal drugs on some aspects of the reproductive biology of the female *Glossina palpalis palpalis* (*Diptera: Glossinidae*), *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1999, 52 (3-4): 239-243.
- DEHOUX, J.P., Chimioprophylaxie antitrypanosomienne de bovines N'dama importés de Sénégambie et du Zaïre au Gabon, *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 1990, **43**(3), 337-341.

- DEHOUX, J-P, HOUNSOU-VE, G., Productivité de la race Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au Nord-est du Bénin, *Rapport d'étude n°1, Projet de Développement de l'élevage dans le Borgou-Est, ministère du développement rural du Bénin,* 1992, 12pp.
- DESQUESNES, M., Evaluation of a simple PCR technique for the diagnosis of *Trypanosoma vivax,* in the serum of cattle in comparison to parasiological techniques and antigen-enzyme linked immunosorbent assay (Ag-ELISA). *Acta Tropica,* 1997, **65**,139-148.
- DESQUESNES, M., Intervention contre les vecteurs mécaniques, *Cours international de formation au CIRDES,* 2001, 199pp.
- DESQUESNES, M., Les trypanosomoses du bétail en Amérique latine, étude spéciale dans le Plateau des Guyanes, Thèse pour le Doctorat en parasitologie soutenue à Lille, 1997, 409pp.
- DESOWITZ, R.S., Studies on immunity and host parasite relationships. 1. The immunological response of resistant and susceptible breeds of cattle to trypanosomal challenge. *Ann. Trop. Med. Parasit.,* 1959, **53** (3): 293-313.
- DIA, M.L., Chimiothérapie et chimioprophylaxie des trypanosomoses animales, *Cours international de formation au CIRDES,* 2001, 104-112,199pp.
- DOKO, A., VERHULST, A., PANDEY, V.S., BUSCHER, P., LEJON, V., Détection d'antigènes circulants au cours d'une infection expérimentale à *Trypanosoma brucei* chez des bovins Borgou, Lagunaire et zébus Bororo blancs, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop*., 1996, **49**(3), 207-211.
- Dynamiques locales (Page consultée le 15 juin 2006), *Carte administrative du Bénin,* http://www.afrikinfo.com
- EISLER, M.C., GAULT, E.A., MOLOO, S.K., HOLMES, P.H., PEREGRINE, A.S. Concentrations of cattle challenged with drug-resistant *Trypanosoma congolense, Acta Tropica*, 1997, **63**, 89-100.
- FAYE, D., OSAER, S., GOOSENS, B., VAN WINGHEM, J., DORNY, P., LEJON, V., LOSSON, B., GEERTS, S., Susceptibility of trypanotolérant West African Dwarf goats and F1 crosses with the susceptible Sahelian breed to experimental *Trypanosoma congolense* infection and interactions with helminth infections and different levels of diet, *Vet. Parasitol.,* 2002, 10, 108(2): 117-36.
- GEERTS, S., HLMES, P.H., EISLER, M.C., DIALL, O., African bovine trypanosomiasis: the problem of drug resistance, *Trends Parasitol*., 2001, **17**, 25-28.
- GRAY, A.R., ROBERTS, C.J., The stability of resistance to diminazene aceturate and quinapypamine sulphate in a strain of *Trypanosoma vivax* during cyclical transmission through antelope. *Parasitology*, 1971, **63**, 163-168.
- HAMADOU, S., BANIPE L., Le marché des médicaments vétérinaires au Cameroun : les cas de falsifications et les moyens utilisés actuellement pour le contrôle, *Utilisation des trypanocides en Afrique subsaharienne,* Actes du séminaire sous-régional de Dakar 2001, 69-72.
- HENDRICKX, G., BATAWUI, D., DE DEKEN, R., Electromagnetic forces and tsetse: Electrodyn, a contribution of physics to integrated pest management, *Integrated Control of Pathogenic Trypanosomes and their Vectors*, 2002, **6,** 39-41.
- HOARE, A.C., The Trypanosomes of Mammals, A Zoological Monograph, *Blackwell Oxford*, 1972, 749pp.
- HOSTE C.H., CHALON, E., D'IETEREN, G., TRAIT, J.CM, Le bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et centrale, Vol.3, Bilan d'une décennie, *Etude FAO, Rome: Productions et santé animales*, n°20/3, 1988.

- HOSTE, C.M., Elevage et trypanosomiase animale africaine, Thèse d'état en sciences naturelles, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1987, 125pp.
- HURSEY, B.S., The programme against African trypanosomiasis: aims, objectives and achievements, *Trends Parasitol*., 2001, **17**, 2-3.
- ILEMOBADE, A.A., Utilisation de la chimiothérapie contre la trypanosomiase animale en Afrique : points forts et limitations, *Compte rendu de réunion Production animale dans les région d'Afrique infestées par les glossines, Nairobi, Kenya*, 1987, 297-306.
- Informations pour le développement Agricole des Pays ACP (Page consultée le 15 juin 2006), *Criquets : A surveiller sans relâches*, http://spore.cta.int/spore121/spore121f_articles123.asp
- ITARD, J., Les glossines ou mouches tsé-tsé, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT), 1986, 155pp.
- ITARD, J., Trypanosomes animales africaines, deuxième partie du précis de parasitologie vétérinaire tropicale, 1981, 773pp.
- JANHKE, H.E., TACHER, G., KEIL, P., ROJAT, D., Production animale en Afrique tropicale, plus particulièrement dans la zone infestée par les glossines, *Compte rendu de réunion Production animale dans les région d'Afrique infestées par les glossines, Nairobi, Kenya*, 1987, 3-23.
- KABAYO, J.P., Aiming to eliminate tsetse from Africa, *Trends in Parasitol*., 2002,**18**(11), 473-475.
- KABORE, I., La lutte contre les glossines, *Cours international de formation au CIRDES*, 2001, 98-103,199pp.
- KANWE, A.B., Alimentation et pathologie de la trypanosomose animale africaine, *Cours international de formation au CIRDES*, 2001, 122-124,199pp.
- KAORE, I., La lute contre les glossines, *Cours international de formation au CIRDES*, 2001, 199pp.
- KOMOIN-OKA, C., TRUC, P., BENGALY, Z., FORMENTY, P., DUVALLET, G., LAUGINIE, F., RAATH, J.P., N'DEPO, A.E., LEFORBAN, Y., Etude de la prevalence des infections à trypanosomes chez différentes espèces d'animaux sauvages du parc national de la Comoé en Côte d'Ivoire : résultats préliminaires sur la comparaison de trois méthodes de diagnostic, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop*., 1994, **47** (2), 189-194.
- KUPPER, W., Lutte contre la tsé-tsé au moyen de pièges biconiques imprégnés d'insecticide : résultats de cinq campagnes consécutives en Côte d'Ivoire, , *Compte rendu de réunion Production animale dans les région d'Afrique infestées par les glossines, Nairobi, Kenya*, 1987, 70-77, 529pp.
- LATIF, A., JONGEJANG, F., The wide use of acaricides for the control of livestock diseases in Africa needs a reappraisal, *Integrated Control of Pathogenic Trypanosomes and their Vectors*, 2002, **6,** 10-12.
- MACLENNAN, K.J.R., Incidence de la trypanosomiase transmise par la mouche tsé-tsé sur l'économie rurale en Afrique, première partie : Infestations par les tsé-tsé, *Revue mondiale de zootechnie*, 1980, **36**, 2-17.
- MACLENNAN, K.J.R., Incidence de la trypanosomiase transmise par la mouche tsé-tsé sur l'économie rurale en Afrique, deuxième partie : Méthodes de lutte ou d'éradication employées contre les infestations par les tsé-tsé, *Revue mondiale de zootechnie*, 1981, **37**, 9-19.
- MAINGUET, JM, Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire soutenue à la faculté de médecine de Créteil, 2000, 262pp.

- MATTIOLI, R.C., JEAN, O., BELEM, A.M.G., Incidence de la trypanosomose sur la faune sauvage d'un ranch de gibier au Burkina Faso, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop*., 1990, **43** (4), 459-465.
- MICHEL, J.F., MICHEL, V., DE LA ROCQUE, S., TOURE, I., RICHARD, D., Modélisation de l'occupation de l'espace par les bovins. Applications à l'épidémiologie des trypanosomoses animales, *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop*., 1999, 52 (1) : 25-33.
- MIHOK, S., The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting, *Bull. Entomol. Research*, 2002, **92** (5), 385-403.
- MIHOK, S., MARAMBA, O., MUNYUKI, E., Mechanical transmission of *Trypanosoma spp.* by African *Stomoxyinae (Diptera : Muscidae)*, *Trop. Med. Parasitol.*, 1995, **46**, 103-106.
- MURRAY, M., La trypanotolérance: critères et influences génétiques et environnementales, *Compte rendu de réunion Production animale dans les région d'Afrique infestées par les glossines, Nairobi, Kenya*, 1987, 149-170.
- PANGUI, L.J., La trypanosomose : une contrainte majeure de l'élevage en Afrique subsaharienne, Utilisation des trypanocides en Afrique subsaharienne, 2001, 29-33.
- PASSOT, B., Le Bénin, L'Harmattan, 2004, 365pp.
- PENICHE, A.G., Development of diagnostics for T.evansi in camels and water-buffaloes: perspectives in vaccine development, 1997,biotech@goliat.ugr.es.
- POLITZAR, H., CUISANCE, D., An integrated campaign against riverine tsetse flies Glossina palpalisgambiensis and Glossina tachinoides by trapping and the release of sterile males, *Insect Science and its Application*, **5**, 439-442.
- RAJINDER, K.S., HASSANALI, A., Attractants and repellents for tsetse and ticks. Where do we go from here? , *Integrated Control of Pathogenic Trypanosomes and their Vectors*, 2002, **6,** 31-32.
- RANDOLPH, S.E., ROGERS, D.J., Vector-borne disease control facilitated by predictive risk maps, *Integrated Control of Pathogenic Trypanosomes and their Vectors*, 2002, **6**, 26-27.
- RODHAIN, F., PEREZ, C., Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, 1985, 458p.
- ROWLANDS, G.J., MULATU, W., AUTHIE, E., D'IETEREN, G.D.M., LEAK, S.G.A., NAGDA, S.M., Effects of trypanosomiasis on reproduction of East African Zebu cows exposed to drug-resistant trypanosomes, *Preventive Veterinary Medicine*, 1994, **21**, 237-249.
- SOLANO, P., DESQUESNES, M., SIDIBE, I., Le diagnostic de *Trypanosoma vivax* : un problème non résolu dans l'épidémiologie des trypanosomes, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **50** (3), 209-213.
- TACHER, G., Utilisation de médicaments liée au développement de l'élevage dans les zones à glossine, *Rev. Mond. Zoot*., 1982, **44**, 30-35.
- TAYOU KAMGUE, R.A., Mise au point de nouvelles techniques de dosage de l'isométamidium et ses métabolites dans les milieux biologiques Application pharmacocinétique chez le Bovin, Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire, soutenue à l'Université Claude Bernard, Lyon, 1989.
- TCHOBO, A., L'amélioration génétique des bovins et ovins pour une meilleure productivité des animaux, *L'Agro-éleveur*, 2005, **13**, 15-16.
- THIBAULT, J.M., Pharmacochimie et toxicologie d'une diamidine aromatique babésicide utilisée chez le chien : le Diminazène, Thèse pour obtenir le statut de Docteur vétérinaire, soutenue à l'Université Claude Bernard de Lyon, 1986, 100pp.
- TOURE, S.M., Diagnostic des trypanosomiases animales, *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, **30** (1), 1-10.

- TOURE, S.M., La trypanotolérance Revue de connaissances. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1977, **30** (2), 157-174.
- TRAIL, J.C.M., SONES, K., JIBBO, J.M.C., DURKIN, J., LIGHT, D.E., MURRAY, M., CIPEA, Rapport de recherche n°9 Productivité de bovins Boran protégés par chimioprophylaxie contre la trypanosomiase, 1986, 78pp.
- VALE, G., Pyrethroid treatment of cattle: risks to dung fauna, *Integrated Control of Pathogenic Trypanosomes and their Vectors*, 2002, **6,** 18-20.
- VERY, P., BOCQUENTIN, R., DUVALLET, G., Sensibilité de la double microcentrifugation pour la recherche des trypanosomes, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43**(3), 325-329.
- WELLS, E.A., The importance of mechanical transmission in the epidemiology of nagana: a review, *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1972, **4**, 74-88.

LEKEUX MAGALIE

La trypanosomose bovine africaine : Généralités et situation au Bénin

Thèse Vétérinaire : Lyon, le 29 septembre 2006

RESUME :
La lutte contre la trypanosomose, maladie parasitaire transmise par les mouches tsé-tsé ou glossines, est une priorité sanitaire et économique en Afrique de l'Ouest.
Diverses stratégies d'éradication, ou tout du moins de contrôle peuvent être mises en place.
Au Bénin, il s'agit essentiellement du piégeage des mouches et de l'élevage d'animaux « trypanotolérants ».
Les résultats obtenus ces dernières années par le PDE (Projet de Développement de l'Elevage) sont satisfaisants. Par contre, la vente outrancière de trypanocides, faute de réglementation, est inquiétante.

MOTS CLES :

- Trypanosomes
- Bovins
- Afrique de l'Ouest
- Bénin

JURY :

Président :	Monsieur le Professeur C.GHARIB
1er Assesseur :	Monsieur le Professeur T.ALOGNINOUWA
2ème Assesseur :	Madame le Professeur C.CHAUVE

DATE DE SOUTENANCE :

29 septembre 2006

ADRESSE DE L'AUTEUR :

11 rue de la Métare
42100 Saint Etienne