
LUTTE ANTI- VECTORIELLE CIBLEE DANS LE CONTRÔLE DE LA TRYPANOSOMOSE : L'EXEMPLE DE SIDERADOUGOU

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2003
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Thomas BALENGHIEN
Né, le 14 novembre 1978 à SECLIN (Nord)

Directeur de thèse : **M. le Professeur Philippe DORCHIES**

JURY

PRESIDENT :
M. Jean-Louis FONVIEILLE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
M. Philippe DORCHIES
M. Philippe JACQUIET

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	: M.	P. DESNOYERS
Directeurs honoraires.....	: M.	R. FLORIO
	M.	J. FERNEY
	M.	G. VAN HAVERBEKE
Professeurs honoraires.....	: M.	A. BRIZARD
	M.	L. FALIU
	M.	C. LABIE
	M.	C. PAVAUX
	M.	F. LESCURE
	M.	A. RICO
	M.	A. CAZIEUX
	Mme	V. BURGAT
	M.	D. GRIESS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **CHANTAL Jean**, *Pathologie infectieuse*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **GUELFY Jean-François**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **EECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
- M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie -Toxicologie*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEUR ASSOCIE

- M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHES

- M. **TAMZALI Youssef**, *Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 1^{ère} CLASSE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCRAUT-BARALON Corine**, *Pathologie infectieuse*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme **BRET-BENNIS Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MESSUD-PETIT Frédérique**, *Pathologie infectieuse*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **RAYMOND-LETRON Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mlle **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. **VALARCHER Jean-François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES 2^e CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
Mme **CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme **COLLARD-MEYNAUD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du Bétail*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Productions animales*
M. **MARENDA Marc**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*

MAITRES DE CONFERENCES CONTRACTUELS

- M. **DESMAIZIERES Louis-Marie**, *Clinique équine*
M. **REYNOLDS Brice**, *Pathologie chirurgicale*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **MEYNADIER-TROEGELER Annabelle**, *Alimentation*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*

Remerciements

A Monsieur le Professeur FONVIEILLE,

Professeur des Universités,

Praticien hospitalier,

Zoologie – Parasitologie,

qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,

hommages très respectueux.

A Monsieur le Professeur DORCHIES,

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Parasitologie et maladies parasitaires,

qui a accepté de corriger ce travail,

qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

A Monsieur le Docteur JACQUIET,

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Parasitologie et maladies parasitaires,

qui a accepté de participer à notre jury de thèse,

qu'il trouve ici l'expression de notre sincère reconnaissance.

Au **Docteur Stéphane de La Rocque** qui m'a immergé dans le monde passionnant des tsé-tsé. Au **Docteur Dominique Cuisance** qui m'a toujours soutenu même à distance. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements.

Au **Pr. Gouro**, Directeur Général du Cirides, et au **personnel du Cirides** qui m'ont chaleureusement accueilli comme stagiaire. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Aux différentes personnes avec qui j'ai eu la joie de travailler sur le terrain, à savoir **Bila Céné, Simon Kaboré, Félix Sanou, Bourema Sanou, Youl Mémé** ou encore **Laurent « Kabila » Kaboré** et **Hassane Adakale**. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements.

A **Wilfrid Yoni** qui m'a apporté plus qu'une aide purement technique. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et de ma sincère amitié.

A **Jérémy Bouyer** pour son aide, qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude.

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	5
TABLE DES MATIERES	9
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	11
INTRODUCTION.....	17
OBJECTIF.....	23
PREMIERE PARTIE : LA TRYPANOSOMOSE ANIMALE, INTERACTIONS VECTEUR-HOTE-PARASITE.....	27
1. NOTION D'EPIDEMIOLOGIE VECTORIELLE	27
2. LES PARASITES, LEURS HOTES : DES MALADIES	29
2. 1. <i>Les trypanosomes</i>	29
2. 1. 1. La section des <i>Stercoraria</i>	31
2. 1. 2. La section des <i>Salivaria</i>	31
2. 2. <i>Les trypanosomoses</i>	34
2. 3. <i>Interactions hôte-parasite</i>	34
3. LES PARASITES, LEURS VECTEURS	36
3. 1. <i>Les vecteurs mécaniques</i>	36
3. 1. 1. Les tabanidés.....	36
3. 1. 2. Les stomoxyinés.....	38
3. 1. 3. Les hippoboscidés.....	38
3. 2. <i>Les vecteurs cycliques : les glossines</i>	39
3. 2. 1. Systématique	39
3. 2. 2. Morphologie	41
3. 2. 3. Le cycle de vie des glossines.....	44
3. 2. 4. Les glossines et leur milieu	46
3. 2. 5. Le déplacement des glossines	49
3. 3. <i>Les interactions vecteur-parasite</i>	50
4. LA RENCONTRE VECTEUR-HOTE-PARASITE	51
4. 1. <i>Les préférences trophiques</i>	51
4. 2. <i>L'interface spatio-temporelle glossines-bovins</i>	52
DEUXIEME PARTIE : PRESENTATION DE LA ZONE AGROPASTORALE DE SIDERADOUGOU.....	53
1. GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE	55
2. DES SITES EPIDEMIOLOGIQUEMENT DANGEREUX.....	56
2. 1. <i>La zone de Bagouera</i>	58
2. 2. <i>La zone de Sinogdjan</i>	59
2. 3. <i>La zone de Péfrou</i>	60
2. 4. <i>La zone de Nyarafo</i>	61

TROISIEME PARTIE : LA LUTTE CIBLEE DANS LA ZONE AGROPASTORALE DE SIDERADOUGOU	63
1. MOYENS DE LUTTE	65
2. LA LUTTE DANS CHAQUE ZONE	67
2. 1. <i>La zone de Bagouera</i>	68
2. 2. <i>La zone de Sinogdjan</i>	69
2. 3. <i>La zone de Péfrou</i>	69
2. 4. <i>La zone de Nyarafo</i>	69
3. SUIVI DES EFFETS DE LA LUTTE.....	70
3. 1. <i>Suivi entomologique</i>	70
3. 2. <i>Suivi de l'état sanitaire des troupeaux</i>	72
QUATRIEME PARTIE : LA SITUATION INITIALE	75
1. RESULTATS ENTOMOLOGIQUES	77
2. RESULTATS DU SUIVI SANITAIRE DES TROUPEAUX.....	81
CINQUIEME PARTIE : LES RESULTATS DE LA LUTTE	87
1. SUIVI ENTOMOLOGIQUE.....	89
1. 1. <i>Suivi des données climatiques</i>	89
1. 2. <i>Suivi de la situation à Bagouera</i>	91
1. 2. 1. Evolution des DAP et de la structure par âge des populations.....	91
1. 2. 2. Evolution des taux d'infection et de la nature des parasites	97
1. 2. 3. Suivi de la diffusion de la lutte.....	98
1. 3. <i>Suivi de la situation à Sinogdjan</i>	101
1. 3. 1. Evolution des DAP de <i>G. tachinoides</i>	101
1. 3. 2. Suivi de la diffusion de la lutte.....	102
1. 4. <i>Suivi de la situation à Péfrou</i>	103
1. 4. 1. Evolution des DAP et de la structure par âge des populations.....	103
1. 4. 2. Evolution des taux d'infection et de la nature des parasites	107
1. 4. 3. Effet de la diffusion de la lutte	109
1. 5. <i>Suivi de la situation à Nyarafo</i>	110
2. SUIVI DES TROUPEAUX SENTINELLES	110
2. 1. <i>Suivi du troupeau sentinelle de Bagouera</i>	110
2. 2. <i>Suivi du troupeau sentinelle de Sinogdjan</i>	114
2. 3. <i>Suivi du troupeau sentinelle de Péfrou</i>	118
SIXIEME PARTIE : DISCUSSION, PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS.....	123
1. CHOIX DES SITES DE LUTTE.....	125
2. LA REALISATION DE LA LUTTE.....	125
3. LA PERENNITE DE LA LUTTE.....	127
CONCLUSION.....	131
BIBLIOGRAPHIE.....	137

Table des illustrations

Liste des figures :

Figure 1 : Complexité du système épidémiologique de transmission vectorielle.....	28
Figure 2 : Principaux types morphologiques d'évolution des Trypanosomatidés.....	29
Figure 3 : Morphologie générale d'un trypanosome.....	30
Figure 4 : Classification des trypanosomes parasites des mammifères.....	30
Figure 5 a : <i>Chrysops</i> : morphologie d'un imago femelle et profil de la tête.....	37
Figure 5 b : <i>Haematopota</i> : imago femelle, profil de la tête et aile.....	37
Figure 5 c : <i>Tabanus</i> : morphologie d'un imago femelle et profil de la tête.....	37
Figure 6 : Morphologie des stomoxynés (<i>Stomoxys calcitrans</i>) : adulte et tête de profil.....	38
Figure 7 : Morphologie des hippoboscidés, A : <i>Melophagus ovinus</i> et B : <i>Hippobosca sp.</i>	39
Figure 8 : Cerques ou forcipules des 3 sous-genres de glossines.....	40
Figure 9 : Représentation schématique d'une glossine, vue par sa face dorsale (ailes écartées) et vue par sa face latérale (ailes repliées).....	41
Figure 10 a : Schéma de la tête d'une glossine vue de face.....	43
Figure 10 b : Trompe de glossine ; A : vue de profil ; B : en coupe transversale.....	43
Figures 11 a et b : Appendices portés par le thorax d'une glossine ; aile et patte.....	44
Figure 12 a : Genitalia mâle de glossine ; A : en accouplement, B : au repos.....	44
Figure 12 b : Extrémité de l'abdomen d'une femelle (groupe <i>palpalis</i>).....	44
Figure 12 c : Extrémité de l'abdomen d'un mâle.....	44
Figure 13 : Stade pupal et éclosion imaginale ; A : pupa et B : jeune mouche (imago) sortant de la pupa avec en avant de la tête le ptilinum gonflé.....	46
Figure 14 a : Localisation de la zone agropastorale de Sidéradougou.....	55
Figure 14 b : Présentation de la zone agropastorale de Sidéradougou.....	55
Figure 15 : Détermination des points épidémiologiquement dangereux.....	57
Figure 16 : Représentation schématique des différents arbres et arbustes caractérisant la galerie soudano-guinéenne.....	58
Figure 17 : Représentation schématique des différents arbres et arbustes caractérisant la galerie soudanienne.....	60
Figure 18 : Ovaire gauche d'une femelle de <i>G. tachinoides</i> âgée de 20 jours.....	71
Figure 19 : Illustration de la méthode de détermination des troupeaux sentinelles dans la zone de Bagouera.....	72
Figure 20 : Position des différents pièges et du dispositif de lutte à Bagouera.....	99
Figure 21 : Position des différents pièges et du dispositif de lutte à Sinogdjan.....	102
Figure 22 : Présentation de la localisation de Péfrou par rapport aux deux sites de lutte.....	109

Liste des tableaux :

Tableau I : Présentation schématique du protocole de lutte dans les 4 sites suivis.....	69
Tableau II : DAP des deux espèces de glossines selon la zone et le mois de capture.....	77
Tableau III : Résultats concernant la population des <i>G. tachinoides</i> disséquées au cours des trois premières enquêtes.....	78
Tableau IV : Résultats concernant la population des <i>G. p. gambiensis</i> disséquées au cours des trois premières enquêtes.....	78
Tableau V : Localisation des infections dans les mouches disséquées à Bagouera pendant les trois premières enquêtes.....	79
Tableau VI : Identification des trypanosomes responsables des infections des mouches disséquées à Bagouera pendant les trois premières enquêtes.....	79
Tableau VII : Nombre de <i>G. tachinoides</i> disséquées à Sinogdjan pendant les trois premières enquêtes.....	80

Tableau VIII : Localisation des infections et identification des trypanosomes détectés dans les mouches disséquées à Péfrou pendant les trois premières enquêtes.	80
Tableau IX : Hématocrites, pourcentages d'animaux à hématocrite inférieur à 25 %, poids et états estimés lors des trois premières enquêtes.....	81
Tableau X : Résultats des examens parasitologiques (toutes techniques confondues) à Bagouera pendant les trois premières enquêtes.....	83
Tableau XI : Résultats des examens parasitologiques (toutes techniques confondues) à Sinogdjan pendant les trois premières enquêtes.....	84
Tableau XII : Résultats des examens parasitologiques (toutes techniques confondues) à Péfrou pendant les trois premières enquêtes.....	84
Tableau XIII : Résultats obtenus dans les pièges posés entre Bagouera et Péfrou.....	100

Liste des graphiques :

Graphique 1 : Variations mensuelles de la pluviométrie et de la température enregistrées à la périphérie de Bobo Dioulasso en 1995 (<i>source</i> : station ASECNA).....	90
Graphique 2 : Variations mensuelles de la pluviométrie et de la température enregistrées à la périphérie de Bobo Dioulasso de janvier 2000 à juin 2002 (<i>source</i> : station ASECNA).....	90
Graphique 3 : Comparaison des évolutions des DAP de <i>G. tachinoides</i> à Bagouera en 1995-96 et en 2000-2002.....	92
Graphique 4 : Comparaison des évolutions des DAP de <i>G. p. gambiensis</i> à Bagouera en 1995-96 et en 2000-2002.....	93
Graphique 5 a, b, c : Proportion de chaque classe d'âge de la population de <i>G. tachinoides</i> à Bagouera.....	95
Graphique 6 a, b, c : Proportion de chaque classe d'âge de la population de <i>G. p. gambiensis</i> à Bagouera.....	96
Graphique 7 a : Nombre de <i>G. tachinoides</i> capturées et disséquées à Bagouera.....	97
Graphique 7 b : Nombre de <i>G. tachinoides</i> infectées et proportion des différents parasites rencontrés.....	97
Graphique 8 : Comparaison des évolutions des DAP de <i>G. tachinoides</i> à Sinogdjan en 1995-96 et en 2000-2002.....	101
Graphique 9 : Comparaison des évolutions saisonnières des DAP de <i>G. tachinoides</i> à Péfrou en 1995-96 et en 2000-2002.....	104
Graphique 10 : Comparaison des évolutions saisonnières des DAP de <i>G. p. gambiensis</i> à Péfrou en 1995-96 et 2000-2002.....	105
Graphique 11 a, b, c : Proportion de chaque classe d'âge de la population de <i>G. tachinoides</i> à Péfrou.....	106
Graphique 12 a : Nombre de <i>G. tachinoides</i> capturées et disséquées à Péfrou.....	108
Graphique 12 b : Nombre de <i>G. tachinoides</i> infectées à Péfrou.....	108
Graphique 13 : Incidence parasitaire mensuelle (toutes techniques confondues) au sein du troupeau sentinelle de Bagouera.....	111
Graphique 14 a : Hématocrite moyen et pourcentage d'animaux douteux à Bagouera.....	112
Graphique 14 b : Etat moyen estimé à Bagouera.....	112
Graphique 14 c : Poids moyen des animaux sentinelles et de ceux de plus de 3 ans à Bagouera.....	113
Graphique 15 : Taux d'infection mensuel en fonction de l'hématocrite moyen à Bagouera.....	119
Graphique 16 : Incidence parasitaire mensuelle (toutes techniques confondues) au sein du troupeau sentinelle de Sinogdjan.....	115
Graphique 17 a : Hématocrite moyen et pourcentage d'animaux douteux à Sinogdjan.....	116
Graphique 17 b : Etat moyen estimé à Sinogdjan.....	116
Graphique 17 c : Poids moyen des animaux sentinelles et de ceux de plus de 3 ans à Sinogdjan.....	116
Graphique 18 : Taux d'infection mensuel en fonction de l'hématocrite moyen à Sinogdjan.....	118

Graphique 19 : Incidence parasitaire mensuelle (toutes techniques confondues) au sein du troupeau sentinelle de Péfrou	118
Graphique 20 a : Hématocrite moyen et pourcentage d'animaux douteux à Péfrou	119
Graphique 20 b : Etat moyen estimé à Péfrou	120
Graphique 20 c : Poids moyen des animaux sentinelles et de ceux de plus de trois ans à Péfrou.....	120
Graphique 21 : Taux d'infection mensuel en fonction de l'hématocrite moyen à Péfrou	121

Liste des photographies :

Photographie 1 : Point d'abreuvement, point de rencontre des hôtes, des vecteurs et des parasites....	19
Photographie 2 : <i>G. p. gambiensis</i> vue de profil, taille réelle : 9.5 mm.	42
Photographie 3 : <i>G. p. gambiensis</i> vue de dessus, taille réelle : 9.5 mm.	42
Photographie 4 : <i>G. tachinoides</i> vue de dessus, ailes écartées, taille réelle : 7.5 mm.	42
Photographie 5 : <i>G. tachinoides</i> vue de profil, taille réelle : 7.5 mm.	42
Photographie 6 : Tête de <i>G. p. gambiensis</i> vue de face (x 10).	43
Photographie 7 : Dissection du proboscis ; séparation du labre, de l'hypopharynx et du labium.	43
Photographie 8 : Accouplement de <i>G. p. gambiensis</i> , avec détail de la fixation du mâle (x 40).	45
Photographie 9 : Larve de troisième stade (à gauche) et pupes (à droite), taille réelle : 3 mm.....	45
Photographie 10 : Vue aérienne d'une forêt galerie comme rencontrée dans la zone de Bagouera ...	59
Photographie 11 : Ecran imprégné disposé le long du cours d'eau.	68
Photographie 12 : Piège biconique de Challier-Laveissière disposé le long du cours d'eau.....	70
Photographie 13 : Aspect de <i>Trypanosoma brucei brucei</i> dans le sang.	74

Introduction

La trypanosomose est une maladie due à des protozoaires sanguins du genre *Trypanosoma* (Gruby, 1843), parasites obligatoires des vertébrés qui constituent leurs hôtes définitifs. Tous les trypanosomes (à l'exception de *Trypanosoma equiperdum*) ont un cycle dixène dont l'hôte intermédiaire est un insecte hématophage. Cet insecte peut être un simple vecteur mécanique, chez lequel les trypanosomes survivent de quelques secondes à quelques minutes ; ce rôle est assuré par des tabanidés ou des stomoxyinés. Les véritables vecteurs biologiques des trypanosomes, qui permettent la multiplication du parasite, sont les glossines (du genre *Glossina*) à répartition uniquement africaine (Chartier, C. *et al.*, 2000).

La trypanosomose reste un problème majeur de santé publique et un des principaux obstacles à l'élevage dans toute l'Afrique subsaharienne.

En effet l'OMS estime que 36 pays d'Afrique au sud du Sahara sont concernés par la trypanosomose humaine : maladie du sommeil due à *T. (Trypanozoon) brucei gambiense* (Dutton, 1992) et à *T. (Trypanozoon) brucei rhodesiense* (Stephens et Fantham, 1910), ce qui correspond à 60 millions de personnes (OMS, 1998). On estime à 400 000 le nombre de personnes infectées dont 250 000 en République Démocratique du Congo et plus de 100 000 en Angola. Seulement 30 000 cas officiels sont déclarés, alors que chaque jour 100 personnes meurent de trypanosomose humaine (Hursey, B. S., 2001).

Les trypanosomes infectant les animaux domestiques (essentiellement *T. (Nannomonas) congolense* (Brodin, 1904), *T. (Duttonella) vivax* (Ziemann, 1905) et *T. (Trypanozoon) brucei brucei* (Plimmer et Bradford, 1899)) ont un impact important sur les productions animales (diminution de la production laitière et de la fécondité, augmentation de la mortalité des jeunes et des adultes). Les traitements curatifs ou préventifs trypanocides sont largement utilisés pour lutter contre la trypanosomose animale. L'emploi massif de ces produits représente un coût important pour l'élevage, mais surtout entraîne l'apparition de chimiorésistance aux produits utilisés (Swallow, B., 1998). C'est pourquoi le contrôle de la trypanosomose passe de plus en plus par la lutte contre les vecteurs du genre *Glossina*.

Il existe différentes stratégies de lutte : l'épandage d'insecticide, le piégeage, l'utilisation d'écrans imprégnés, ou encore le lâcher de mâles stériles (Cuisance, D. *et al.*, 1994 ; Allsopp, R., 2001). Leurs principales limites restent le coût et l'entretien des barrières protégeant les zones traitées de la réinvasion des glossines. De plus la lutte contre les glossines doit prendre de plus en plus en compte son impact sur l'environnement, notamment l'écotoxicologie liée à l'emploi d'insecticides (Grant, I. F., 2001).

L'approche originale développée au Centre international de recherche / développement pour l'élevage en zone sub-humide (CIRDES) à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) prend en compte les données concernant la répartition et les densités des glossines et des bovins, les systèmes d'élevage et l'activité agricole. Assistée par les systèmes d'informations géographiques (SIG), elle a consisté en l'identification des points épidémiologiquement dangereux sur le réseau hydrographique de la moitié nord de la zone agropastorale de Sédéradougou (de La Rocque, S., *et al.*, 2001d).

Ce travail a débuté par l'étude de la répartition des densités de glossines présentes dans cette zone (à savoir deux espèces ripicoles : *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 et *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949), grâce à une enquête entomologique précise (1 piège tous les 100 m) réalisée sur les 120 km du réseau hydrographique (de La Rocque, S., 1997).

La distribution des vecteurs a ensuite été corrélée aux données satellitaires à haute résolution (images SPOT) pour établir des relations entre les densités de glossines et les typologies du paysage. De cette manière à partir des outils de télédétection, il est possible de prédire l'abondance des vecteurs le long du réseau hydrographique (de La Rocque, S., 1997).

Parallèlement un recensement exhaustif de l'ensemble des troupeaux de bovins de la zone a été effectué. Les lieux de repos (concession) et d'abreuvement en fin de saison sèche ont été relevés. A partir de ces données il est possible de modéliser le parcours des bovins grâce à des

polygones d'influence (Michel, J. F. *et al.*, 1999). Les densités de bovins de la région sont représentées en superposant les différents polygones obtenus.

Au niveau du réseau hydrographique, à la rencontre des fortes densités de bovins et des paysages favorables aux glossines se trouvent les zones dites épidémiologiquement dangereuses où s'effectue la rencontre entre l'hôte, le vecteur et le parasite (de La Rocque, S. *et al.*, 2001d). La définition de ces points épidémiologiquement dangereux permet de concevoir une lutte ciblée limitée de manière à aboutir à une lutte économiquement et techniquement acceptable par les éleveurs de la région (Cuisance, D. et de La Rocque, S., 1998).



Photographie 1 : Point d'abreuvement, point de rencontre des hôtes, des vecteurs et des parasites (photographie de T. Balenghien).

Objectif

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité d'une lutte anti-vectorielle ciblée aux points épidémiologiquement dangereux dans le contrôle de la trypanosomose du bétail dans la partie nord de la zone agropastorale de Sidéradougou.

La définition de points épidémiologiquement dangereux permet de localiser la rencontre entre les hôtes et les vecteurs infectés. Une lutte ciblée, donc limitée, permettrait de contrôler localement les populations de glossines. Il s'agit, non pas d'éradiquer, mais de réduire les densités en dessous de celles nécessaires au maintien du cycle de transmission des trypanosomes pathogènes. Le dispositif ne permet pas d'empêcher la réinvasion des zones contrôlées par des glossines venues de sites voisins, mais celles-ci sont supposées peu ou pas infectées.

Comparée aux méthodes "classiques", où le but est l'éradication des vecteurs d'une zone, cette lutte ciblée permet de réduire les coûts et l'investissement technique nécessaires à un contrôle de la trypanosomose animale et d'en faire une méthode dont la prise en charge pourrait être assurée par les acteurs locaux. Cette étude vise à :

établir l'efficacité de la lutte ciblée,

évaluer la motivation des acteurs locaux à l'assurer financièrement et

étudier la faisabilité de cette prise en charge.

L'effet de la lutte peut être évalué à court terme par un suivi entomologique. L'impact sur les populations glossiniennes devrait être marqué par une diminution des densités apparentes de glossines (DAP : nombre de glossines capturées par piège et par jour) et une modification de la structure par âge des populations.

A long terme l'efficacité de la lutte peut être mesurée par un suivi régulier de l'état sanitaire des troupeaux sentinelles. Le contrôle des densités de glossines devrait être suivi d'une diminution des taux d'infection des bovins et des vecteurs et de l'incidence des cas de trypanosomose animale ainsi que d'une amélioration de l'état des animaux (augmentation de l'hématocrite moyen).

**Première partie : la trypanosomose
animale, interactions vecteur-hôte-parasite**

1. Notion d'épidémiologie vectorielle

Un vecteur est « un arthropode hématophage qui assure la transmission biologique (ou mécanique) active d'un agent infectieux d'un vertébré à un autre vertébré » (Rodhain, F. et Pérez, C., 1985). Il convient de bien différencier les transmissions biologique et mécanique. Celle biologique suppose que l'agent pathogène subisse chez le vecteur un cycle évolutif pour un parasite ou au moins une multiplication pour un virus ou une bactérie. Une transmission mécanique n'implique pas de transformation de l'agent pathogène qui est transmis à l'occasion de deux repas sanguins séparés par un très faible intervalle de temps (repas interrompu). Cette absence de modification chez le vecteur entraîne une spécificité parasitaire quasi nulle.

L'efficacité d'un vecteur peut être approchée par le calcul de la capacité vectorielle¹. Ce terme décrit les relations dynamiques entre les vecteurs d'agents pathogènes et les hôtes vertébrés. La capacité vectorielle représente la somme de différents phénomènes, à savoir l'aptitude du vecteur à s'infecter, à assurer le développement du pathogène et à le transmettre. Ces notions comprennent à la fois la susceptibilité du vecteur déterminant sa compétence vectorielle² et des facteurs écologiques (intrinsèques et extrinsèques) qui permettent la rencontre écologique du vecteur et de l'hôte, c'est à dire les préférences trophiques, la fréquence des repas, la longévité du vecteur, la durée d'incubation extrinsèque³, la densité de la population vectorielle, sa dispersion... Des essais de modélisation permettent de quantifier la capacité vectorielle en fonction des différents facteurs dont elle dépend.

¹ La capacité vectorielle est le nombre de piqûres infectantes reçues par hôte et par jour (Eldridge, B. F., 2000).

² La compétence vectorielle est la capacité d'un vecteur nourri sur repas infecté à devenir infectant. Elle est déterminée au laboratoire pour une population de vecteur et une souche d'agent pathogène. Elle est conditionnée par l'existence de différentes barrières mécaniques, physico-chimiques et génétiques et traduit le degré de co-évolution vecteur-agent pathogène.

³ La période d'incubation extrinsèque est la durée séparant un repas infecté de l'acquisition de l'infectivité. Elle dépend très fortement de la température et doit être mise en rapport avec la longévité du vecteur.

La capacité vectorielle varie largement à la fois spatialement et temporellement. Il convient lorsqu'on étudie un système vecteur-hôte-parasite d'avoir une démarche globale, s'intéressant à tous les facteurs influençant la capacité vectorielle, une situation épidémiologique étant rarement généralisable. C'est pourquoi il sera décrit pour la trypanosomose animale les interactions hôtes-parasites, vecteurs-parasites et vecteurs-hôtes.

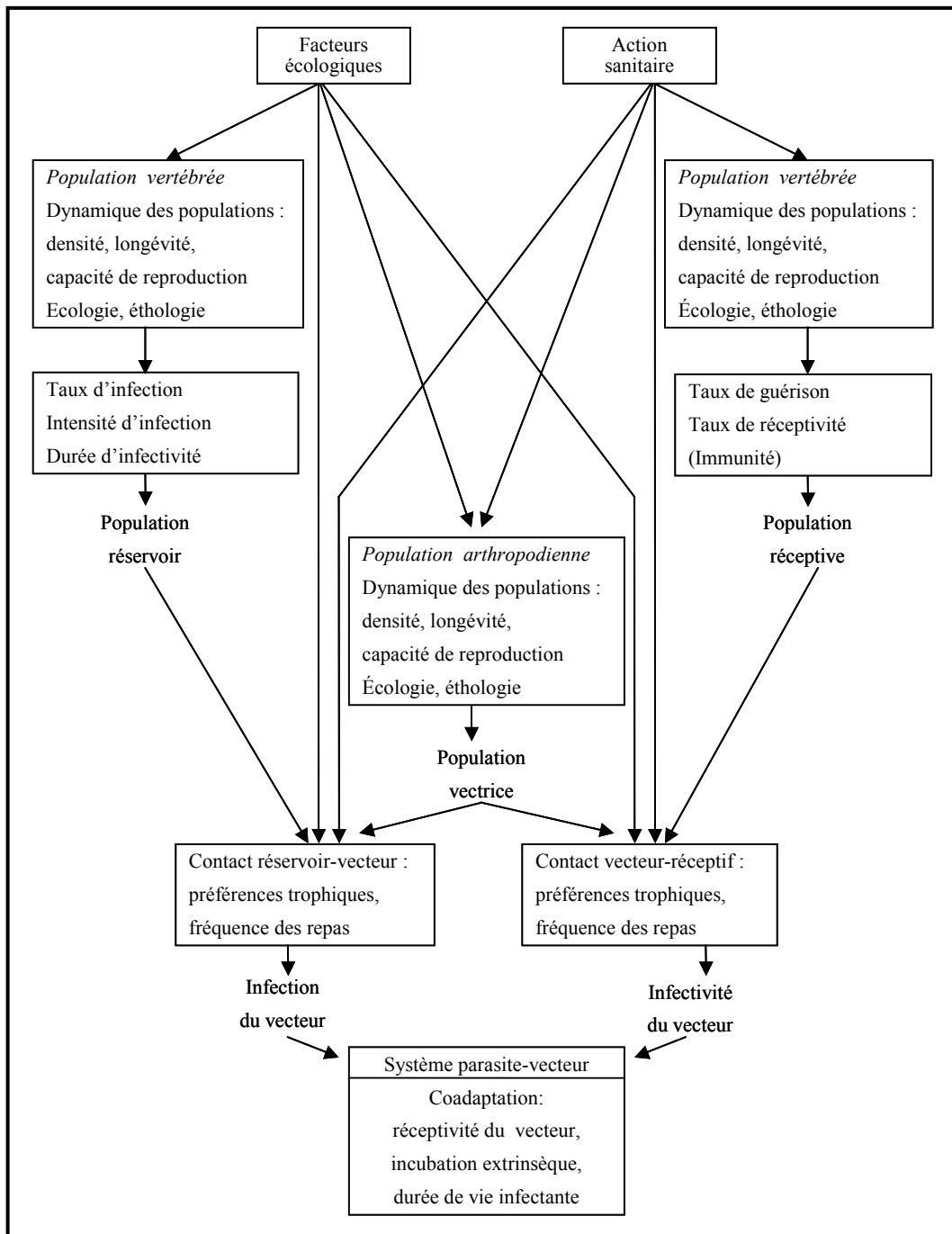


Figure 1 : Complexité du système épidémiologique de transmission vectorielle d'après Rodhain, F. et Pérez, C., 1985.

2. Les parasites, leurs hôtes : des maladies

2. 1. Les trypanosomes

Les trypanosomes sont des protozoaires du genre *Trypanosoma*, de forme allongée, leur locomotion étant assurée par un seul flagelle dirigé vers l'avant, dont la structure basale est le kinétoplaste. Leur forme et leur taille varient selon le genre et le stade de développement dans le vecteur ou l'hôte vertébré (figures 2 et 3).

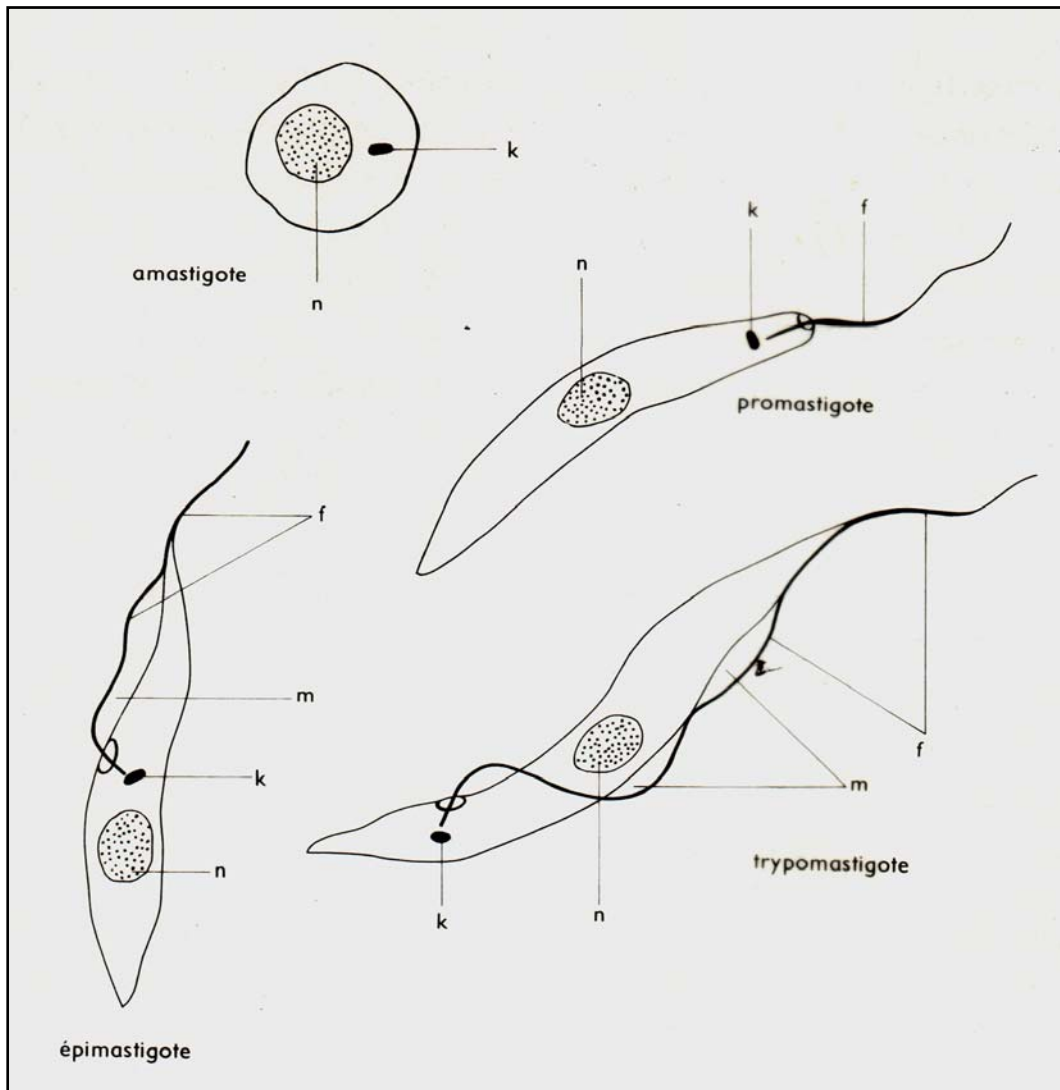


Figure 2 : Principaux types morphologiques d'évolution des Trypanosomatidés : n pour noyau, k pour kinétoplaste, f pour flagelle et m pour membrane ondulante (Troncy, P. M. *et al.*, 1981).

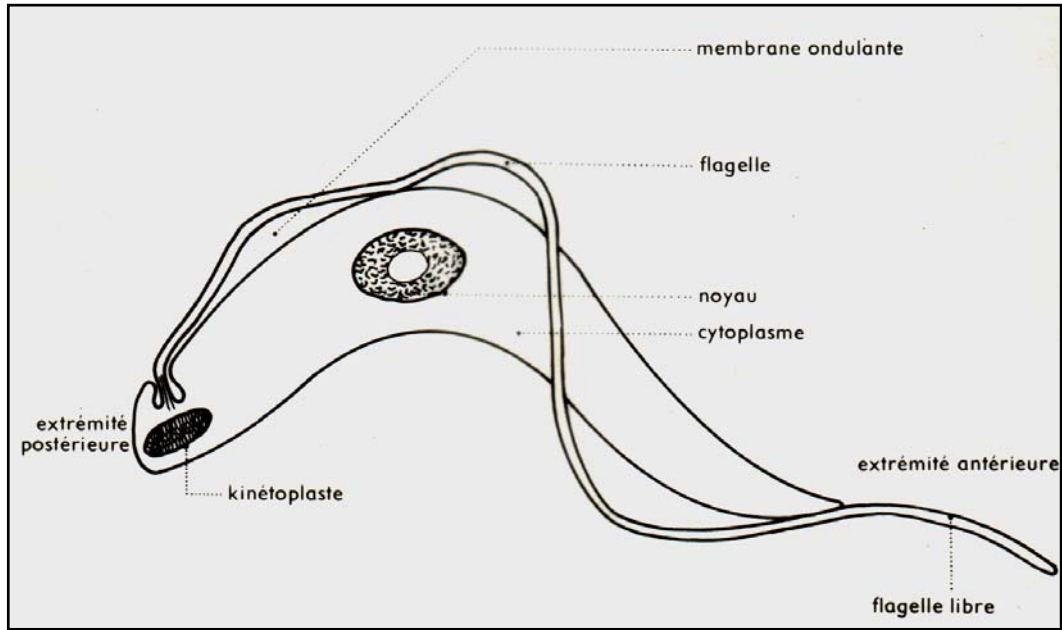


Figure 3 : Morphologie générale d'un trypanosome (Troncy, P. M. *et al.*, 1981).

La position systématique des différents trypanosomes est présentée par la figure 4.

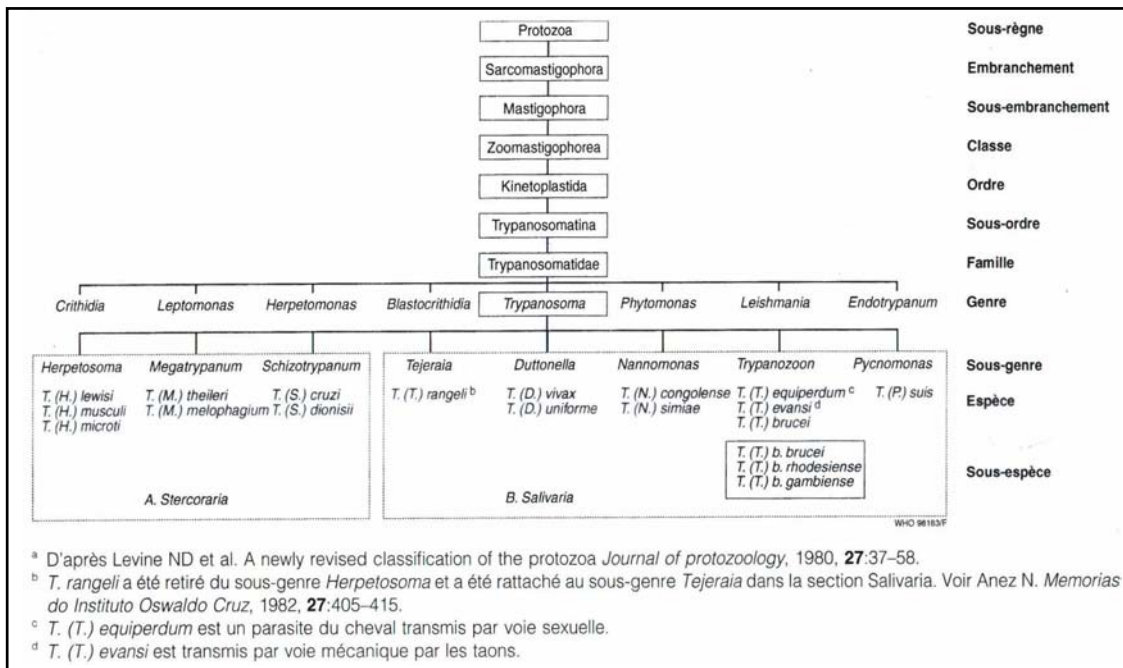


Figure 4 : Classification des trypanosomes parasites des mammifères^a (OMS, 1998).

Ce sont des parasites obligatoires, le plus souvent à deux hôtes. Il convient de distinguer deux modalités d'évolution et de transmission qui déterminent deux groupes. Pour la section des *Stercoraria*, l'évolution chez le vecteur se situe en région postrétrograde de l'intestin. Pour la section des *Salivaria*, le cycle évolutif se réalise dans les parties antérieures du tube digestif (intestin moyen, proventricule, trompe, glandes salivaires).

2. 1. 1. La section des *Stercoraria*

Elle comprend, entre autres, le sous-genre *Megatrypanum* (auquel appartiennent différentes espèces de trypanosomes réputés non pathogènes) et le sous-genre *Schizotrypanum* dont l'espèce type est *Trypanosoma cruzi* (agent de la maladie de Chagas). *T. cruzi* est transmis par des hémiptères, les Triatomines de la famille des *Reduviidae*. La transmission se fait au moment de la piqûre par dépôt sur la peau des formes infectantes contenues dans les fèces. Ces formes infectantes pénètrent activement à travers la peau ou les muqueuses ou par la lésion de piqûre.

2. 1. 2. La section des *Salivaria*

La transmission est effectuée par inoculation lorsque le vecteur injecte sa salive au moment de la piqûre. Cette section comprend tous les trypanosomes pathogènes d'Afrique, dont la plupart sont transmis par les glossines. On peut la diviser en différents sous-genres en fonction du cycle évolutif effectué chez la glossine.

- Le sous-genre *Duttonella*

Il comprend comme espèce principale *Trypanosoma vivax*. Ce trypanosome de grande taille (18 à 31 μm) possède chez le vertébré un flagelle libre, un gros kinétoplaste terminal ou subterminal et une membrane ondulante peu développée. Il est caractérisé entre lame et lamelle par une grande mobilité à l'état frais.

Chez les glossines, *T. vivax* se développe uniquement dans le proboscis. Les formes épimastigotes ingérées qui n'ont pas été capables de se fixer au labre ou à l'œsophage dégénèrent dans l'intestin. Après multiplication, les épimastigotes envahissent l'hypopharynx

pour donner des formes trypomastigotes métacycliques infectantes. Ce cycle dure de 5 à 13 jours selon la température, en moyenne 10 jours.

T. vivax atteint essentiellement les ruminants domestiques, les équidés et les camélidés. Toutes les espèces de glossines sont susceptibles de le transmettre. De plus *T. vivax* est facilement transmis mécaniquement par divers arthropodes hématophages, dont les stomoxes et les tabanidés (Otte, M. J. et Abuabara, J. Y., 1991 ; Mihok, S. *et al.*, 1995). Sa répartition est donc plus large que celle des glossines. Ainsi *T. vivax* est présent en région sahélienne en dehors de la zone de répartition des glossines, aux Indes et en Amérique Centrale et du Sud.

- Le sous-genre *Nannomonas*

Il comprend comme espèce principale *Trypanosoma congolense*. Ce trypanosome de petite taille (8 à 24 μm) est typiquement sans flagelle libre chez le vertébré. Il possède une membrane ondulante peu développée et un kinétoplaste de taille moyenne en position marginale et subterminale. Entre lame et lamelle, à l'état frais, il effectue des mouvements en virgule essentiellement sur place.

Les formes trypomastigotes ingérées deviennent des formes trypomastigotes procycliques qui se multiplient dans la portion moyenne de l'intestin et dans l'espace endopéritrophique en trois à quatre jours. Elles gagnent ensuite l'extrémité postérieure de la membrane péritrophique qu'elles contournent pour se localiser dans l'espace ectopéritrophique. Elles remontent vers le proventricule, l'œsophage, le pharynx et le canal alimentaire. Elles se fixent au labre, devenant des formes épimastigotes qui rejoignent l'hypopharynx où elles se transforment en formes métatrypanosomes infectantes. Le cycle dure de 7 à 53 jours, en moyenne 14 jours.

T. congolense est présent dans toute la zone de répartition des glossines. Il infecte de nombreux mammifères : ruminants, équidés, camélidés, carnivores domestiques et suidés. La transmission mécanique est possible, mais épidémiologiquement peu significative, ce trypanosome n'ayant pu quitter l'Afrique tropicale (Leunita Sumba, S. A. *et al.*, 1998).

- Le sous-genre *Trypanozoon*

Ce sous-genre comprend les sous-espèces de *Trypanosoma brucei* (dont deux sont pathogènes pour l'homme), *Trypanosoma evansi* et *Trypanosoma equiperdum*. *T. equiperdum* est transmis de manière non vectorielle par le coït, et *T. evansi* est transmis uniquement mécaniquement par différents insectes hématophages en Afrique (Mihok, S. *et al.*, 1995), en Amérique du Sud et en Asie. Il ne sera ici décrit précisément que *T. brucei brucei*.

T. brucei brucei est un trypanosome pléomorphe, qui présente trois formes différentes dans le sang des vertébrés : une longue (23 à 30 μm) avec un long flagelle libre, une courte (17 à 22 μm) sans flagelle libre et une intermédiaire (20 à 25 μm) avec un flagelle de taille moyenne. Toutes ces formes présentent un petit kinétoplaste subterminal et une membrane ondulante bien développée.

Seules les formes courtes ingérées par le vecteur peuvent se développer. Elles se localisent initialement dans l'espace endopéritrophique puis migrent vers l'extrémité postérieure de la membrane péritrophique et se transforment dans l'espace ectopéritrophique en trypomastigotes procycliques. Il y a là une multiplication intense constituant "une réserve autolimitée" de trypanosomes. Certaines gagnent le proventricule pour devenir des formes mésocycliques qui ne se divisent plus. Elles remontent jusqu'au proboscis où elles deviennent des épimastigotes, qui coloniseront ensuite les glandes salivaires pour y subir multiplication et différenciation en métacycliques infectantes. Ce cycle complexe dure en moyenne 30 jours.

T. brucei brucei est limité à l'aire de répartition des glossines, bien qu'il puisse être transmis mécaniquement (Mihok, S. *et al.*, 1995). Il n'est pas infectieux pour l'homme, mais virulent pour les équidés, les camélidés et les carnivores. Par contre *T. brucei brucei* est habituellement bénin pour les ruminants ou les porcs.

2. 2. Les trypanosomoses

Les trypanosomoses sont des affections à la symptomatologie très différente selon l'espèce de trypanosome considérée et l'espèce vertébrée atteinte. On peut isoler différentes entités : la dourine des équidés due à *T. equiperdum*, le surra des camélidés et équidés dû à *T. evansi* et le nagana dû aux différents trypanosomes africains transmis cycliquement par les glossines (*T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei brucei*). Le terme de trypanosomose sera maintenant réservé à cette dernière entité.

Après une période d'incubation variable, de quelques semaines à quelques mois, la trypanosomose se manifeste par des accès fébriles correspondant à des accès parasitaires, entrecoupés de périodes apyrétiques. Les signes associés sont une anémie, un amaigrissement rapide, des oedèmes, de la splénomégalie et une polyadénite. Les animaux présentent aussi des avortements, un tarissement de la production lactée, du pica, des signes oculaires (larmolement, kératite), éventuellement des signes nerveux (ataxie, parésie du train postérieur). A terme l'animal présente une cachexie, un décubitus qui aboutit à la mort.

T. congolense est le plus pathogène pour les bovins, avec une maladie en général aiguë. *T. vivax* semble provoquer chez les bovins une affection moins aiguë avec des rémissions plus fréquentes. Enfin l'infection par *T. brucei brucei* est souvent chronique et ne provoque pas de symptômes nets.

2. 3. Interactions hôte-parasite

La pathogénicité des trypanosomoses est très différente en fonction de l'espèce ou de la souche parasitaire et de l'espèce ou de la race de l'hôte vertébré. De plus l'état sanitaire de l'individu infesté, notamment son niveau nutritionnel ou l'existence d'infections concomitantes, influence la réponse à l'agression parasitaire.

La faune sauvage héberge diverses espèces de trypanosomes sans manifester de signes cliniques. Les taux d'infection sont généralement élevés et ces animaux représentent, dans les régions où ils sont encore suffisamment abondants, des réservoirs : sources de parasites pour

les animaux domestiques et l'homme. Cette tolérance à l'infection permet de considérer la faune sauvage comme les hôtes originels et naturels des trypanosomes.

De même les races taurines (N'Dama, Baoulés, Muturu, Lagunes...) soumises à la pression trypanosomienne depuis très longtemps présentent une trypanotolérance, qui se traduit par la capacité à survivre et à produire dans un milieu infesté de glossines. Cette trypanotolérance semble liée à une réponse anticorps plus importante et plus durable contre les antigènes variants et invariants du parasite, mais aussi contre des protéines majeures de la pathogénicité (Authié, E. *et al.*, 1993 ; D'Ieteren, G. D. M. *et al.*, 1998). Comme la faune sauvage, ce bétail trypanotolérant peut jouer le rôle de réservoir pour le bétail trypanosensible.

Enfin les races trypanosensibles présentent des individus avec des sensibilités différentes. Certaines situations comme un travail excessif ou une transhumance sont capables d'entraîner la sortie de la maladie. De même l'état nutritionnel a une grande influence : en fin de saison sèche, lorsque les ressources alimentaires sont insuffisantes, les animaux peuvent développer la maladie, alors qu'en saison humide, lorsque les ressources alimentaires sont suffisantes, les mêmes animaux peuvent surmonter leur parasitisme et devenir réservoir et source de parasites pour les autres.

Ces différentes interactions sont à l'origine de modifications dans l'épidémiologie de la trypanosomose au cours du temps et de l'espace.

3. Les parasites, leurs vecteurs

Les trypanosomes africains peuvent être transmis soit mécaniquement par différents insectes hématophages, soit biologiquement par les glossines⁴.

3. 1. Les vecteurs mécaniques

La transmission mécanique se réalise lorsque certains facteurs liés au vecteur et à l'hôte sont respectés. Les hôtes infectants et infectés doivent vivre en densité importante et avec un certain degré de promiscuité. En outre ils doivent développer des parasitémies élevées. Une réaction de défense à la piqûre augmente la fréquence des repas interrompus favorables à la transmission mécanique. L'efficacité de cette dernière augmente avec différentes particularités du vecteur : la taille du repas sanguin (augmente le temps nécessaire pour arriver à satiété), le niveau de douleur de la piqûre, le comportement de harcèlement et la densité des vecteurs (Foil, F. D., 1989).

3. 1. 1. Les tabanidés

Les tabanidés sont des diptères brachycères orthorrhaphes de grande taille et de distribution cosmopolite. Les mâles sont floricoles, alors que les femelles sont hématophages. Ce sont des insectes présentant des yeux volumineux, holoptiques chez le mâle et dichoptiques chez la femelle. La famille des *Tabanidae* compte quelques 3 000 espèces. Celles qui présentent un intérêt médico-vétérinaire appartiennent aux genres *Chrysops*, *Haematopota*, *Atylotis*, *Ancala* et *Tabanus* (Rodhain, F. et Pérez, C., 1985), dont la morphologie est présentée figure 5.

Les œufs sont pondus dans des sols boueux ou sur la végétation surplombant le gîte larvaire toujours très humide. Après éclosion, les larves tombent et s'enfoncent dans le sol. Le développement larvaire dure de 6 mois à 1 an en milieu tropical avec 7 à 10 stades larvaires. Du stade nymphal émergent mâles et femelles qui s'accouplent. Les femelles piquent les gros mammifères surtout le jour. Les repas sont presque toujours pris en plusieurs fois, les taons étant des piqueurs telmophages inquiets et facilement dérangés (Magnarelli, L. A. et

⁴ Il a été montré expérimentalement la capacité de transmission mécanique des glossines par interruption de repas sanguins. Cette modalité semble être anecdotique en conditions naturelles (Moloo, S. K. *et al.*, 2000).

Anderson, J. F., 1980). Leur rôle est important dans la transmission mécanique de *T. vivax* ou *T. evansi* (Raymond, H. L., 1990). Le caractère saisonnier de leur émergence entraîne des pullulations importantes assurant l'efficacité de la transmission mécanique des trypanosomes.

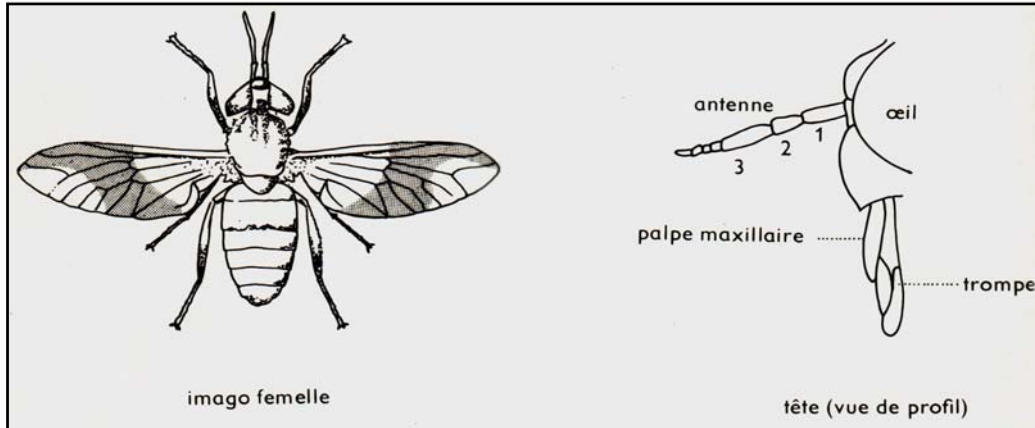


Figure 5 a : *Chrysops* : morphologie d'un imago femelle et profil de la tête (Troncy, P. M. *et al.*, 1981).

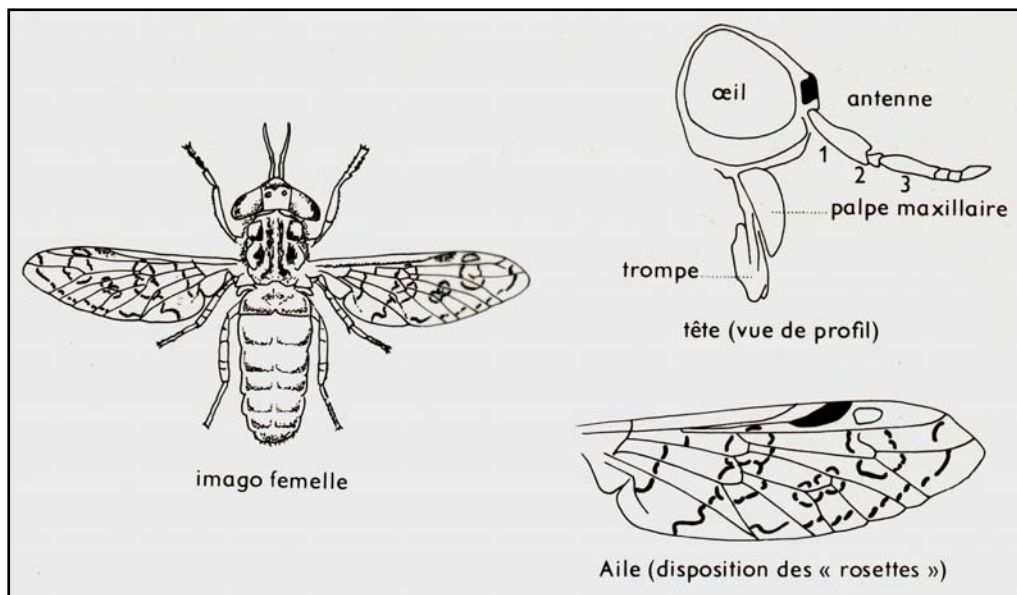


Figure 5 b : *Haematopota* : imago femelle, profil de la tête et aile (Troncy, P. M. *et al.*, 1981).

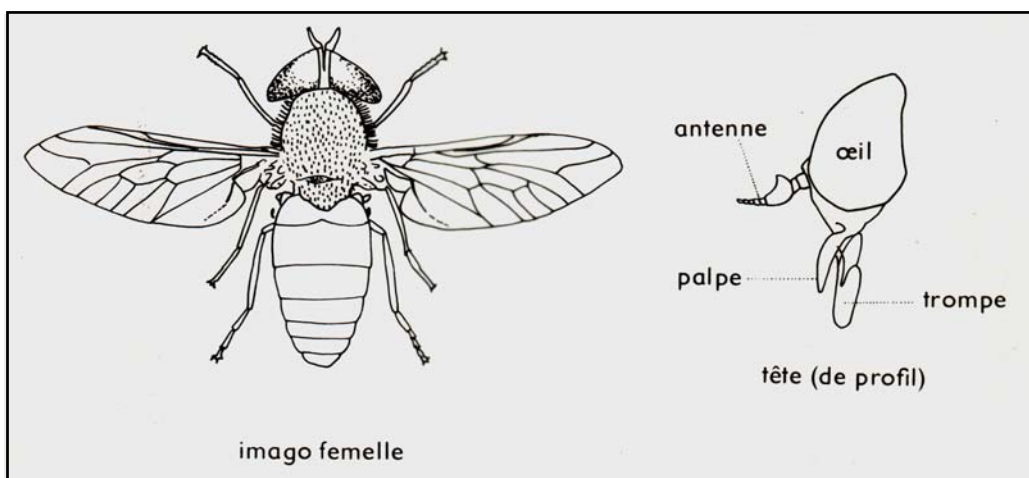


Figure 5 c : *Tabanus* : morphologie d'un imago femelle et profil de la tête (Troncy, P. M. *et al.*, 1981).

3. 1. 2. Les stomoxyinés

Les stomoxyinés sont des diptères brachycères cyclorhaphes, appartenant dans la famille des *Muscidae* à la sous-famille des *Stomoxyinae*, qui comprend les genres *Stomoxys*, *Haematobia*, et *Haematobosca*. Ces diptères hématophages dans les deux sexes ont une morphologie rappelant les mouches domestiques, mais avec un appareil piqueur vulnérant (figure 6).

Les œufs sont pondus dans les matières en décomposition. Après éclosion se succèdent trois stades larvaires et un stade pupal. Le cycle dure au total de 15 jours à 1 mois (Rodhain, F. et Pérez, C., 1985).

Ils piquent essentiellement les bovidés et équidés domestiques et sont souvent très abondants dans les étables et autour des troupeaux. Leur comportement harcelant et la fréquence des repas interrompus en font des vecteurs mécaniques efficaces de *T. vivax*, de *T. evansi* et peut être de *T. congolense* (Leunita Sumba, A. *et al.*, 1998).

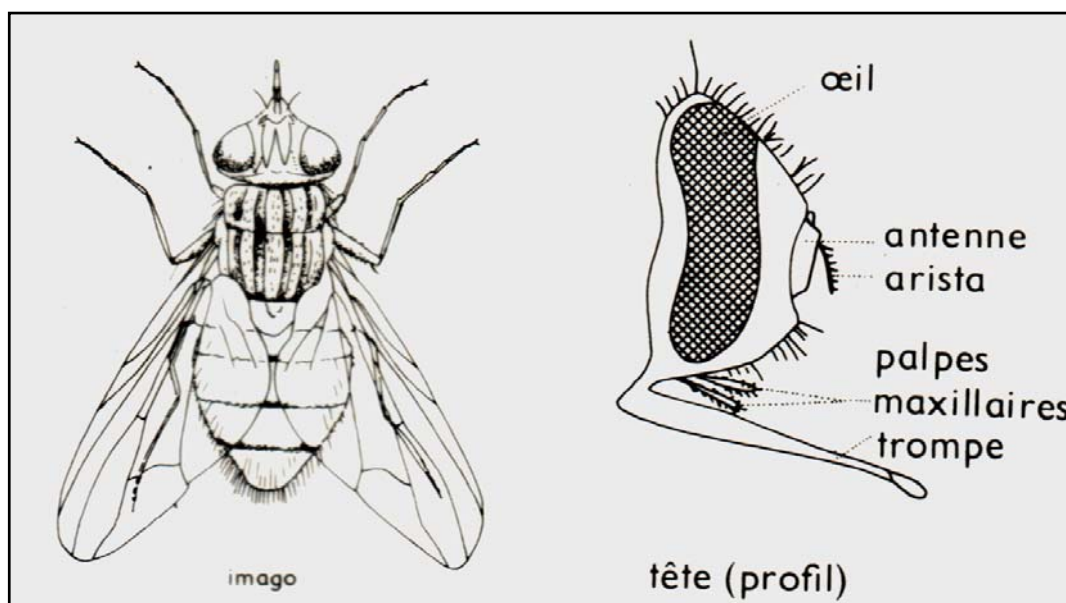


Figure 6 : Morphologie des stomoxyinés (*Stomoxys calcitrans*) : adulte et tête de profil (Troncy, P. M. *et al.*, 1981).

3. 1. 3. Les hippoboscidés

Les hippoboscidés sont des diptères hématophages dans les deux sexes, ectoparasites des mammifères et des oiseaux. Les *Hippoboscidae* sont aplatis dorso-ventralement, avec des pattes courtes et trapues, et des ailes qui peuvent être normalement développées, réduites ou totalement absentes (figure 7).

Ces insectes sont pupipares ; l'œuf et la larve se développent à l'intérieur du corps de la femelle qui dépose sur l'hôte le dernier stade larvaire qui se transforme immédiatement en puppe.

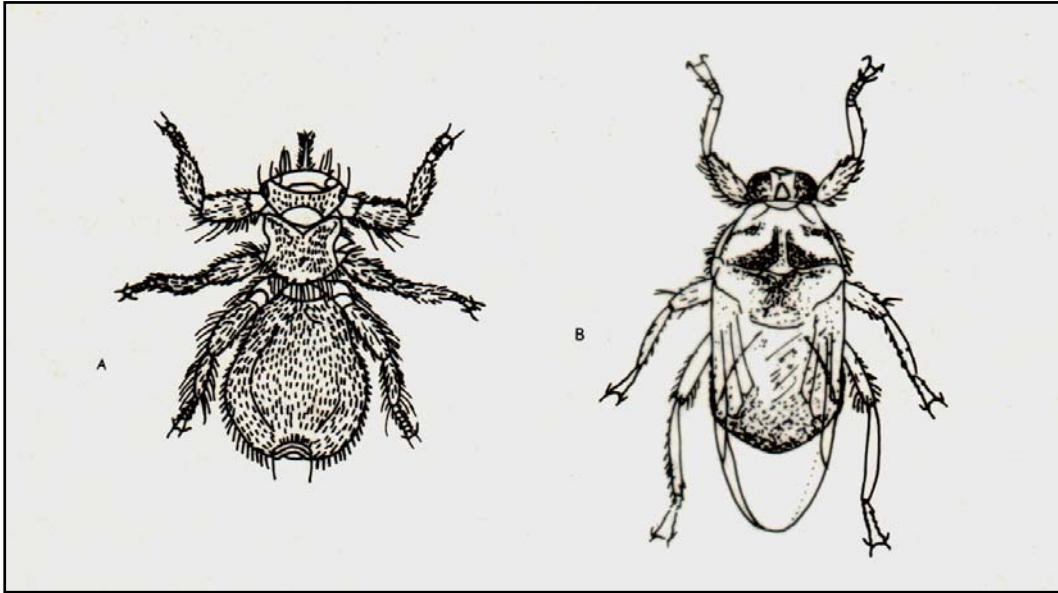


Figure 7 : Morphologie des hippoboscides, A : *Melophagus ovinus* et B : *Hippobosca* sp. (Troncy, P. M. et al., 1981).

Melophagus ovinus assure par exemple la transmission de *T. melophagium*, trypanosome du mouton réputé non pathogène.

3. 2. Les vecteurs cycliques : les glossines

3. 2. 1. Systématique

Les glossines sont des diptères brachycères cyclorhaphes de la famille des *Glossinidae*. Elles sont regroupées dans le genre unique des *Glossina*, que l'on subdivise en trois sous-genres ; *Austenina* (ancien groupe *fusca*), *Nemorhina* (ancien groupe *palpalis*) et *Glossina* (ancien groupe *morsitans*), facilement reconnaissables par l'armature génitale des mâles (figure 8).

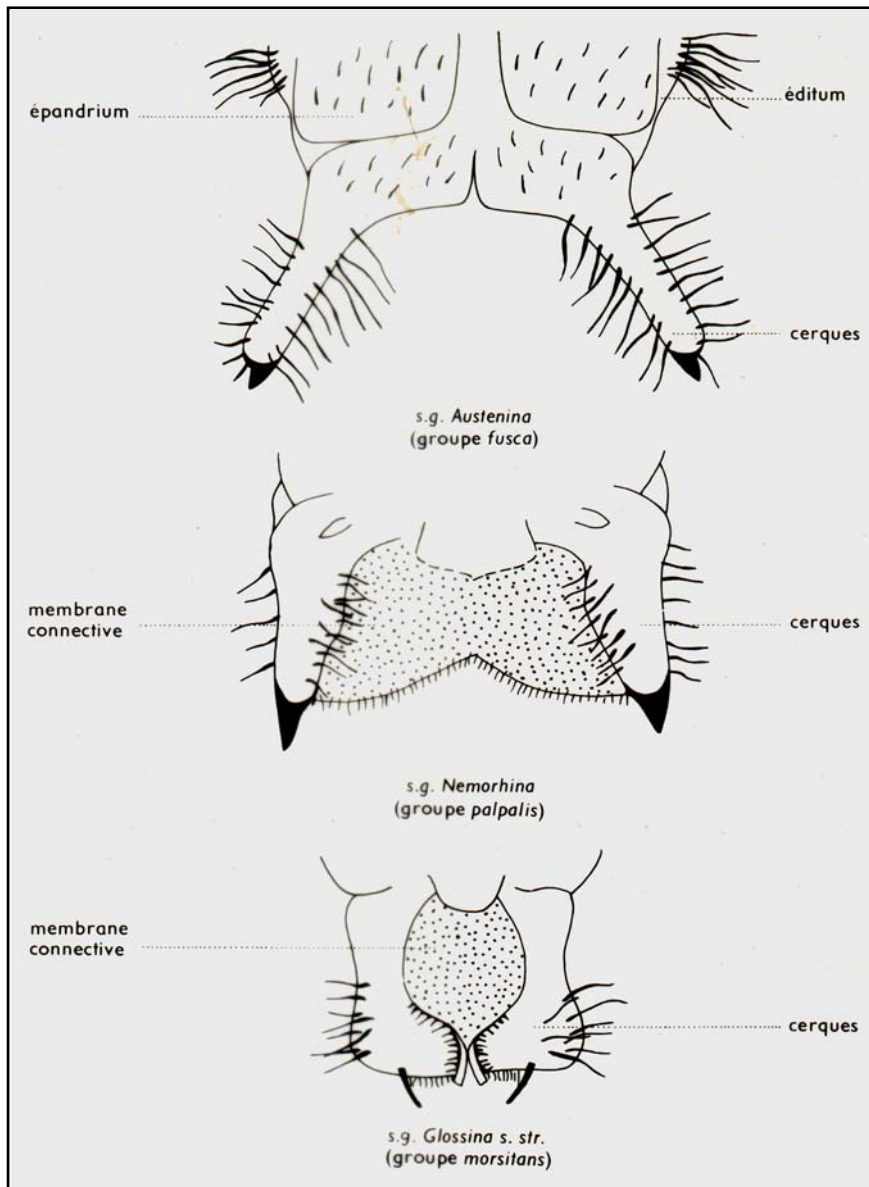


Figure 8 : Cerques ou forcipules des 3 sous-genres de glossines (Itard, J., 1986).

Le sous-genre *Austenina* rassemble 15 espèces ou sous-espèces vivant presque toutes en zone forestière (forêt ombrophile ou galeries-forestières larges et denses).

Le sous-genre *Nemorhina* rassemble 9 espèces ou sous-espèces qui sont des glossines riveraines habitant les cordons de végétation bordant les réseaux hydrographiques, les bois sacrés ou encore les plantations (café, cacao, manguiers, bananiers...).

Le sous-genre *Glossina* rassemble 7 espèces ou sous-espèces, qui fréquentent les savanes boisées et les fourrés denses.

3. 2. 2. Morphologie

Les glossines sont des mouches allongées de 6 à 16 mm, de coloration brune noirâtre. Les mâles sont en général plus petits que les femelles. Leur morphologie générale est celle des mouches domestiques, dont elles se différencient par l'appareil buccal de type piqueur, les glossines étant hémato-phages dans les deux sexes (figure 9).

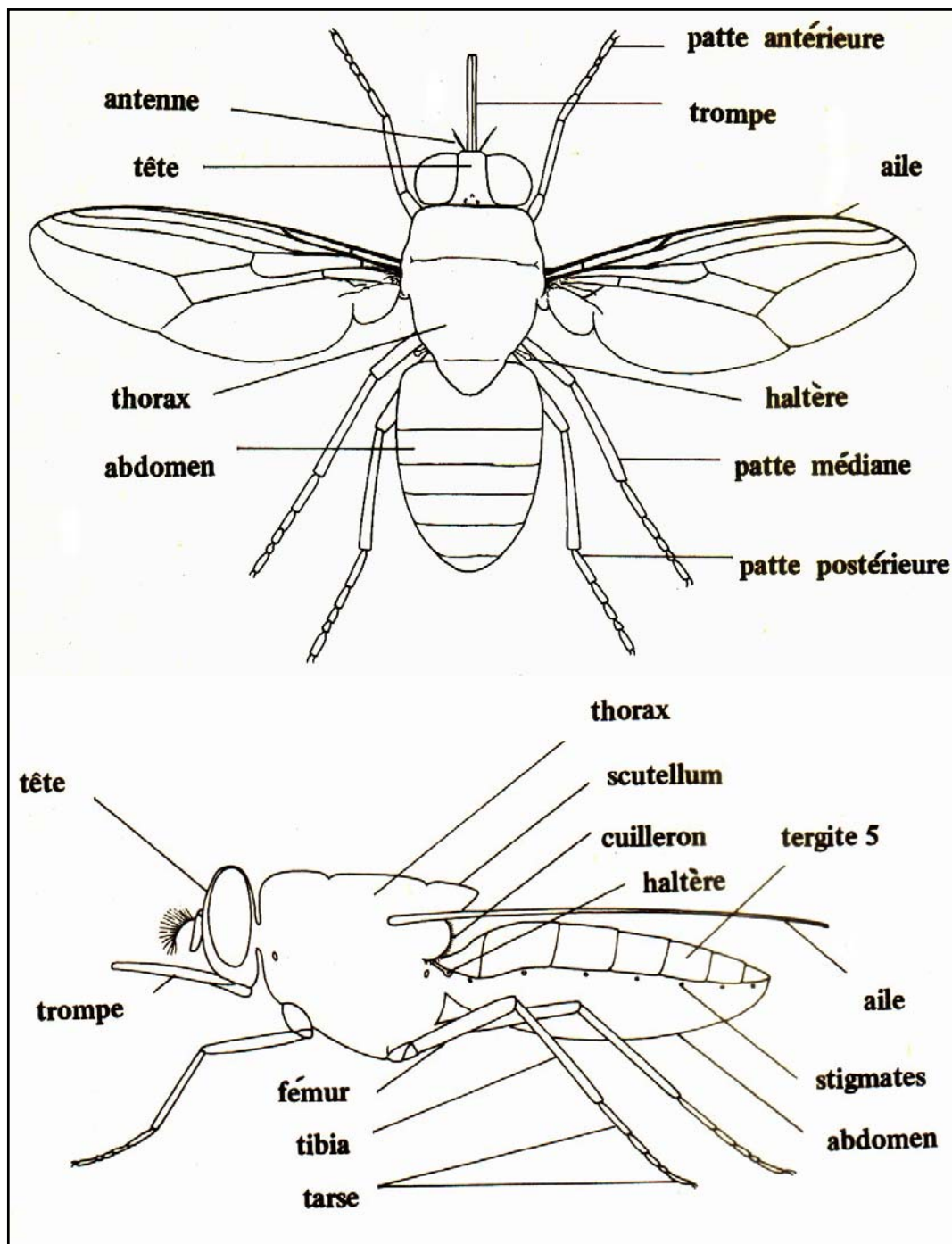


Figure 9 : Représentation schématique d'une glossine, vue par sa face dorsale (ailes écartées) et vue par sa face latérale (ailes repliées) d'après Pollock, J. N.



Photographie 2 : *G. p. gambiensis* vue de profil, taille réelle : 9.5 mm (photographie T. Balenghien et W. Yoni).



Photographie 4 : *G. tachinoides* vue de dessus, ailes écartées, taille réelle : 7.5 mm (photographie T. Balenghien et W. Yoni).



Photographie 3 : *G. p. gambiensis* vue de dessus, taille réelle : 9.5 mm (photographie T. Balenghien et W. Yoni).



Photographie 5 : *G. tachinoides* vue de profil, taille réelle 7.5 mm (photographie T. Balenghien et W. Yoni).

La tête comprend deux yeux composés associés à trois ocelles. Les antennes ont une forme caractéristique : elles sont composées de 3 articles, dont le troisième porte l'arista. La base des antennes est entourée par la suture ptilinale. Les pièces buccales sont composées du proboscis et des palpes maxillaires qui protègent la trompe. Cette dernière est composée de trois pièces : le labium, le labre, qui associés définissent un canal alimentaire et l'hypopharynx, logé au milieu de la gouttière labiale, permettant l'injection de salive (figure 10).

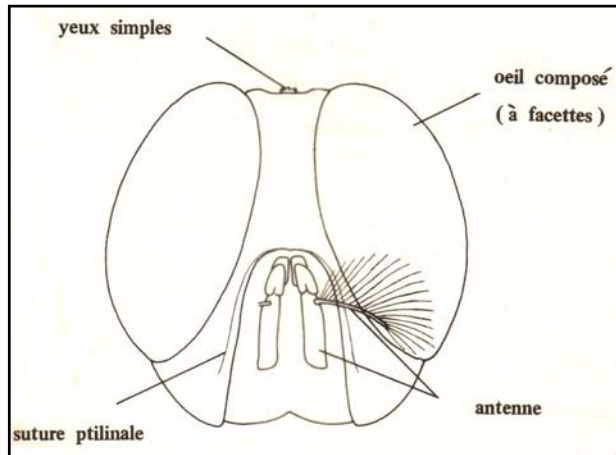


Figure 10 a : Schéma de la tête d'une glossine vue de face (Pollock, J. N.).



Photographie 6 : Tête de *G. p. gambiensis* vue de face x 10 (photographie T. Balenghien et W. Yoni).

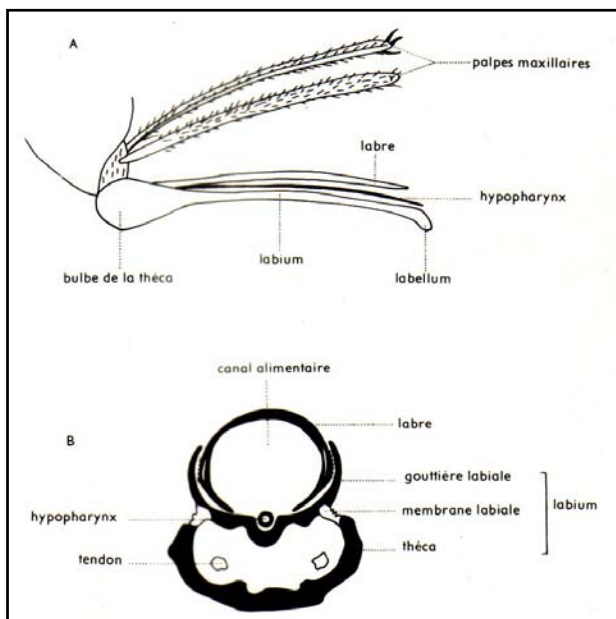
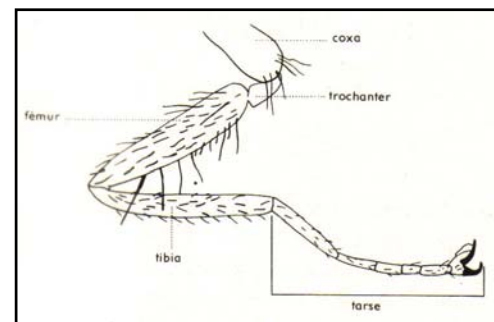
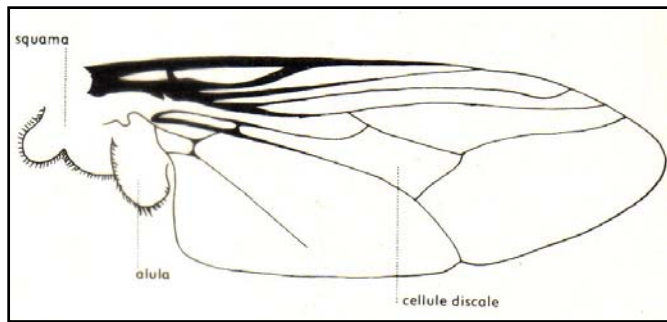


Figure 10 b : Trompe de glossine ; A : vue de profil ; B : en coupe transversale (Itard, J., 1986).



Photographie 7 : Dissection du proboscis (x 40) ; séparation du labre (Le), de l'hypopharynx (H) et du labium (La) : photographie T. Balenghien, W. Yoni.

Le thorax porte les stigmates respiratoires, une paire d'ailes caractérisées chez les glossines par la forme en hache de la cellule discale, une paire de balanciers et trois paires de pattes composées de la coxa, du trochanter, du fémur, du tibia et du tarse à cinq segments (figure 11).



Figures 11 a et b : Appendices portés par le thorax d'une glossine ; aile et patte (Itard, J., 1986).

L'abdomen comprend 8 segments dont 7 sont visibles dorsalement. Le huitième porte les genitalia mâle et femelle, dont les caractéristiques sont utilisées pour la diagnose d'espèce et de sous-espèce. Le genitalia mâle a une organisation très complexe et fait saillie ventralement sur le huitième segment abdominal permettant de reconnaître à l'œil nu un mâle d'une femelle (figure 12).

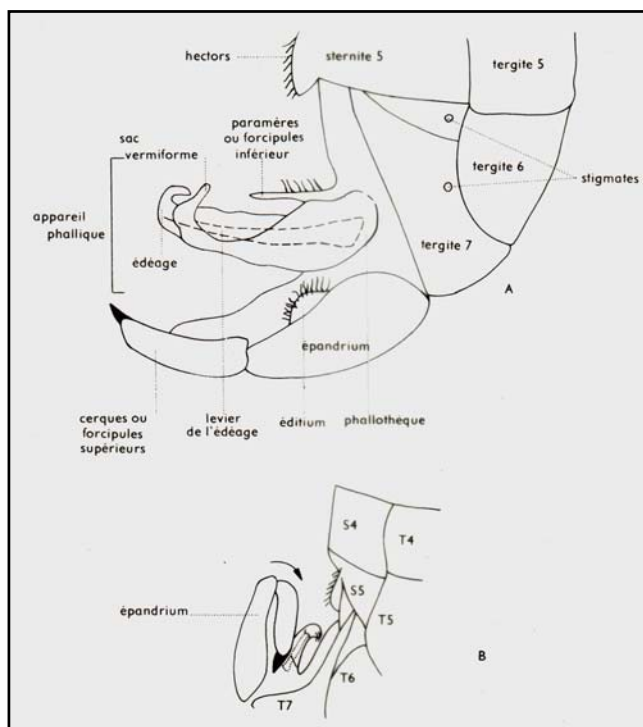


Figure 12 a : Genitalia mâle de glossine ; A : en accouplement, B : au repos (Itard, J., 1986).

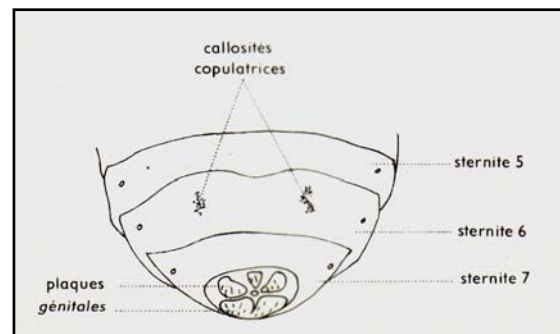


Figure 12 b : Extrémité de l'abdomen d'une femelle (groupe *palpalis*) (Itard, J., 1986).

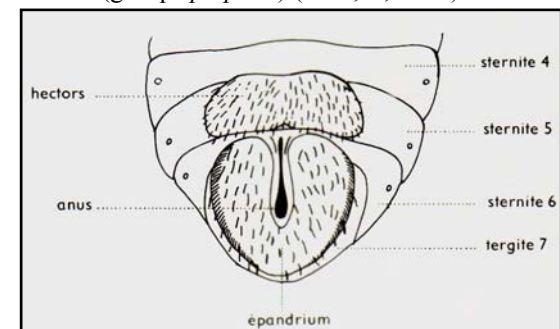
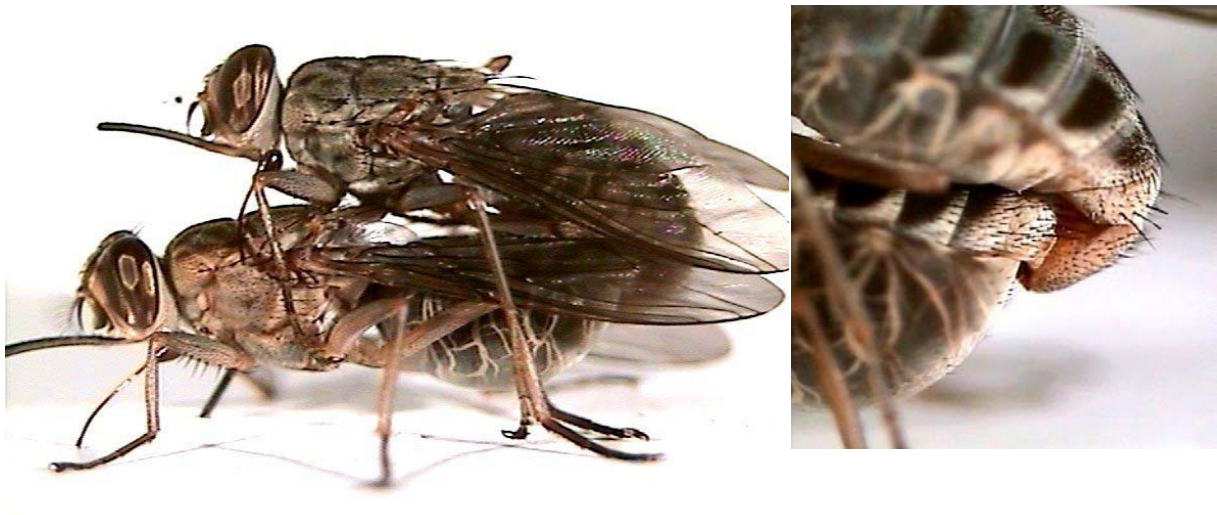


Figure 12 c : Extrémité de l'abdomen d'un mâle (Itard, J., 1986).

3. 2. 3. Le cycle de vie des glossines

La majorité des femelles est fécondée juste après l'éclosion, souvent avant même le premier repas. Il y a généralement un seul accouplement dans la vie de la glossine, le sperme étant stocké dans les spermathèques. L'accouplement est long et dure de 30 à 180 minutes.



Photographie 8 : Accouplement de *G. p. gambiensis*, avec détail de la fixation du mâle : x 40 (photographie T. Balenghien et W. Yoni).

Après fécondation l'œuf donne d'abord une larve de premier stade, puis en 1 à 2 jours une de deuxième stade qui possède des lobes respiratoires postérieurs partiellement développés. La seconde mue aboutit à une larve de troisième stade qui possède des lobes polypneustiques entièrement développés devenus noirs. Ce développement s'effectue dans le milieu intra-utérin en 9 à 10 jours, les glossines étant larvipares.



Photographie 9 : Larve de troisième stade (à gauche) et pupa (à droite), taille 3 mm (photographie T. Balenghien et W. Yoni).

La première larviposition intervient chez la glossine vers le 18^{ème} jour. La femelle dépose la larve dans un milieu favorable, où elle s'enfouit rapidement par reptation dans le sol. En quelques minutes à 2 heures, la larve s'immobilise et devient une pupa : son tégument durcit et brunit. Ces lieux de pupaison correspondent à des sols argilo-sablonneux fortement couverts (touffes de Mimosacées, racines aériennes, sous-bois denses...), où l'ombre et

l'humidité sont importantes. L'inondation des gîtes de ponte pendant la saison des pluies entraîne la mort des pupes. La pupaison dure de 20 à 80 jours selon la température du sol ; elle dure 30 jours à 25°C.

De la puppe émerge une mouche dite "ténérale" dont le corps est mou. L'émergence s'effectue par une fente circulaire réalisée grâce aux gonflements du ptilinium (figure 13). La mouche ténérale part ensuite à la recherche d'un hôte nourricier et d'un partenaire sexuel.

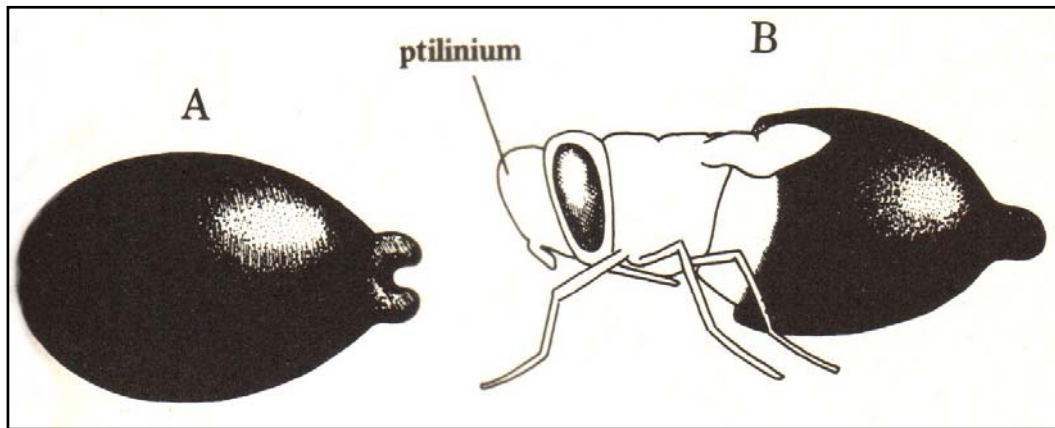


Figure 13 : Stade pupal et éclosion imaginale ; A : puppe et B : jeune mouche (imago) sortant de la puppe avec en avant de la tête le ptilinium gonflé (Pollock, J. N.).

3. 2. 4. Les glossines et leur milieu

Les glossines vivent dans des environnements décrits par quatre groupes de facteurs : le climat, la nourriture, les autres animaux et les organismes pathogènes. Chaque facteur présente un optimum, encadré par des limites inférieures et supérieures de tolérance. *Cette adaptation écologique et héréditaire de l'espèce à l'ensemble complexe du milieu, du temps et de l'espace constitue « la base des réactions »* (Challier, A., 1973). Les espèces sont plus ou moins sensibles à la fluctuation des ces facteurs, avec des configurations optimales spécifiques pour leur développement.

Ainsi la limite de distribution des glossines est corrélée à différents facteurs abiotiques, essentiellement la température et la pluviométrie. Les limites nord de distribution de *G. p. gambiensis* et de *G. tachinoides* sont associées respectivement à l'isohyète 1 000 mm et 760 mm (de La Rocque, S. *et al.*, 2001c). Les facteurs abiotiques agissent notamment sur les stades pré-imaginaux ; en dessous de 16°C il n'y a plus de développement pupal, la limite supérieure de température viable pour les pupes étant de 45°C. La température est corrélée négativement avec la longévité, la durée du développement larvaire ou pupal et la durée entre l'émergence et la première larviposition. L'humidité intervient en limitant le développement pupal sous une limite de 40 % ; elle est corrélée positivement avec la longévité et la

dispersion. Ces différents facteurs permettent alors de définir les habitats des glossines, mais aussi d'expliquer les dynamiques de population observées.

Connaissant ces différentes limites, il est possible de définir l'ambit de chaque espèce ou sous-espèce de glossine. L'ambit étant défini par Jackson en 1941 *comme l'espace assez bien défini dans lequel se meut la glossine durant sa vie* (Challier, A., 1973). La glossine se déplace selon des mouvements de va-et-vient pour se nourrir, se reproduire ou trouver un lieu de repos. Chaque ambit pourra ainsi être divisé en lieux de repos, gîtes de reproduction et terrains de chasse. Dans ce travail, la description des différents ambits se limitera à ceux des deux espèces de glossines rencontrées dans notre zone d'étude : *G. p. gambiensis* et *G. tachinoides*.

- L'ambit

G. tachinoides se localise dans des galeries forestières étroites, plus ou moins ouvertes, constituées de bandes de végétations étroites et arbustives à *Mimosa pigra* et *Morelia senegalensis*, dans des bas-fond à *Mitragyna inermis*, ou encore dans des habitats péri-domestiques (bananeraies, mangueraies, ...).

G. p. gambiensis se retrouve dans la végétation dense des larges galeries avec un lit de rivière bien dégagé. Ce milieu forestier très protégé permet d'amortir les variations du macroclimat, et de maintenir des conditions éco-climatiques et éco-dioclimatiques⁵ pratiquement constantes. La présence permanente d'eau courante, stagnante ou souterraine entretient l'humidité atmosphérique et celle du sol (de La Rocque, S., 1997).

Challier (1973) décrit différents types de gîtes en zone de savane soudanienne pour *G. p. gambiensis* suivant des critères morphopédologiques ; les gîtes de sources, de ruisseaux, de grandes rivières et de fleuves, de forêts reliques et de rives des lacs et des mares.

- Les gîtes de pont

Les lieux de pont varient selon la saison : dispersés en saison des pluies dans les endroits exondés protégés, ils se concentrent le reste de l'année en bordure du réseau hydrographique, dans des sols sableux ou argileux.

⁵ Le macroclimat est le climat dont les éléments sont mesurés dans les stations météorologiques régionales alors que l'éco-climat est celui qui caractérise par exemple un sous-bois, une grotte... L'éco-dioclimat est le climat de l'environnement immédiat de l'animal (Challier, A., 1973).

Les pupes de *G. tachinoides* se localisent dans des endroits protégés de l'insolation par un couvert végétal peu dense, par exemple par des groupements de *Mitragyna* et *Morelia*. En saison sèche chaude les pupes sont concentrées dans des dépressions à sous-sol encore humide sous des plantes serrées comme *Mimosa pigra* (Gruvel, J., 1974).

Les pupes de *G. p. gambiensis* se situent au cœur de la galerie sous les troncs morts ou entre les racines aériennes, dans des milieux à forte humidité (70 %) et toujours proche de l'eau.

- Les lieux de repos

Les lieux de repos diurnes de *G. tachinoides* sont constitués par les parties inférieures des troncs et branches basses, ainsi que les cavités des arbres. Ces points de repos sont toujours ombragés et protégés du vent, mais au bord de clairières ou de coulées de gibier. En période de chaleur intense, les glossines se replient dans les massifs de *Mimosa pigra*. La nuit elles se situent sur les parties extérieures feuillues des arbres ou sur les plantes basses de bordure (Gruvel, J., 1974).

G. p. gambiensis recherche le jour des lieux sombres et abrités, soit à la face inférieure des feuilles, soit à la base des troncs d'arbre ou dans les anfractuosités. La nuit elle semble choisir des lieux proches du sol, dans la partie la plus basse de la galerie, près de l'eau sur l'extrémité des plantes basses (Challier, A., 1973).

- Les terrains de chasse

Pour les glossines de savane du sous-genre *Glossina*, il existe une véritable distinction entre habitat réel, caractérisé par la présence de mouche au repos dans la végétation et les terrains de chasse, qui sont des endroits dégagés pour le vol et la visibilité (Challier, A., 1973). Pour les glossines riveraines la distinction est plus difficile. On peut considérer les clairières, lisières, lits des cours d'eau, sentiers, gués, baignades et plages comme des terrains de chasse de *G. p. gambiensis* (Challier, A., 1973). De même les sous-bois dégagés, les sentiers et les coulées de gibier peuvent constituer pour *G. tachinoides* les terrains de chasse (Gruvel, J., 1974). De plus, Gruvel (1974) observe une sortie hors du gîte tôt le matin et tard le soir pour suivre des hôtes nourriciers.

3. 2. 5. Le déplacement des glossines

Les glossines sont en activité moins d'une heure par jour, les mâles moins longtemps que les femelles. Leur déplacement est lié à la recherche de nourriture et de lieux de repos ainsi qu'aux nécessités de la reproduction. Néanmoins il est prudent d'avancer que certains insectes peuvent se déplacer sans but précis sous l'influence de stimuli externes.

Les mouvements des glossines, toujours diurnes, sont déterminés par des facteurs abiotiques, essentiellement la température et la luminosité qui semble être les facteurs principaux (Challier, A., 1973). *G. tachinoides* est active aux températures comprises entre 18 et 40 °C, et aux intensités lumineuses comprises entre 0.7 et 11 000 lux (Gruvel, J., 1975a). *G. p. gambiensis* est active aux températures supérieures à 16°C et aux intensités lumineuses supérieures à celles observées au lever et coucher du soleil (Challier, A., 1973). Les glossines ne sont pas actives quand il y a du vent ou de la pluie. Ainsi le cycle quotidien est grossièrement bimodal en saison chaude (activité le matin et en fin d'après-midi, repos pendant les heures chaudes), et unimodal en saison froide (activité au milieu de la journée).

Les glossines se déplacent en vols courts, à une hauteur faible (environ 0.5 m) et à une vitesse assez élevée (5 m/sec). Les mouvements à l'intérieur d'une galerie forestière sont effectués par vols linéaires. Les déplacements sont multiples, tantôt vers l'amont, tantôt vers l'aval, s'annulant ou se cumulant (Cuisance, D. *et al.*, 1985). Même si on considère la moyenne de déplacement de la population comme faible (200 à 300 m), certains individus peuvent franchir de grandes distances (22 km en 5 jours pour *G. p. gambiensis* et 17 km en 3 jours pour *G. tachinoides*) le long du cours d'eau (Cuisance, D. *et al.*, 1985).

Des explorations hors des habitats typiques ont également été observées et pourraient être à l'origine de la colonisation de nouveaux gîtes. De tels déplacements ont été observés pour *G. p. gambiensis* (Challier, A., 1973) et pour *G. tachinoides* (Gruvel, J., 1974). Pendant la saison des pluies, la dispersion radiaire des glossines riveraines peut aller jusqu'à 2 kilomètres (Cuisance, D., 1985). Ceci peut être considéré comme un élargissement de l'ambit.

3. 2. Les interactions vecteur-parasite

Les cycles de développement des trypanosomes chez la glossine ont été décrits précédemment.

L'infection par des trypanosomes pourrait ne pas être sans conséquence pour le vecteur. En effet elle entraînerait une augmentation du nombre de repas sanguins et de sondages, mais aussi une diminution de la longévité et une spoliation énergétique. Les effets de l'infection sur le risque épidémiologique seraient donc complexes.

Les variations de compétence vectorielle inter- ou intraspécifique en fonction des sous-espèces de trypanosomes peuvent être expliquées essentiellement par le rôle des lectines⁶. Ces glycoprotéines d'origine non immune auraient un rôle ambivalent : elles inhibent l'installation des trypanosomes dans l'intestin, mais favorisent leur maturation (Welburn, S. C. et Maudlin, I., 1999). Ces lectines peuvent être inhibées par différents sucres, notamment la D-glucosamine qui provient de la dégradation de la chitine. Or les endosymbiotes présents dans l'intestin des glossines produisent des endochitinases et des N-acétyl glucaminidases qui hydrolysent la chitine, accumulant des produits de dégradation capables d'inhiber l'action des lectines. Ainsi, pendant la vie larvaire et pupale, l'activité des endosymbiotes aboutit à l'accumulation de D-glucosamine et à l'inhibition des lectines. C'est pourquoi on considère que seule une glossine ténérale peut s'infecter. La prise du premier repas sanguin stimulerait la production de lectines, atteignant un taux supérieur à la capacité d'inhibition des endosymbiotes.

L'utilisation d'inhibiteurs de synthèse de la chitine comme moyen de lutte entraîne l'accumulation de produits de dégradation de la chitine, une inhibition de l'action des lectines, une augmentation du taux d'infection, mais en contre partie une absence de maturation des trypanosomes chez les glossines infectées (Halos, L., 2002).

⁶ Les lectines sont des agglutinines sécrétées par les cellules de l'intestin moyen en réponse au sang ingéré et/ou à l'infection des trypanosomes.

4. La rencontre vecteur-hôte-parasite

Les mouches du sous-genre *Nemorhina* ont pour habitat les galeries forestières bordant le réseau hydrographique. L'infection des animaux domestiques par ces glossines se réalise lorsque les animaux viennent s'abreuver aux points d'eau permanents. Cette notion de "rendez-vous" entre la victime (l'animal sensible) et l'assassin (les glossines infectées) est importante pour l'évaluation du risque.

4. 1. Les préférences trophiques

Les préférences trophiques sont déduites de l'analyse par ELISA (*Enzyme linked immunosorbent assay*) des résidus de repas sanguin dans l'intestin des glossines capturées.

Les différentes études montrent que *G. p. gambiensis* et *G. tachinoides* se nourrissent essentiellement sur les espèces présentes dans les forêts galerie. Chaque résultat donnant les préférences trophiques est donc à examiner dans une situation spatiale et temporelle donnée.

Dans la forêt du Kou (ouest de Bobo Dioulasso, Burkina Faso), *G. p. gambiensis* se nourrit essentiellement (54 %) sur reptiles (varans et crocodiles), l'homme étant piqué fréquemment (26 %), et les bovidés de façon non négligeable (15 %) (Challier, A., 1973). A l'endroit du piégeage, les reptiles sont largement disponibles, ne quittant jamais le bord de l'eau, les bovidés fréquentent régulièrement cet habitat comme point d'eau et lieu de repos, et l'homme mène dans cet endroit des activités de pêche, récolte de bois et baignade.

Gruvel (1974) observe également que *G. tachinoides* se nourrit préférentiellement sur les espèces qui fréquentent le plus ses gîtes. Dans la réserve de Kalamaloué (région du bas-Chari, Tchad) *G. tachinoides* se nourrit sur bovidés (72 %, essentiellement sur guib harnaché, *Tragelaphus scriptus*), sur suidés (12 %, uniquement sur phacochère, *Phacochoerus aethiopicus*), sur reptiles (8 %) et sur l'homme (5 %). Là encore la prise de repas se fait selon la disponibilité en hôte, Gruvel estimant que les proportions de l'origine des repas sanguins vont varier au cours de l'année en même temps que la disponibilité en hôte.

Dans la zone de Sidéradougou (Burkina Faso), les résultats obtenus confirment ces observations, en effet *G. tachinoides* se nourrit plus régulièrement sur ruminants que *G. p. gambiensis* (46.3 contre 19.0 %), qui attaque essentiellement suidés et reptiles (respectivement 34.5 % et 40.5 % contre 15.4 et 29.5 % pour *G. tachinoides*). Mais là encore,

la répartition de la nature des repas sanguin varie le long du réseau hydrographique, selon la disponibilité en hôte (de La Rocque, S., 2001c). Ces résultats montrent l'importance d'évaluer l'intensité des interfaces entre les glossines infectées et les hôtes réceptifs dans l'analyse de l'épidémiologie de la trypanosomose.

4. 2. L'interface spatio-temporelle glossines-bovins

Pendant la saison sèche, les points d'eau sont rares et représentés essentiellement par le réseau hydrographique où se concentrent les glossines riveraines. La rencontre entre glossines et bovins se réalise au moment de l'abreuvement des animaux. Pendant la saison des pluies, l'abreuvement n'est plus la contrainte principale, de nombreuses collections d'eau s'étant créées en dehors du réseau hydrographique. Les animaux ne fréquentent plus automatiquement les points d'abreuvement du cours d'eau, mais si le milieu est favorable, les glossines peuvent se disperser dans la savane avoisinante et aller à la rencontre des bovins jusqu'au campement (de La Rocque, S. *et al.*, 1999).

Dans un milieu défavorable à la dispersion des glossines comme les savanes intensément cultivées, de La Rocque (1999) montre une différence d'incidence parasitaire selon le type de point d'abreuvement fréquenté. Dans les troupeaux dont le campement est proche de la rivière l'incidence parasitaire est importante toute l'année. Par contre les troupeaux dont le campement est éloigné du cours d'eau et abreuvés au niveau du puits familial montrent une incidence parasitaire pratiquement nulle. Ces résultats montrent l'importance des facteurs socioculturels, notamment relatifs aux pratiques d'élevage, pour l'évaluation du risque trypanosomien.

**Deuxième partie : présentation de la zone
agropastorale de Sidéradougou**

1. Généralités sur la zone d'étude

La zone d'étude correspond à la moitié nord de la zone agropastorale de Sidéradougou située au sud de Bobo Dioulasso au Burkina Faso (11°10 N, 4°19 W, 434 m, figure 14 a).

Elle se situe au pied des falaises de Banfora et bénéficie d'un climat soudanien. Ce climat entraîne l'alternance d'une saison sèche de 7 mois (d'octobre à avril) et d'une saison des pluies de 5 mois, pendant laquelle sont regroupés les 1100 mm de pluie annuels.

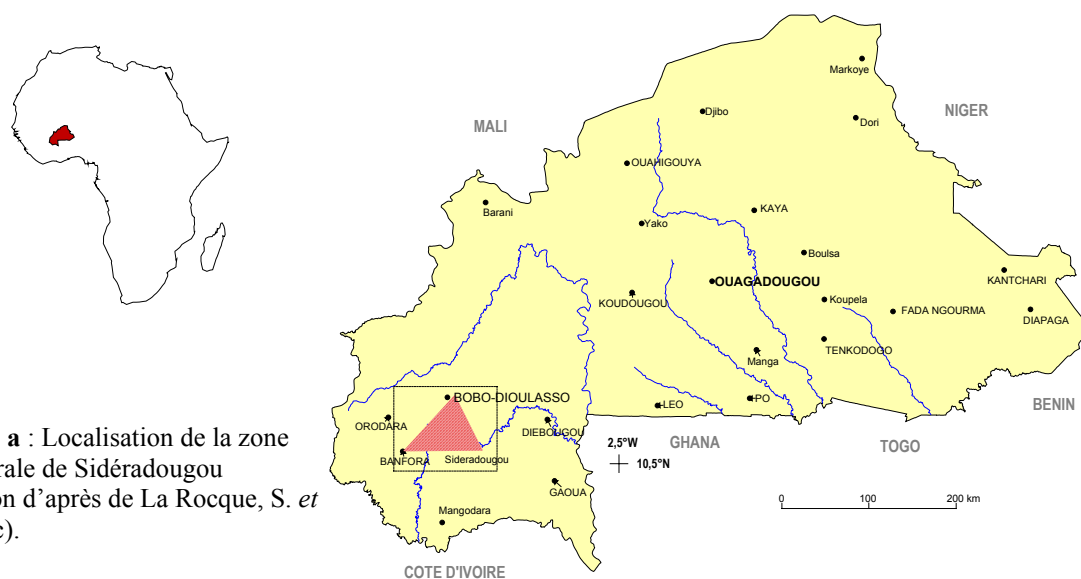
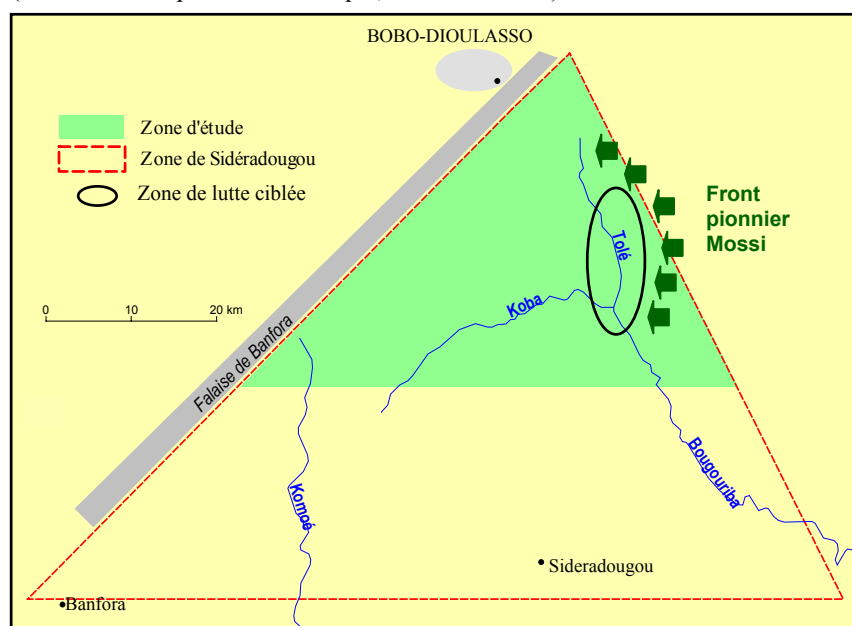


Figure 14 a : Localisation de la zone agropastorale de Sidéradougou (illustration d'après de La Rocque, S. *et al.*, 2001c).

Figure 14 b : Présentation de la zone agropastorale de Sidéradougou (illustration d'après de La Rocque, S. *et al.*, 2001c).



Le réseau hydrographique de la zone est constitué de deux cours d'eau principaux, le Koba et le Tolé, alimentés par différents affluents. Le Tolé se jette dans le Koba, définissant pour ce dernier deux branches ; une partie amont et une partie aval. Cette zone agropastorale, fortement

exploitée par l'homme, correspond à une zone d'immigration d'agriculteurs Mossi qui pratiquent une agriculture vivrière et cotonnière. Le front pionnier se concentre dans la partie est de la zone (figure 14 b).

Le Tolé subit de fortes dégradations liées à la croissante pression anthropique. Le défrichement et la réduction des jachères favorisent le ruissellement et l'érosion. Les pluies rendues agressives par la diminution de la couverture herbacée modifient la nature des sols, entraînant l'érosion en nappe puis en rigole. Lorsque les cultures sont proches du cours d'eau, le ruissellement provoque l'effondrement des rives et le déracinement des arbres, entraînant des trouées dans la couverture arborée (de La Rocque, S. *et al.*, 2001a). Le paysage rencontré le long de ce cours d'eau est essentiellement de **type cordon ripicole étroit bordé de cultures ou de savanes lâches, ou de galeries étroites bordées de savanes arbustives ou arborées lâches**⁷. La partie aval du Koba subit aussi une forte pression anthropique, mais bénéficie de la protection d'une formation morphopédologique particulière, les terrasses jaunes. Ces sols difficilement cultivables constituent une bande de protection autour des galeries forestières, empêchant les cultures aux abords du cours d'eau. Ce dernier étant plus large dans la partie aval du Koba, on trouve un paysage composé essentiellement de **galeries larges bordées de savanes herbeuses ou arborées**⁷.

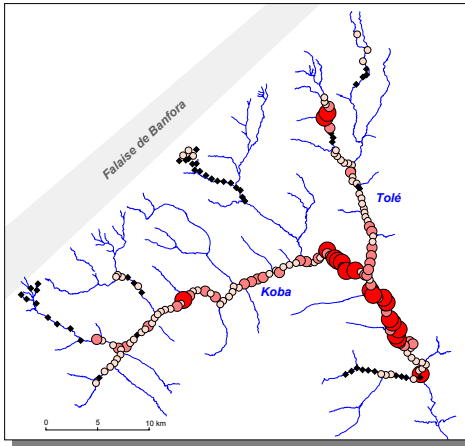
2. Des sites épidémiologiquement dangereux

La mise en relation, grâce aux outils SIG, des paysages de formations ripicoles, des densités de mouches et de bovins, et des pratiques socioculturelles d'élevage a permis d'identifier les points épidémiologiquement dangereux le long de ce réseau hydrographique (technique décrite plus en détail dans l'introduction, et illustrée en figure 15).

Dans la zone agropastorale de Sidéradougou, quatre sites vont nous intéresser ; Bagouera situé sur le Koba (à la rencontre avec le Tolé), Sinogdjan sur le Tolé, Péfrou entre les deux zones précédentes, et enfin Nyarafo en amont du Koba. Bagouera, Sinogdjan et Nyarafo sont considérées comme présentant un risque de transmission élevé, et Péfrou un risque moyen.

⁷ Ces unités de typologie des formations riveraines sont définies par de La Rocque (1997).

Densités apparentes des glossines

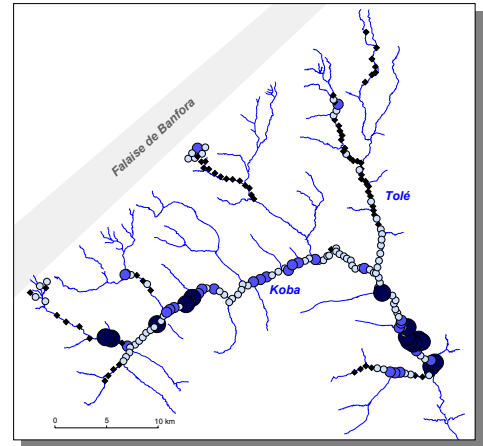


Glossina tachinoides

- ◆ aucune glossine
- moins de 2,5 gl./piège
- 2,5 à 5 gl./piège
- plus de 5 gl./piège

G. palpalis gambiensis

- ◆ aucune glossine
- moins de 2,5 gl./piège
- 2,5 à 5 gl./piège
- plus de 5 gl./piège



Détermination des paysages de vallées favorables aux deux espèces de glossines



DAP				
<i>Glossina tachinoides</i>	3,9	1,9	1,9	0,8
<i>G. p. gambiensis</i>	2,6	2,2	1,8	0,5

Recensement du cheptel et cartographie des densités bovines

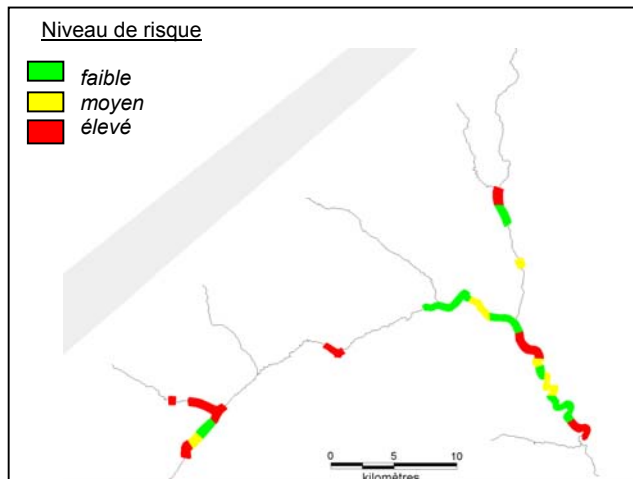
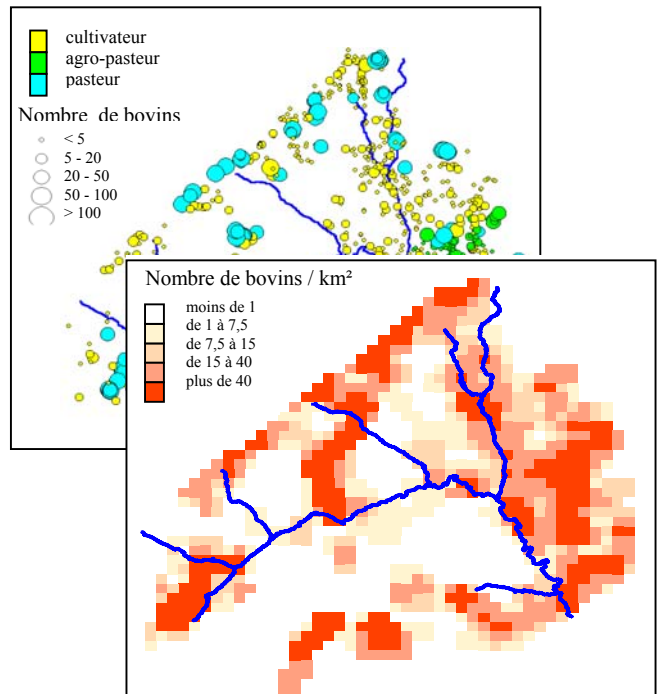


Figure 15 :
Détermination des points épidémiologiquement dangereux (illustration d'après de La Rocque, S. *et al.*, 2001c).

Mise en évidence des points épidémiologiquement dangereux

2. 1. La zone de Bagouera

Elle est occupée par des agriculteurs Bobo ou Tiéfo propriétaires de quelques animaux (moins de 5 bovins par concession), par des agropasteurs Mossi possédant de petits troupeaux (5 à 20 bovins) et par des éleveurs Peul à la tête de très gros cheptels (plus de 100 bovins). Ces Peuls ne résident pas dans la zone, mais la traversent (recensement Michel J.F., 1998 dans Cuisance, D. et de La Rocque, S., 1998). Les **densités sont élevées**, de 15 à plus de 40 animaux par km². Les points d'abreuvement permanents situés sur le Koba sont intensément fréquentés.



Illustration d'après De La Rocque, S. *et al.*, 2001c.

Le paysage de la vallée est composé de **galeries larges bordées de savanes herbeuses ou arborées**. Le type de galerie rencontré est soudano-guinéen (figure 16), où l'on rencontre essentiellement ces différentes espèces par ordre d'importance : *Vitex chrysocarpa*, *Mitragyna inermis*, *Morelia senegalensis*, *Pterocarpus santalinoides*, *Syzygium guineense*, *Piliostigma thonningii*, *Ipomea sp.* et *Daniella oliveri*.

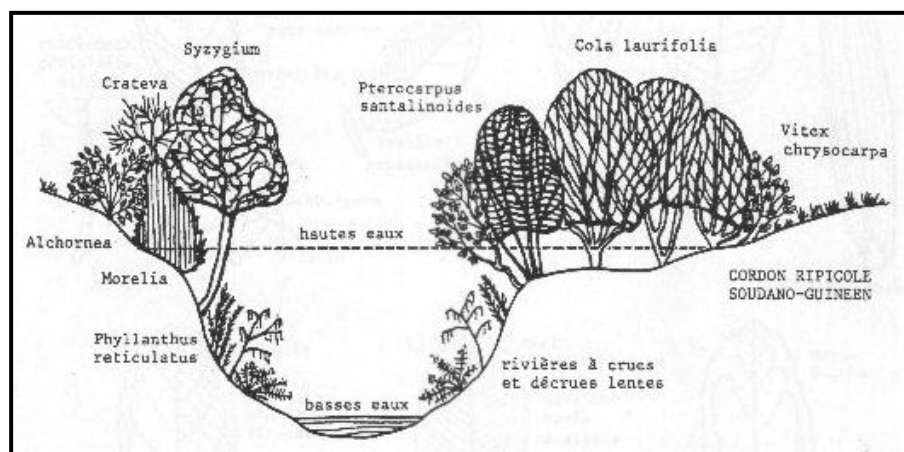


Figure 16 : Représentation schématique des différents arbres et arbustes caractérisant la galerie soudano-guinéenne (Morel, P.C., 1978).

Bagouera abrite des densités apparentes de glossines (DAP) moyennement élevées (*G. tachinoides* avec une DAP de **2.5 à plus de 5 glossines par piège et par jour** et *G. p. gambiensis* avec une DAP comprise entre **2.5 et 5 glossines par piège**).



Photographie 10 : Vue aérienne d'une galerie forestière comme rencontrée dans la zone de Bagouera (photographie de S. De La Rocque).

Les populations de *G. tachinoides* se nourrissent essentiellement sur bovins (39.7 % des repas). Elles sont fortement infectées avec des taux de 15 à 30 % par exemple pour les pièces buccales. Des analyses PCR (*Polymerase chain reaction*) sur les organes infectés ont montré que 58.4 % des *G. tachinoides* positives étaient infectées par *T. vivax* et 32.5 % par *T. congolense* type "savane" (de La Rocque, S. *et al.*,

2001c). Finalement **la densité de glossines porteuses de trypanosomes reconnus pathogènes est de 6.91 individus par km²** de réseau hydrographique (de La Rocque, S., 1997).

2. 2. La zone de Sinogdjan

Elle est essentiellement occupée par des agriculteurs Tiéfo propriétaires de petits troupeaux (5 à 20 bovins par concession), par des agropasteurs Mossi (troupeaux de quelques à 50 animaux) et par des éleveurs Peul à la tête de cheptels de 50 à plus de 100 bovins (recensement Michel J.F., 1998 dans Cuisance, D. et de La Rocque, S., 1998). Les densités sont très élevées, toujours largement **supérieures à 40 bovins par km²**.

La zone est composée de petites galeries de cordons ripicoles ou de bas fond bordés par des savanes **fortement anthropisées (savanes arbustives et cultures)** et de **zones intensément cultivées**. C'est une zone en pleine évolution. Le type de formation végétale riveraine rencontré est soudanien (figure 17), avec comme principales espèces par ordre d'importance : *Acacia seyal*, *Mitragyna inermis*, *Morelia senegalensis*, *Syzygium guineense* et *Terminalia laxiflora*.

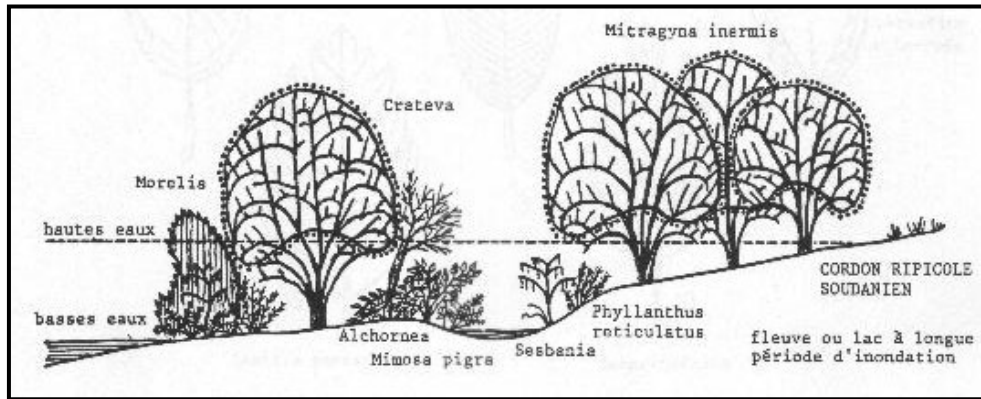


Figure 17 :
Représentation schématique des différents arbres et arbustes caractérisant la galerie soudanienne (Morel, P. C., 1978).

G. p. gambiensis a presque entièrement disparu de la région. *G. tachinoides* est présente avec des **DAP faibles, de moins de 2.5 glossines par piège et par jour**. Malgré de faibles taux d'infection des glossines, cette zone est considérée comme présentant un risque élevé, les densités de bovins étant très importantes et *G. tachinoides* toujours présente.

2. 3. La zone de Péfrou

La **zone de Péfrou** est essentiellement occupée par des agriculteurs Bobo (moins de 5 bovins par concession), et par des éleveurs Peul propriétaires de troupeaux de plus de 100 bovins (recensement Michel J.F., 1998 dans Cuisance, D. et de La Rocque, S., 1998). Les densités sont **en moyenne de 15 à 40 bovins par km²**.

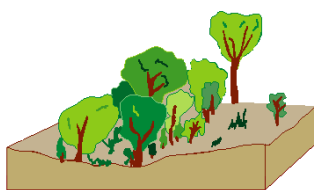


Illustration d'après De La Rocque, S. *et al.*, 2001c.

Les vallées sont composées de **paysages de galeries étroites, de cordons ripicoles étroits bordés de cultures ou de savanes lâches, arbustives ou arborées**. Le type de galerie rencontré est soudano-guinéen, avec comme espèces principales par ordre d'importance : *Syzygium guineense*, *Morelia senegalensis*, *Rhus natalensis*, *Mitragyna inermis* et *Mimosa pigra*.

G. p. gambiensis et *G. tachinoides* sont présentes en densité moyenne (**de 2.5 à 5 glossines par piège et par jour**). Dans les troupeaux qui fréquentent régulièrement le cours d'eau les infections à *T. vivax* et *T. congolense* surviennent toute l'année. Les incidences mensuelles sont les plus importantes (10 à 15 % pour *T. congolense*) durant la saison des pluies et la

première partie de la saison sèche, ce qui correspond au pic de densité des glossines (de La Rocque, S., 1997).

2. 4. La zone de Nyarafo

Elle est fréquentée par des agriculteurs Bobo et Tiéfo, possédant de 5 à 20 bovins (recensement Michel J.F., 1998 dans Cuisance, D. et de La Rocque, S., 1998). La densité est **de 7.5 à 15 bovins par km²**.

La zone est composée de **paysages de galeries étroites, de cordons ripicoles étroits bordés de cultures ou de savanes lâches, arbustives ou arborées**. Le type de galerie rencontré est soudano-guinéen, avec comme espèces principales par ordre d'importance : *Syzygium guineense*, *Morelia senegalensis*, *Terminalia laxiflora*, *Pterocarpus santalinoides*, *Anthostema senegalensis*, *Daniellia oliveri*, *Piliostigma thonningii* et *Vitex chrysocarpa*.

G. p. gambiensis est présente de façon régulière dans l'année avec des densités faibles de **moins de 2.5 glossines par piège**, et des **taux d'infection parfois importants (de 15 à 30 %)**. *G. tachinoides* est présente en densité moyenne (**de 2.5 à 5 glossines par piège et par jour**), avec **des taux d'infection là aussi parfois importants (de 15 à 30 %)**. L'infection est localisée aux pièces buccales dans 22.7 % des cas et dans l'intestin moyen dans 65.5 %. Les parasites sont dans **66.5 % des cas non identifiés par PCR, et considérés comme des trypanosomes non pathogènes pour le bétail**. Néanmoins le site de Nyarafo présente un risque élevé, une enquête de prévalence réalisée en mai 1997 indiquait que presque **trois quart des animaux étaient porteurs de trypanosomes** (68 % de *T. congolense* et 12 % de *T. vivax*).

**Troisième partie : la lutte ciblée dans la
zone agropastorale de Sédéradougou**

1. Moyens de lutte

La lutte contre les trypanosomoses passe essentiellement par le contrôle du vecteur. Les moyens de lutte ont évolué au cours du temps ; aux tentatives de destructions des gîtes à glossines et de leurs hôtes nourriciers ont succédé l'épandage massif d'insecticides ou le lâcher de mâles stériles (Politzar, H. et Cuisance, D., 1984 ; Wall, R. et Langley, P., 1991 ; Cuisance, D., 1994).

A l'heure actuelle on recherche des moyens de lutte moins onéreux et plus compatibles avec le respect de l'environnement. Les systèmes de piégeage et les systèmes attractifs toxiques (SAT⁸) présentent des réponses de choix à ces impératifs.

Le piégeage a montré son efficacité pour prévenir la réinvasion de glossines dans une zone assainie au Burkina Faso (Politzar, H. et Cuisance, D., 1983) ou pour réduire la densité apparente de glossines en République Centrafricaine (Gouteux, J. P. et Le Gall, F., 1992). Différentes formes de pièges sont disponibles, le piège biconique de Challier-Laveissière (Challier, A. et Laveissière, C., 1973 ; Challier, A. *et al.*, 1977), le piège pyramidal de Gouteux-Lancien (Gouteux, J. P. et Lancien, J., 1986), le piège bipyramidal (Gouteux, J. P. et Le Gall, F., 1992) ou encore le piège Vavoua (Laveissière, C. et Grébaut, P., 1990). L'efficacité de ces pièges dépend de leur forme, de leur couleur et de la surface visible (Dagnogo, M. et Gouteux, J. P., 1985). Les pièges bicolores (bleu et noir) attirent les glossines grâce à la couleur bleue royale. Les glossines posées sur la partie noire sont attirées à l'intérieur par la lumière venant du cône supérieur. Les dispositifs anti-retour maintiennent les insectes dans la cage de capture. Leur rendement peut être amélioré par l'emploi de substances odorantes attractives comme l'acétone, l'acétone associée au CO₂, ou par d'autres cétones : 2-butanone, 2-octanone (Flint, S. A., 1985 ; Wall, R. et Langley, P., 1991 ; Kyorku, C. A. *et al.*, 1993).

⁸ Les SAT correspondent à un ensemble d'objets attractifs par leur forme, leur taille, leur couleur ou encore par adjonction de substances olfactives et rendus toxiques par la présence d'insecticide (Challier, A., 1984).

L'imprégnation des pièges ou des écrans par un insecticide est possible. Ce procédé a été utilisé avec succès dans la lutte contre les glossines riveraines de Côte d'Ivoire, diminuant les densités de glossines, leur âge physiologique (ce qui témoigne d'une activité sur toutes les tranches d'âge), leur taux d'infection (diminution de l'intensité de la transmission), et l'incidence de la trypanosomose dans la zone traitée (Kupper, W. *et al.*, 1984). Dans une étude comparative de différentes familles d'insecticides, Cuisance et Politzar (1983) ont montré l'efficacité des pyréthrénoïdes de synthèse.

Une alternative plus économique à l'emploi de pièges est l'utilisation d'écrans imprégnés d'insecticides. Là encore, comme pour les pièges, leur attractivité dépend de leur forme et de leur couleur (Filledier, J. et Politzar, H., 1985 ; Laveissière, C. *et al.*, 1987). L'utilisation d'écrans imprégnés de pyréthrénoïdes de synthèse a permis de diminuer fortement les densités apparentes (DAP) de glossines riveraines dans certaines zones du Burkina Faso ; les DAP chutant de 92,5 % en moyenne pour *G. p. gambiensis* et de 88.1 % pour *G. tachinoides* (Merot, P. *et al.*, 1984). L'utilisation de pyréthrénoïdes de synthèse permet d'obtenir un effet létal sur les glossines entrant en contact avec l'écran imprégné mais surtout un effet knock-down se manifestant de 10 à 40 minutes après contact et persistant 3 à 5 heures, période durant laquelle les glossines sont paralysées et très vulnérables aux prédateurs et à la déshydratation (Schoenefeld, A., 1983). Après imprégnation par exemple avec de la deltaméthrine, les écrans entraînent une mortalité de 100 % pendant 2 mois et un effet knock-down pendant 4 mois. Ces durées peuvent être augmentées par l'emploi de formulation huileuse (Langley, P. A. *et al.*, 1992).

L'efficacité de ces dispositifs est maximale pendant la période sèche (Schoenefeld, A., 1983 ; Merot, P. *et al.*, 1984), en effet le principal problème est le lessivage de l'insecticide pendant la saison des pluies. Cet effet peut être limité par des substances lipophiles qui augmentent la persistance du principe actif (Hussain, M. et Perschke, H., 1991).

Une autre possibilité d'intervention est l'application sur les animaux de formulation *pour-on*. Les insecticides utilisés sont essentiellement des pyréthrénoïdes de synthèse en particulier la deltaméthrine et la fluméthrine. L'utilisation de *pour-on* de deltaméthrine à Zanzibar a diminué les densités de mouches, augmenté l'hématocrite moyen et diminué l'incidence de la trypanosomose animale (Thomson, J. W. *et al.*, 1991). Au Zimbabwe elle a permis d'installer une zone tampon empêchant la réinvasion de la zone libérée de glossine (Thomson, J. W. et Wilson, A., 1992). L'application topique de pyréthrénoïdes de synthèse entraîne la mortalité

des mouches entrant en contact avec les bovins (Bauer, B. *et al.*, 1992a). La deltaméthrine en application *pour-on* a montré son intérêt au Burkina Faso pour lutter contre *G. p. gambiensis* et *G. morsitans submorsitans* (Bauer, B. *et al.*, 1995). L'utilisation de fluméthrine a aussi montré son efficacité au Kenya contre *Glossina pallidipes* (Löhr, K. F. *et al.*, 1991), et contre *G. p. gambiensis*, *G. tachinoides* et *G. morsitans submorsitans* au Burkina Faso (Bauer, B. *et al.*, 1992b).

Cependant l'effet des insecticides est limité par le fait que seule une partie des populations de mouches entrent en contact avec les SAT. Cette observation montre l'intérêt d'autres principes actifs, les inhibiteurs de synthèse de la chitine. Ces substances comme le triflumuron ou le diflubenzuron à forte dose ont un impact sur la reproduction et à plus faible dose entraînent des malformations des larves et augmentent le nombre d'avortons et de larves qui ne pupifient pas (Jordan, A. M., 1981). L'avantage de ces substances est la possibilité de dissémination du produit par les mâles qui se posent sur les écrans imprégnés et contaminent les femelles avec lesquelles ils s'accouplent (Langley, P. A., 1995). Les mâles se posant moins de 2 minutes sur un tissu imprégné sont ainsi capables de transmettre le produit pendant 48 heures. S'ils restent plus de 5 minutes, ils gardent cette capacité pendant plusieurs jours. Pour les femelles, une exposition d'1 à 30 secondes suffit à modifier le taux d'avortement. L'utilisation d'écrans imprégnés de triflumuron à Nazinga au Burkina Faso en 1996 a permis de modifier la structure par âge des populations de glossines, dont la proportion de mouches jeunes (moins de 30 jours) est passée de 37.1 % à 9.1 % pour *Glossina morsitans submorsitans* et de 16.7 % à 0 pour *G. tachinoides* (Bauer, B. *et al.*, non publié).

2. La lutte dans chaque zone

Le principe de la lutte est l'utilisation à Sinogdjan et à Bagouera de SAT :

- pendant la saison sèche des écrans imprégnés d'insecticide ou d'inhibiteurs de synthèse de la chitine
- pendant la saison des pluies l'application sur les animaux de solutions insecticides en *pour-on*.

La zone de Péfrou n'est pas traitée, elle va permettre de voir l'évolution de la situation en l'absence de lutte, mais à proximité des deux zones traitées. La zone de Nyarafo, plus éloignée, n'est pas influencée par la lutte.

2. 1. La zone de Bagouera

Des écrans ont été disposés le long du Koba tous les 100 m sur 2 à 3 kilomètres. Ces écrans sont constitués de simples pans de tissus de couleur bleue composés de 67 % de



Photographie 11 : Ecrans imprégnés disposés le long du cours d'eau (photographie de S. De La Rocque).

polyester et de 33 % de coton. Ils mesurent 70 cm de large pour 1 m de haut. Ils sont fixés entre le sol et une branche d'arbre à environ 70 cm du sol. Des fentes sont pratiquées dans le tissu de manière à limiter la résistance au vent et à augmenter la durée d'utilisation. Ils sont placés à proximité de l'eau, dans des endroits dégagés pour assurer une bonne visibilité.

Ces écrans doivent être imprégnés tous les 4 mois. Ils ont été imprégnés une première fois avec une solution insecticide de β -cyfluthrine (TEMPO SC 125ND BAYER) en février 2001 de manière à avoir un effet rapide sur la densité des glossines riveraines. Ils ont été réimprégnés en juin 2001 avec une solution à 3 % de triflumuron (STARYCIDE 480ND BAYER).

Les bovins présents dans cette zone ont été traités par application de solution *pour-on* de fluméthrine (BAYTICOLND BAYER). Le traitement est réalisé pendant la saison des pluies une fois par mois de juin à septembre 2001 et 2002. Il était initialement prévu de traiter l'ensemble des bovins de chaque zone mais des difficultés d'approvisionnement ont conduit à limiter les deux premières applications aux animaux sentinelles.

Les éleveurs sont particulièrement intéressés par l'utilisation de *pour-on* également efficaces contre les tiques, dont l'infestation est maximale pendant la saison des pluies. Le choix de cette formule est un élément garant d'une bonne participation des éleveurs au protocole.

2. 2. La zone de Sinogdjan

Des écrans imprégnés de solution de β -cyfluthrine semblables à ceux précédemment décrits ont été disposés de la même façon le long du Tolé. Ils ont été imprégnés à partir de février 2001 puis tous les 4 mois toujours avec la même solution d'insecticide.

Les bovins de la zone ont été traités avec du Bayticol de la même manière que ceux de Bagouera.

2. 3. La zone de Péfrou

Aucun dispositif n'a été mis en place. Cependant pour s'assurer du suivi du protocole, les bovins ont été traités tous les mois à l'amitraz (TakticND) en saison des pluies pour prévenir l'infestation par les tiques. Ce produit ayant peu de rémanence, il n'aura pas de conséquence sur le site de Péfrou.

2. 4. La zone de Nyarafo

Elle est uniquement une zone d'observation. Aucune intervention n'est réalisée ni sur les galeries, ni sur les bovins.

	<i>Année 2000</i>	<i>Année 2001</i>		<i>Année 2002</i>	
	<i>Octobre - janvier</i>	<i>Février - mai</i>	<i>Juin - septembre</i>	<i>Octobre-mai</i>	<i>Juin-septembre</i>
Site de Bagouera	<i>Observations</i>		<i>Pour-on de fluméthrine</i>		<i>Pour-on de fluméthrine</i>
	<i>Pièges sentinelles</i>	Ecrans de β -cyfluthrine		Ecrans imprégnés de Triflumuron	
Site de Sinogdjan	<i>Observations</i>		<i>Pour-on de fluméthrine</i>		<i>Pour-on de fluméthrine</i>
	<i>Pièges sentinelles</i>	Ecrans β -cyfluthrine		Ecrans imprégnés de β -cyfluthrine	
Site de Péfrou	<i>Observations / pièges sentinelles</i>		Applications de Taktic		Applications de Taktic
Site de Nyarafo	<i>Aucune intervention</i>				

Tableau I : Présentation schématique du protocole de lutte dans les 4 sites suivis.

3. Suivi des effets de la lutte

3. 1. Suivi entomologique

L'évolution des populations de glossines de chaque zone a été évaluée mensuellement. Des



Photographie 12 : Piège biconique de Challier-Laveissière disposé le long du cours d'eau (photographie de S. De La Rocque).

pièges biconiques (modèle de Challier-Laveissière) ont été disposés le long du Tolé et du Koba et laissés en place un jour. Ces pièges ont montré leur efficacité sur les populations du sous genre *Nemorhina* au Burkina Faso (Amsler, S. *et al.*, 1994). Un responsable piège, désigné parmi les habitants de chaque zone, est responsable de la pose et de la récolte des pièges.

Les pièges (6 par zone) ont été disposés dans des endroits dégagés et ensoleillés tous les 30 m environ. La position des pièges a été déterminée par prospection pédestre, marquée à la peinture rouge et géoréférencée par GPS (*Global positioning system*). Pour estimer l'effet diffusible de la lutte, 12 pièges ont été placés en juin 2001 entre les deux zones traitées et celle non traitée de Péfrou : 6 entre Bagouera et Péfrou, et 6 entre Sinogdjan et Péfrou. La prospection a débuté en octobre 2000, sur le rythme d'un relevé tous les 40 jours environ.

A Nyarafo, un sondage (2 pièges) a été réalisé aux mêmes endroits qu'en 1995-96 (de La Rocque, S., 1997), de manière à comparer les résultats à ceux de 1995-96. Le suivi a commencé en fin de lutte (de juin à août 2002) tous les mois, pour voir si les densités de mouches n'ont pas subi de variation liée aux conditions climatiques au cours des deux années de suivi. Le protocole de capture a été le même que celui de 1995-96.

Par ces captures sont estimés :

- **les densités apparentes de glossines (DAP)** qui correspondent au nombre de mouches par piège et par jour. C'est le reflet de l'effectif global de la population, dont on attend des

diminutions importantes après le début de la lutte, avec l'emploi des insecticides (Bauer, B. *et al.*, 1995).

▪ **les taux d'infection.** La dissection commence par les pièces buccales (labium, labre et hypopharynx), puis les glandes salivaires et enfin l'intestin moyen. Ces organes ont été placés entre lame et lamelle et observés au microscope optique (x 400) pour noter la présence d'éventuels trypanosomes. Les organes positifs ont été prélevés, conditionnés dans 50 µl d'eau distillée stérile, réfrigérés en vu d'une PCR. Les amorces des trypanosomes pathogènes du bétail utilisées sont TVW1 pour *Trypanosoma vivax*, TCS pour *T. congolense* « type savane » et NRP pour *T. brucei brucei*.

Les trypanosomes de reptiles comme *T. grayi* ou *T. varani* réputés, non pathogènes pour le bétail, ne sont pas recherchés car on ne dispose pas d'amorce spécifique. Les infections de l'intestin non identifiées par PCR seront considérées comme étant dues à ces trypanosomes.

▪ **La répartition de la population par classe d'âge.** L'âge des mâles est estimé par la méthode de Wing Fray. Il s'agit d'observer les ailes à l'aide d'une loupe binoculaire et de

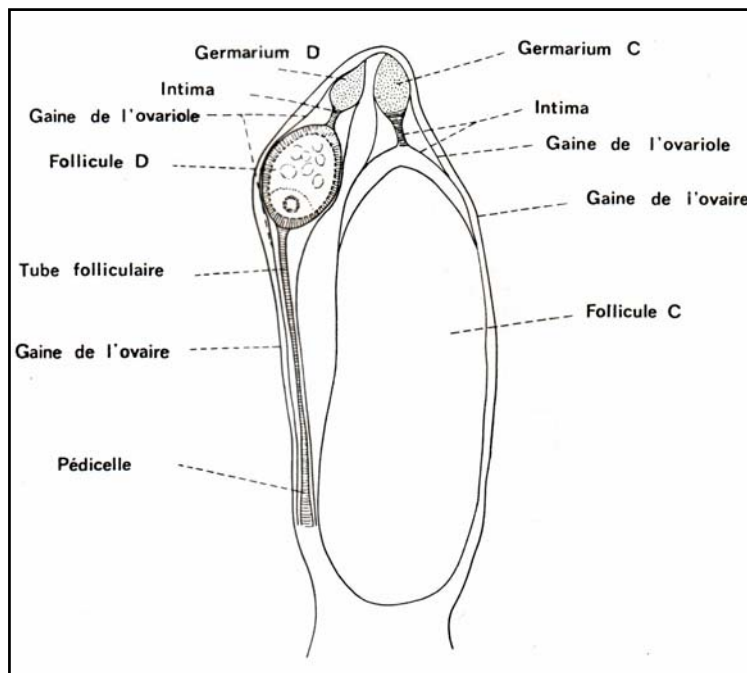


Figure 18 : Ovaire gauche d'une femelle de *G. tachinoides* âgée de 20 jours (Itard, J., 1986).

déterminer différentes classes d'âge en fonction de l'usure du bord postérieur (de 1 pour les mouches ténérales à 6 pour les mouches âgées). A partir des différentes classes d'âge, il est possible d'aboutir à une estimation de l'âge moyen de la population.

Pour les femelles la détermination individuelle de l'âge physiologique est possible grâce à la dissection de l'appareil génital. Il est composé de deux

ovaires comprenant chacun deux ovarioles, un interne et un externe (figure 18). Deux

spermathèques débouchent dans la papille utérine en arrière de l’oviducte commun. L’utérus est une poche très extensible qui débouche par le vagin et qui permet le développement de la larve.

Le développement folliculaire s’effectue toujours dans le même ordre. Il concerne d’abord l’ovariole interne droit, puis l’interne gauche, puis l’externe droit et l’externe gauche. L’intervalle entre chaque ovulation est d’environ 9-10 jours. Cette dernière va laisser une trace, marquant l’ovariole ayant déjà subi une ovulation. Par la dissection de l’appareil génital, l’observation du développement de chaque ovariole, la présence de relique et l’état de développement de la larve présente dans l’utérus, il est possible de déterminer l’âge physiologique des femelles (Challier, A., 1965).

La répartition par âge permet de vérifier l’efficacité de la lutte. L’insecticide doit entraîner un rajeunissement de la population avec apparition de nouvelles générations de renouvellement ; le triflumuron doit provoquer une augmentation de l’âge moyen de la population en empêchant le renouvellement.

3. 2. Suivi de l’état sanitaire des troupeaux

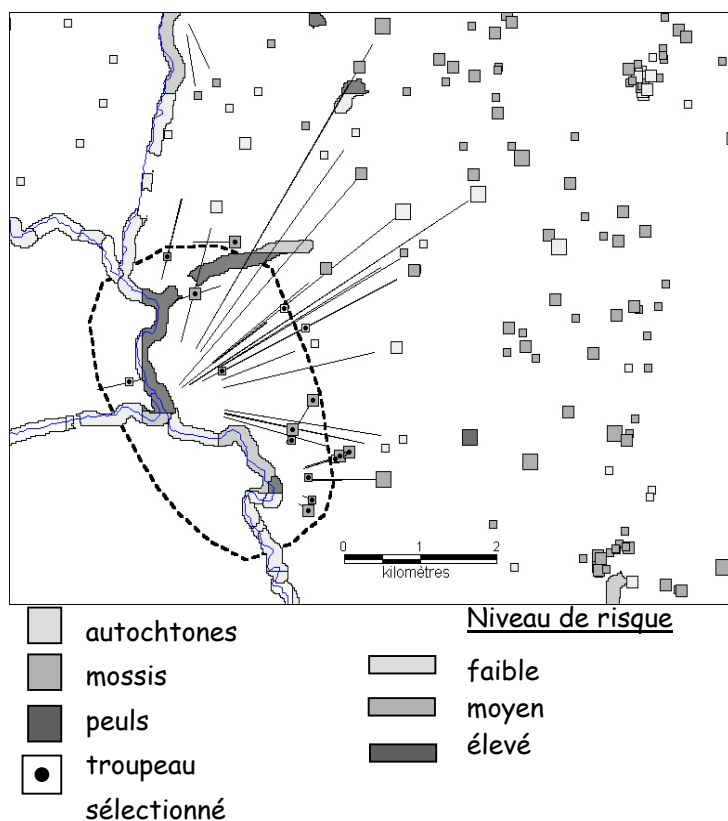


Figure 19 : Illustration de la méthode de détermination des troupeaux sentinelles dans la zone de Bagouera.

Sur la base du recensement actualisé lors de l’étude préparatoire 50 animaux ont été choisis dans chaque zone parmi les troupeaux fréquentant régulièrement les points épidémiologiquement dangereux. Sédentaires de la zone, ils ont un parcours quotidien qui les emmène dans les habitats des glossines (figure 19). Ces animaux sont identifiés par boucles auriculaires et suivis selon un

protocole adapté à une étude d'incidence.

La surveillance des animaux sentinelles a eu lieu tous les 40 jours à partir d'octobre 2000. Lors de la première visite, ils ont tous été traités avec de l'acéturate de diminazène (VERIBENND SANOFI : injection intra-musculaire profonde à 7 mg/kg ; soit 2 fois la dose prescrite par le fabricant). Tous les animaux identifiés ont été vermifugés en début de protocole puis tous les deux mois avec une benzimidazole (VERMITANND SANOFI).

Lors de la première enquête, tous les animaux sentinelles ont reçu une injection d'acéturate de diminazène, dont l'action trypanocide est immédiate et préventive (estimée à quinze jours). Par la suite, les positifs à l'examen parasitologique ou les douteux (hématocrite inférieur à 25 %) ont été eux aussi traités à l'acéturate de diminazène. Les bovins ne sont donc pas soumis au risque trypanosomien pendant la même durée. Il convient alors dans le calcul de l'incidence de séparer les positifs qui ont été traités lors de l'enquête précédente, des positifs non traités lors de l'enquête précédente.

Le calcul de l'incidence sur 30 jours s'exprime de la manière suivante (de La Rocque., S. *et al.*, 1999) :

$$I = [(PN/N) \times (30/d) \times N/M] + [(PT/T) \times (30/(d-15)) \times T/M]$$

ou plus simplement :

$$I = (PN \times 30)/(d \times M) + (PT \times 30)/((d-15) \times M)$$

où : *PN* : nombre de positifs à la visite *n* et non traités à *n - 1*

N : nombre d'animaux non traités à *n - 1*

d : nombre de jours entre les deux visites

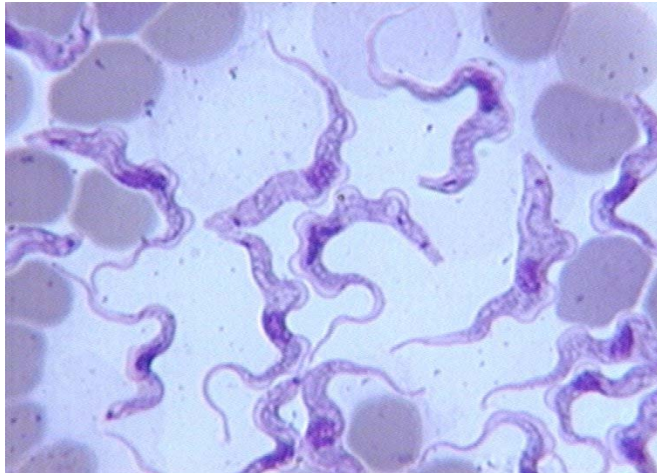
PT : nombre de positifs à la visite *n* et traités à *n - 1*

T : nombre d'animaux traités à *n - 1*

M : nombre d'animaux présents lors de l'enquête

Lors du suivi, le poids individuel a été estimé grâce à une ceinture pléssimétrique et l'état général évalué et noté de 1 à 6 d'après l'échelle de Pullan (Pullan, N. B., 1978). Les maladies observées, le travail et le stade de reproduction des femelles ont été relevés.

Chaque animal a été prélevé à la jugulaire sur tube hépariné pour un examen direct. A partir de juillet 2001, un prélèvement est effectué tous les trois mois sur tube sec pour un examen sérologique par ELISA indirect (Desquesnes, M. *et al.*, 1999).



Photographie 13 : Aspect de *Trypanosoma brucei* dans le sang (photographie de S. De La Rocque).

Le sang est centrifugé dans un microtube capillaire (10 000 tours/min, 5 minutes). Cette technique permet de lire l'hématocrite et de disposer d'un buffy coat pour le test de Murray (1977). Le buffy coat récupéré par section du tube est étalé entre lame et lamelle et observé au microscope optique (x 400). L'observation à l'état frais a pour but de faire une diagnose d'espèce basée sur la forme, la taille, et la mobilité.

Ce test permet d'identifier rapidement sur le terrain les animaux dont la parasitémie est de l'ordre de 10^3 trypanosomes / ml (Camus, E., 1983). Néanmoins le diagnostic des paucifinfections n'est pas possible par cette méthode. La PCR détecte des infections négatives à l'examen parasitologique (Reifenberg, J. M., 1996). Les animaux dont l'hématocrite est bas (inférieur à 25 %) considérés comme douteux et tous les animaux positifs à l'examen direct sont testés par PCR. Cette procédure permet de confirmer l'espèce de trypanosome identifié par examen direct, et d'identifier les animaux coinfestés par plusieurs espèces.

Quatrième partie : la situation initiale

Les trois premières enquêtes (octobre, décembre 2000 et janvier 2001) se sont déroulées sans qu'il n'y ait d'intervention dans les zones d'étude. Elles ont permis de faire le point sur la situation de départ et de s'assurer que les résultats sont comparables à ceux obtenus dans les mêmes sites en 1995-1996.

1. Résultats entomologiques

Les captures confirment la présence des deux espèces de glossines : *G. p. gambiensis* et *G. tachinoides*. Les densités apparentes (DAP) pour chaque mois et pour chaque zone sont présentées dans le tableau II.

		Oct. 00	Déc. 00	Janv. 01	Moyenne
Bagouera	DAP <i>tachi</i>	11.3 (10.9)	16.8 (14.7)	7 (6)	11.7 (11.2)
	DAP <i>palpalis</i>	1 (1.3)	3 (3.2)	2 (3.2)	2 (2.7)
Sinogdjan	DAP <i>tachi</i>	0	2.3 (3.4)	0.5 (0.8)	1.4 (2.4)
	DAP <i>palpalis</i>	0	0	0	0
Péfrou	DAP <i>tachi</i>	7.5 (7.1)	8.5 (10.7)	0.5 (0.8)	5.5 (7.9)
	DAP <i>palpalis</i>	0.3 (0.5)	1.3 (1.2)	0	0.6 (0.9)

Tableau II : DAP des deux espèces de glossines selon la zone et le mois de capture. Les résultats sont présentés sous la forme moyenne des DAP de chaque piège et l'écart-type est indiqué entre parenthèses.

Les DAP de *G. tachinoides* sont significativement différentes entre Bagouera et Sinogdjan⁹. Les autres comparaisons (DAP de *G. tachinoides* entre Péfrou et les deux autres sites et DAP de *G. p. gambiensis* entre Bagouera et Péfrou) ne montrent pas de différence significative.

⁹ Les comparaisons des DAP sont effectuées pour un seuil de 5 % grâce au test non paramétrique de Mann et Whitney (Grémy, F. et Salmon, D., 1969).

Lors des 3 premiers mois sur 339 *G. tachinoides* capturées, 140 ont été disséquées (41 %). Sur les 46 *G. p. gambiensis* capturées, 13 ont été disséquées (28 %). L'espèce, le sex-ratio¹⁰ et l'âge moyen de la population sont présentés dans les tableaux 3 et 4.

		octobre 00	décembre 00	janvier 01	Total
Bagouera	N	25	39	35	99
	sex ratio	0.36	0.74	0.91	0.62
	WF moyen	2 (0.0)	2.8 (1.1)	3 (1.3)	3 (1.2)
	âge moyen F	34 (12.7)	42 (21.1)	46 (15.5)	41 (17.6)
Sinogdjan	N	0	11	3	14
	sex ratio	0	1.80	2.00	1.90
	WF moyen	0	3 (0.7)	3 (0.7)	3 (0.7)
	âge moyen F	0	53 (6.4)	54	54 (5.3)
Péfrou	N	22	21	12	55
	sex ratio	0.32	1.04	2.00	1.1
	WF moyen	3 (0.6)	3 (1.5)	3 (1.4)	3 (1.3)
	âge moyen F	44 (14.5)	34 (18.7)	53 (10.5)	41 (16.8)

Tableau III : Résultats concernant la population des *G. tachinoides* disséquées au cours des trois premières enquêtes.

N correspond au nombre de mouches disséquées, l'âge moyen F correspond à la moyenne de l'âge des femelles, l'écart type étant indiqué entre parenthèses et WF moyen correspond à la moyenne des indices de Wing Fray, l'écart type étant indiqué entre parenthèses.

		octobre 00	décembre 00	janvier 01	Total
Bagouera	N	2	9	7	18
	sex ratio	1	0.29	0.20	0.33
	WF moyen	0	5 (0.7)	0	5 (0.7)
	âge moyen F	54 (0.0)	43 (10.7)	58 (23.5)	51 (17.3)
Péfrou	N	1	1	0	2
	sex ratio	0	0	0	0
	WF moyen	0	3	0	3
	âge moyen F	54	0	0	54

Tableau IV : Résultats concernant la population des *G. p. gambiensis* disséquées au cours des trois premières enquêtes.

N correspond au nombre de mouches disséquées, l'âge moyen F correspond à la moyenne de l'âge des femelles, l'écart type étant indiqué entre parenthèses et WF moyen correspond à la moyenne des indices de Wing Fray, l'écart type étant indiqué entre parenthèses.

Les taux d'infection, la localisation de l'infection et l'identification des parasites sont présentés aux tableaux V à VIII.

¹⁰ Le sex-ratio correspond au rapport des sexes : nombre de mâles divisé par celui des femelles.

		octobre 00	décembre 00	janvier 01	Total
<i>G. tachinoides</i>	N	25	39	35	99
	% d'infection	8	20.5	14.3	14.3
	% IM		50	80	53
	% Pr	100	50	20	47
	% IM + Pr	0	0	0	0
<i>G. p. gambiensis</i>	N	2	9	6	17
	% d'infection	0	0	0	0

Tableau V : Localisation des infections dans les mouches disséquées à Bagouera pendant les trois premières enquêtes. N : nombre de mouches disséquées, IM : intestin moyen, Pr : proboscis.

		octobre 00	décembre 00	janvier 01	Total
<i>G. tachinoides</i>	N	25	39	35	99
	% d'infection	8	20.5	14.3	15
	% Tv	100	50	0	40
	% Tc	0	12.5	0	7
	% Tb	0	0	17	7
	% non id.	0	37.5	67	40
	% inf. mixte	0	0	17	7

Tableau VI : Identification des trypanosomes responsables des infections des mouches disséquées à Bagouera pendant les trois premières enquêtes.

N : nombre de mouches disséquées, Tv : *Trypanosoma vivax*, Tc : *T. congolense* type savane, Tb : *T. brucei brucei*, inf. mixte : infection mixte, non id. : trypanosome non identifié par PCR.

Les résultats de la prospection réalisée en 1995-1996, indiquaient des taux d'infection compris entre 15 et plus de 30 % pour *G. tachinoides* ; *G. p. gambiensis* n'était pas infectée. *G. tachinoides* était infectée par *T. vivax*, *T. brucei brucei* et *T. congolense*.

Les résultats obtenus sont en accord avec ces données, aucune *G. p. gambiensis* n'a été trouvée infectée ; *G. tachinoides* étant fortement infectée (de 8 à 21 %) par des espèces de trypanosomes pathogènes et non pathogènes pour le bétail¹¹.

Dans la zone de Sinogdjan, aucune glossine n'était infectée pendant les trois premiers mois d'enquête.

	Octobre 00	décembre 00	janvier 01	Total
N	0	11	3	14
% d'infection	0	0	0	0

Tableau VII : Nombre de *G. tachinoides* disséquées à Sinogdjan pendant les trois premières enquêtes. N : nombre de mouches disséquées.

¹¹ Néanmoins le suivi de 1995-96 s'est déroulé de décembre à juin. Ainsi il faut garder à l'esprit que les deux prospections n'ont pas forcément eu lieu pendant les mêmes mois.

Lors de la prospection de 1995-96, les 48 *G. tachinoides* disséquées étaient infectées jusqu'à 30 % essentiellement par *T. vivax*.

		octobre 00	décembre 00	janvier 01	Total
<i>G. tachinoides</i>	N	22	21	12	55
	% d'infection	13.6	4.8	8.3	8.9
	% Pr	100	100	100	100
	% Tv	100	100	100	100
<i>G. p. gambiensis</i>	N	1	1	0	2
	% d'infection	0	0	0	0

Tableau VIII : Localisation des infections et identification des trypanosomes détectés dans les mouches disséquées à Péfrou pendant les trois premières enquêtes.

N : nombre de mouches disséquées, Pr : proboscis, Tv : *T. vivax*.

Le taux d'infection des *G. tachinoides* présentes à Péfrou (9 %) semble plus faible qu'à Bagouera (15 %), bien que les différences ne soient pas significatives¹². Ces résultats rappellent ceux de la prospection de 1995-96, où le taux d'infection était compris entre 0 et 15 %. Toutes les infections observées sont dues à *T. vivax* et localisées dans le proboscis.

En résumé :

La situation dans les trois zones est différente dès le départ.

A Bagouera, les densités moyennes de *G. tachinoides* (DAP = 11,7) sont fortement infectées (15 %) par différents trypanosomes pathogènes ou non pour le bétail. On observe aussi des densités faibles de *G. p. gambiensis* (DAP = 2) non infectées.

A Sinogdjan les très faibles densités de *G. tachinoides* (DAP = 1.4) ne sont pas infectées.

A Péfrou les densités faibles de *G. tachinoides* (DAP = 5.5) ont des taux d'infection moyens (9 %) toujours à *T. vivax*. On trouve aussi de très faibles densités de *G. p. gambiensis* (DAP = 0.6), non infectées.

¹² Les comparaisons de pourcentage sont réalisées grâce à des tests du Chi², au seuil de 5 %.

2. Résultats du suivi sanitaire des troupeaux

Les résultats concernant l'hématocrite, le poids et l'état des animaux sentinelles sont présentés dans le tableau IX.

Ces résultats montrent une hétérogénéité dans les trois zones d'étude. L'hématocrite moyen des bovins sentinelles de la zone de Sinogdjan est statistiquement plus élevé que celui des deux autres zones ($p < 0.001$).

La comparaison des poids et états estimés n'apporte que peu de résultats significatifs, le poids moyen est plus élevé à Sinogdjan qu'à Bagouera, et l'état moyen estimé meilleur à Sinogdjan qu'à Péfrou ($p < 0.05$). Deux éléments peuvent expliquer la situation de Sinogdjan :

- une plus faible pression glossinienne,
- une meilleure maîtrise de l'élevage par les agroéleveurs (les propriétaires des animaux à Bagouera et Péfrou sont essentiellement des agriculteurs).

		octobre 00	décembre 00	janvier 01	totaux et moyennes
Bagouera	N	50	50	49	149
	Hématocrite	27.2 (5.9)	30.4 (4.4)	30.2 (5.0)	29.3 (5.4)
	% Ht <25	34	12	12	19.3
	Poids estimé (kg)	220.3 (81.8)	239.5 (73.4)	238.4 (69.2)	232.7 (75.7)
	Etat estimé	2.8 (0.5)	3.5 (0.4)	3.2 (0.6)	3.2 (0.6)
Sinogdjan	N	50	50	50	150
	Hématocrite	34.0 (3.7)	35.0 (3.9)	35.3 (5.2)	34.8 (4.3)
	% Ht <25	0	0	2	0.6
	Poids estimé (kg)	254.2 (89.6)	248.8 (83.2)	253.2 (78.8)	252.1 (84.6)
	Etat estimé	3.2 (0.4)	3.3 (0.5)	3.3 (0.4)	3.3 (0.5)
Péfrou	N ¹³	50	41	50	141
	Hématocrite	28.4 (5.4)	30.9 (4.4)	29.7 (5.0)	29.6 (5.1)
	% Ht <25	22	5	14	13.7
	Poids estimé (kg)	246.2 (63.9)	240.4 (64.0)	242.6 (61.8)	243.2 (63.3)
	Etat estimé	3.0 (0.4)	3.2 (0.6)	3.2 (0.5)	3.1 (0.5)

Tableau IX : Hématocrites, pourcentages d'animaux à hématocrite inférieur à 25 %, poids et états estimés lors des trois premières enquêtes. N : nombre d'animaux présents lors de l'enquête.

¹³ En octobre 2000, sur les 50 prélèvements, un tube présentait du sang hémolysé, qui n'a pu servir pour déterminer l'hématocrite ; le calcul de la moyenne de l'hématocrite est donc basé sur 49 individus.

Remarquons que les zones de Bagouera et de Péfrou sont comparables, alors que la première présente des DAP deux fois supérieures. Ces résultats montrent que le risque trypanosomien n'est pas proportionnel à la DAP. Une DAP faible, mais avec des contacts prolongés entre les hôtes et les vecteurs peut assurer une transmission aussi efficace que quand les glossines sont nombreuses.

On constate, à Bagouera et Péfrou, une amélioration de la situation entre les deux premières enquêtes. A Bagouera :

- l'hématocrite moyen évolue de 27.2 à 30.4 ($p < 0.01$),
- le pourcentage d'animaux à hématocrite inférieur à 25 de 34 à 12 % ($p < 0.05$),
- l'état estimé de 2.8 à 3.5 ($p < 0.001$).

A Péfrou :

- l'hématocrite moyen passe de 27.8 à 30.9 ($p < 0.05$),
- le pourcentage d'animaux à hématocrite inférieur à 25 de 22 à 5 % ($p < 0.05$).

Cette amélioration est liée à l'effet combiné du trypanocide administré lors de la première visite, mais aussi à l'action de l'anthelminthique sur les strongles, en particulier sur les espèces du genre *Haemonchus* qui sont hématophages.

Les résultats du pourcentage mensuel d'animaux infectés sont présentés par zone dans les tableaux X, XI et XII.

	octobre 2000	décembre 2000	janvier 2001
nombre d'animaux testés	50	50	49
pourcentage d'hématocrite < 25 %	34	12	12
infectés tous parasites (%)	10	6	6
infectés par Tv (%)	2	6	6
Infectés par Tc (%)	8	0	0
incidence sur 30 j tous parasites (%)		9	3.7
incidence sur 30 j par Tv (%)		9	3.7

Tableau X : Résultats des examens parasitologiques (toutes techniques confondues) à Bagouera pendant les trois premières enquêtes (Tv pour *Trypanosoma vivax* et Tc pour *T. congolense* type savane).

Les résultats montrent des taux d'infection et des incidences comparables dans les trois zones. *Trypanosoma vivax* est responsable de la majorité des infections, il est le seul à Péfrou. A Bagouera *T. congolense* est retrouvé en octobre et à Sinogdjan *T. brucei brucei* en décembre, alors qu'il n'est pas mis en évidence chez les glossines. Ces fortes incidences à Sinogdjan (9.5 % en décembre), alors que les DAP sont très faibles, montrent qu'une fréquentation régulière des lieux de rencontre hôtes-vecteurs assure le cycle de transmission malgré une faible densité de glossines.

	octobre 2000	décembre 2000	janvier 2001
nombre d'animaux testés	50	50	50
pourcentage d'hématocrite < 25 %	0	0	2
infectés tous parasites (%)	0	6	2
infectés par Tv (%)	0	4	2
infectés par Tb (%)	0	2	0
incidence sur 30 j tous parasites (%)		9.5	1.2
incidence sur 30 j par Tv (%)		6.3	1.2
incidence sur 30 j par Tb (%)		3.2	0

Tableau XI : Résultats des examens parasitologiques (toutes techniques confondues) à Sinogdjan pendant les trois premières enquêtes (Tv pour *Trypanosoma vivax* et Tb pour *T. brucei brucei*).

	octobre 2000	décembre 2000	janvier 2001
nombre d'animaux testés	49	41	50
taux d'hématocrite < 25 %	22	5	14
infectés tous parasites (%)	4.1	2.4	4
infectés à Tv (%)	4.1	2.4	4
incidence sur 30 j tous parasites (%)		5.2	1.8
incidence sur 30 j à Tv (%)		5.2	1.8

Tableau XII : Résultats des examens parasitologiques (toutes techniques confondues) à Péfrou pendant les trois premières enquêtes (Tv pour *Trypanosoma vivax*).

Si on compare les résultats avec ceux de 1995 à 1996 à Péfrou, les taux d'incidence de *T. vivax* sont comparables. Entre octobre 1995 et janvier 1996, les incidences mensuelles étaient comprises entre 4 et 7 % (de La Rocque, S., 1997) avec une transmission sporadique de *T. brucei brucei* comme cela semble être le cas à Sinogdjan. Par contre, le suivi de 1996-1998 (de La Rocque, S. *et al.*, 1999) révélait des incidences de *T. congolense* importantes variant de 5 à 15 % entre octobre et janvier, alors que ce parasite n'est pas retrouvé.

Bien que les incidences et les taux d'infection semblent comparables dans les trois zones, les pourcentages d'animaux dont l'hématocrite est inférieur à 25 % diffèrent. Les pourcentages d'animaux douteux à Sinogdjan sont toujours significativement inférieurs à ceux de Bagouera ($p < 0.01$), et à ceux de Péfrou en octobre et janvier ($p < 0.01$ et $p < 0.05$). A Péfrou ces pourcentages ne sont significativement inférieurs à ceux de Bagouera qu'en décembre ($p < 0.01$).

Conclusion : présentation des trois zones.

A Bagouera, les densités sont moyennement élevées et 15 % des *G. tachinoides* sont fortement infectées par différents trypanosomes pathogènes ou non pour le bétail. Les bovins sont infectés par *T. vivax* et *T. congolense*. Le système vecteur-hôte-parasite fonctionne puisque l'on observe des taux d'infection comparables à ceux de 1995-96 et les pourcentages d'animaux douteux sont élevés. La zone de Bagouera confirme son état de "zone épidémiologiquement dangereuse".

A Sinogdjan, les densités de *G. tachinoides* sont faibles et elles ne sont pas infectées. Les incidences chez les bovins sont comparables à celles de 1995-96 pour *T. vivax* et *T. brucei brucei*, mais *T. congolense* n'a pas été mis en évidence. Le pourcentage d'animaux douteux est quasiment nul, l'hématocrite moyen est supérieur à celui observé à Bagouera ou à Péfrou, le poids moyen estimé est supérieur à celui de Bagouera et l'état d'entretien estimé est supérieur à celui de Péfrou. Malgré cet état qui semble satisfaisant, les éleveurs placent la trypanosomose comme la contrainte principale à l'élevage, devant les tiques (Kamuanga, M. et Sanogo, L., 2000). Ils sont, malgré les faibles densités de vecteurs, obligés d'utiliser des trypanocides, l'incidence parasitaire étant toujours importante. Pour cette raison, et étant données les fortes densités d'animaux à Sinogdjan, ce site constitue une zone d'intervention justifiée.

A Péfrou, la densité de *G. tachinoides* est faible avec des taux d'infection moyens toujours dus à *T. vivax*. Il y a aussi de très faibles densités de *G. p. gambiensis* non infectées. Les infections des animaux sentinelles sont dues à *T. vivax*. Les taux d'infection et les incidences sont comparables à celles de 1995-96. Là encore *T. congolense* n'a pas été mis en évidence alors qu'il était largement présent en 1995-96. La situation sanitaire des bovins est comparable à celle observée à Bagouera. La zone de Péfrou semble bien être une zone où le risque trypanosomien est toujours présent.

Cinquième partie : les résultats de la lutte

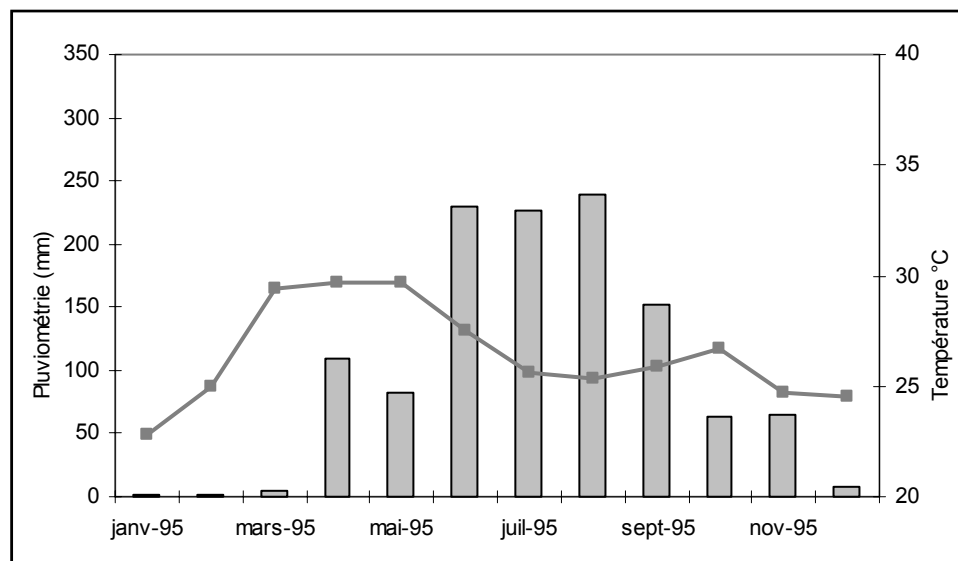
1. Suivi entomologique

En 1995-1996, un suivi entomologique régulier a été réalisé de manière à connaître les variations saisonnières des populations de glossines (de La Rocque, S., 1997). Quatre "points sentinelles" ont été choisis et visités tous les mois pendant l'année de la prospection. Le premier est comparable au site de Sinogdjan, les deuxième et troisième au site de Péfrou et le quatrième équivalent de Bagouera. Les données mises en parallèle à celles recueillies au cours de la lutte permettront de mieux comprendre son effet sur les populations de mouches.

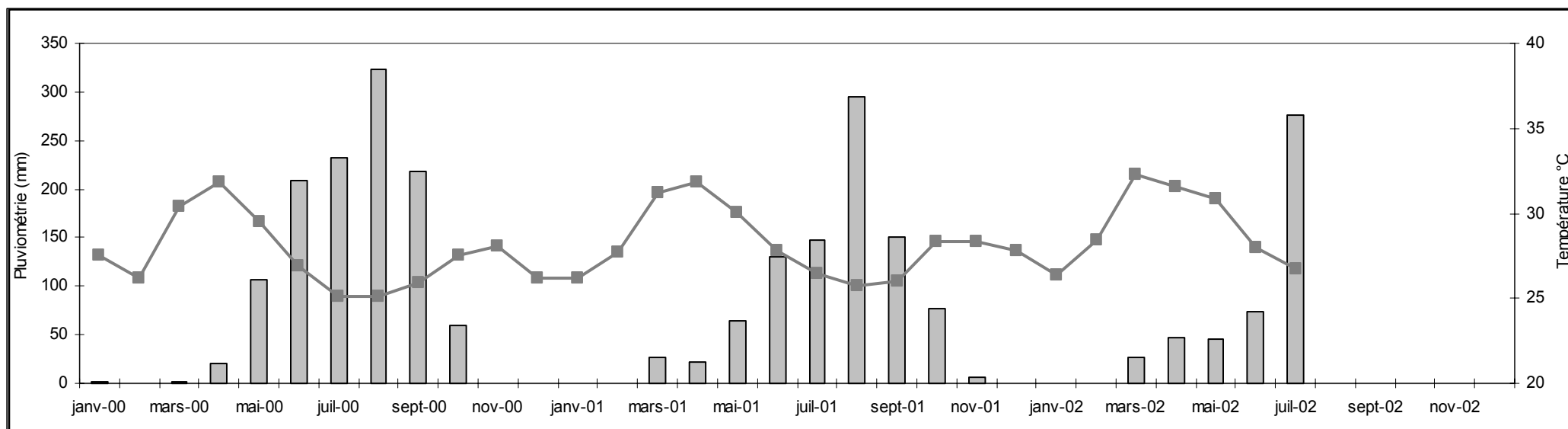
Après le déploiement des écrans imprégnés d'insecticide, on peut s'attendre à une diminution rapide des densités apparentes (DAP) pour les deux espèces, effet déjà démontré dans différentes campagnes de lutte (Merot, P. *et al.*, 1984 ; Bauer, B. *et al.*, 1992 ; 1995). Cependant dans le cas présent, l'intervention est limitée dans l'espace : les résultats sur les densités pourraient être moins spectaculaires, les sites pouvant être recolonisés par des glossines provenant de gîtes périphériques. Les densités de glossines devraient cependant rester basses dans la zone de Sinodjan, grâce au maintien des écrans imprégnés d'insecticides. Dans la zone de Bagouera l'utilisation de triflumuron devrait entraîner un vieillissement progressif des populations de glossines avec une diminution des densités différée dans le temps.

1. 1. Suivi des données climatiques

L'analyse des données climatiques est nécessaire à l'interprétation de l'évolution des populations glossiniennes, l'impact des facteurs abiotiques sur les dynamiques de population étant bien connu (Rogers, D. J., 1990). Les données climatiques ont été acquises au niveau de la station météorologique de l'ASECNA (Agence pour la sécurité de la navigation aérienne) de l'aéroport de Bobo-Dioulasso. Les données concernant l'année 1995 sont présentées par le graphique 1, celles concernant les années de la lutte par le graphique 2.



Graphique 1 : Variations mensuelles de la pluviométrie et de la température enregistrées à la périphérie de Bobo Dioulasso en 1995 (source : station ASECNA).



Graphique 2 : Variations mensuelles de la pluviométrie et de la température enregistrées à la périphérie de Bobo Dioulasso de janvier 2000 à juin 2002 (source : station ASECNA).

L'année 1995 est marquée par une saison des pluies assez précoce (109 mm en avril et 83 mm en mai). Les précipitations totales sur l'année ont atteint 1184 mm. L'année 2000 est marquée par un début de saison des pluies plus tardif, mais un total de précipitations comparable (1171 mm).

Les températures en saison sèche chaude ont été plus élevées en 2000 qu'en 1995 (31.8 °C en avril 2000, 29.7 °C en avril 1995). Au cours du suivi (octobre 2000 à septembre 2002), les températures moyennes mensuelles ont connu des variations faibles. En revanche, les totaux pluviométriques ont été chaque année plus bas (1171 mm en 2000, 920 mm en 2001, et, de janvier à juin, 339 mm en 2000, 243 mm en 2001, 194 mm en 2002). Le déficit hydrique en juin, période où normalement les premières pluies permettent une multiplication des glossines, maintient les populations dans des conditions de souffrance et retarde l'accroissement des effectifs¹⁴. Cette considération sera discutée avec les résultats de la lutte.

1. 2. Suivi de la situation à Bagouera

1. 2. 1. Evolution des DAP et de la structure par âge des populations

▪ Evolution des DAP de *G. tachinoides*

Le graphique 3 présente les DAP de *G. tachinoides* lors de la lutte et en 1995-96.

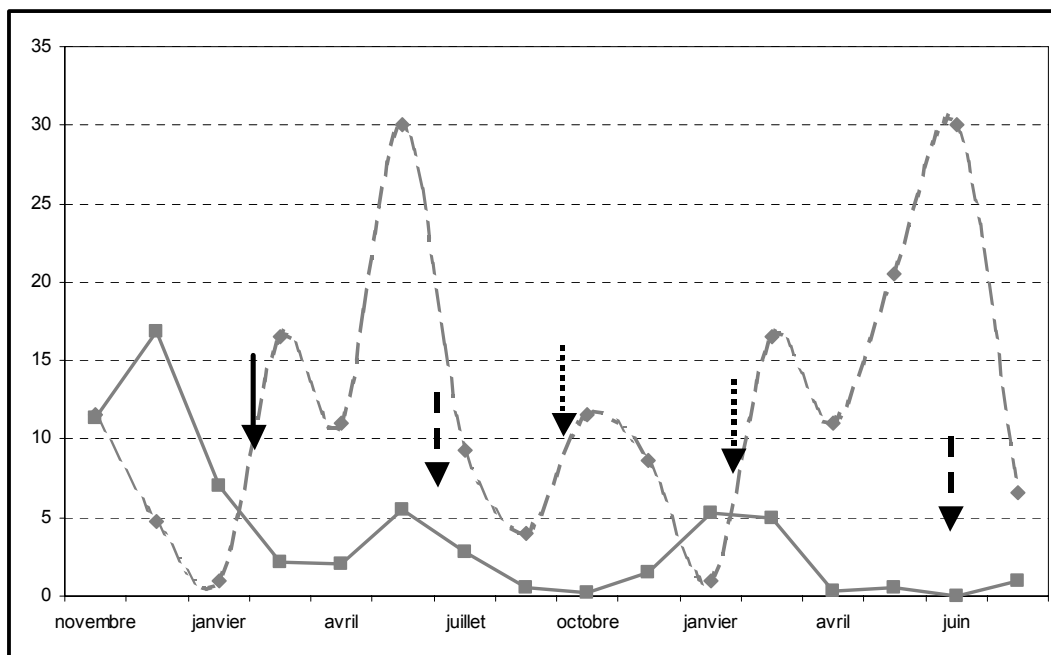
- L'évolution saisonnière en 1995-1996 montre des DAP minimales en fin de saison sèche froide¹⁵ (février). Les DAP augmentent au début de la période sèche chaude et diminuent à nouveau en fin de période sèche chaude¹⁶. Le début des pluies marque une nouvelle augmentation des densités, avec un pic relativement tôt dans l'année (juin). Néanmoins on observe que les densités chutent en juillet et août, conséquence de l'inondation des gîtes de ponte, de la plus grande dispersion des adultes et de la moindre efficacité des pièges (diminution de la visibilité liée à l'augmentation de la végétation).

¹⁴ Néanmoins en juillet la pluviométrie importante rattrape le déficit de juin : le total des précipitations jusqu'en juillet est de 571 mm pour 2000, 391 mm pour 2001 et 469 mm pour 2002.

¹⁵ période où la durée de pupaison est augmentée (50 à 60 jours), où la mortalité pupale est élevée et où les imagos éclosent avec de faibles réserves nutritives (Chartier, C. *et al.*, 2000).

¹⁶ Les températures trop élevées entraînent de la mortalité pupale et imaginale

- Les densités pendant la période sèche froide 2000 sont supérieures à celles de 1995-96. Après la pose des écrans imprégnés d'insecticide les densités chutent de façon significative ($p < 0.01$). Se superposent alors les effets liés à la lutte insecticide et à la mortalité pupale et imaginaire normale en saison sèche chaude. Cependant il n'y a pas d'augmentation des densités au début de la saison sèche chaude (comme en 1995-96), ce qui confirme l'efficacité du dispositif de lutte.



Graphique 3 : Comparaison des évolutions des DAP de *G. tachinoides* à Bagouera en 1995-96 (en pointillés) et en 2000-2002 (en plein), —► écrans imprégnés de β -cyfluthrine,....► écrans imprégnés de triflumuron, -- ► applications sur les animaux de solution de fluméthrine en *pour-on*

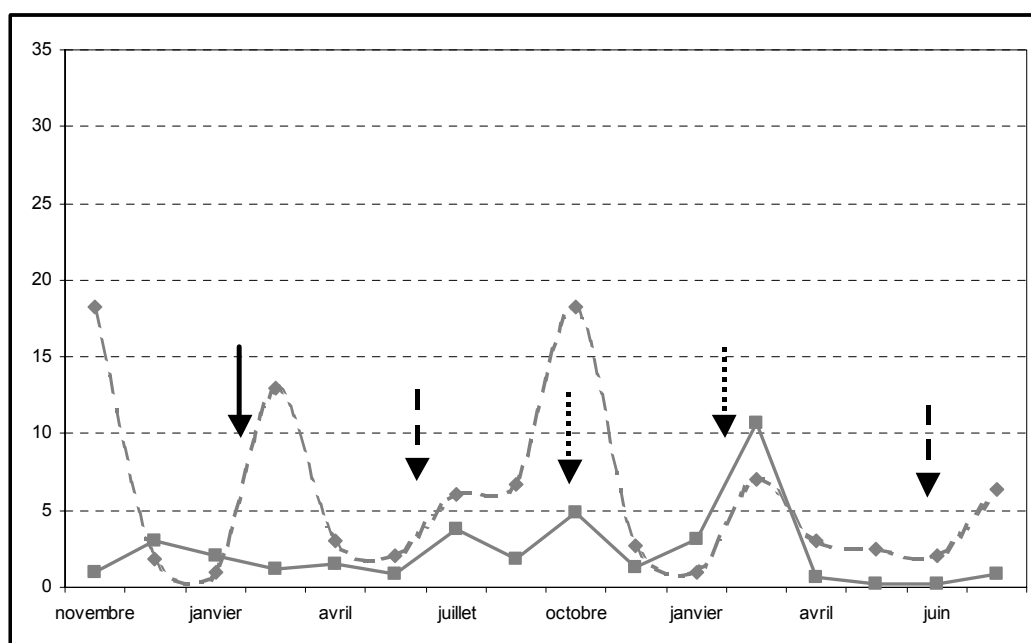
- L'augmentation des densités attendue durant l'hivernage n'est pas observée après la pose des écrans. L'évolution est au contraire dans le sens de la diminution des densités ($p < 0.002$).

- Le triflumuron seul a permis d'abaisser les densités de *G. tachinoides*. Comparées entre elles, les densités des deux années avant et après la dépose des écrans montrent des différences significatives durant les deux saisons sèches froides ($p < 0.01$) et les deux saisons sèches chaudes ($p < 0.0001$).

En résumé, retenons que la lutte à Bagouera a diminué de façon très importante les densités de *G. tachinoides*, notamment pendant le premier hivernage.

▪ Evolution des DAP de *G. p. gambiensis*

• L'évolution saisonnière normale de la densité de *G. p. gambiensis* montre (graphique 4), comme pour *G. tachinoides*, un minimum en saison sèche froide, une remontée en début de saison sèche chaude et de nouveau une baisse quand les températures augmentent de façon importante. Les densités les plus élevées sont observées durant la saison des pluies, mais le pic de densité est plus tardif que celui de *G. tachinoides*. Les gîtes de pontes de *G. p. gambiensis* sont en effet plus proches des cours d'eau, et ainsi plus vulnérables aux premières inondations.



Graphique 4 : Comparaison des évolutions des DAP de *G. p. gambiensis* à Bagouera en 1995-96 (en pointillés) et en 2000-2002 (en plein), —► écrans imprégnés de β -cyfluthrine,► écrans imprégnés de triflumuron, - - ► applications sur les animaux de solution de fluméthrine en *pour-on*

• Avec le dispositif de lutte, les densités de *G. p. gambiensis* sont plus homogènes tout au long de l'année. La mise en place d'écrans imprégnés d'insecticide empêche la remontée des densités observée pendant le début de la saison sèche chaude. L'utilisation de *pour-on* insecticide sur les animaux semble éviter l'augmentation des densités pendant l'hivernage.

• L'effet du *pour-on* est cependant moins net que sur *G. tachinoides*. Cette différence peut être interprétée par le fait que *G. p. gambiensis* quitte moins facilement la galerie forestière, et entre ainsi moins régulièrement au contact des bovins traités. Elle a du reste des préférences trophiques largement dirigées vers les reptiles.

- L'utilisation de triflumuron seul ne modifie pas les densités de *G. p. gambiensis* jusqu'au début de la saison sèche chaude 2002 : à partir d'avril, les densités chutent de façon très importante ($p < 0.001$).

En résumé, l'effet du triflumuron semble plus tardif que pour *G. tachinoides*, il permet une diminution très marquée des densités à partir d'avril 2002.

▪ Evolution de la répartition par âge de *G. tachinoides*

Les faibles effectifs ne permettent pas de mettre en évidence de différences significatives entre les classes d'âge observées selon les mois ou les saisons. Néanmoins l'allure générale des courbes permet d'observer des tendances (graphique 5).

Au cours de la première saison sèche froide, alors que la lutte n'est pas entamée, on observe une tendance au vieillissement de la population : 90 % des glossines capturées en octobre se trouvent dans la classe 16 – 45 jours, alors qu'en novembre elles se répartissent d'une manière homogène entre les différentes classes d'âge et en janvier 60 % des captures ont plus de 60 jours.

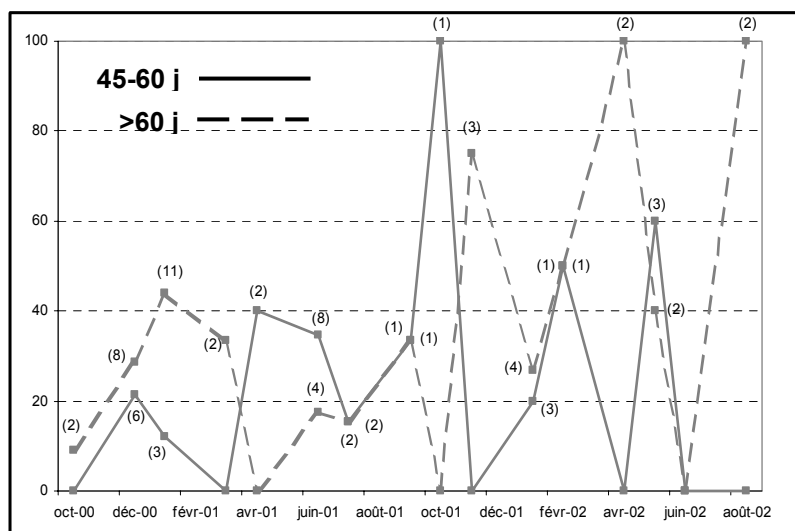
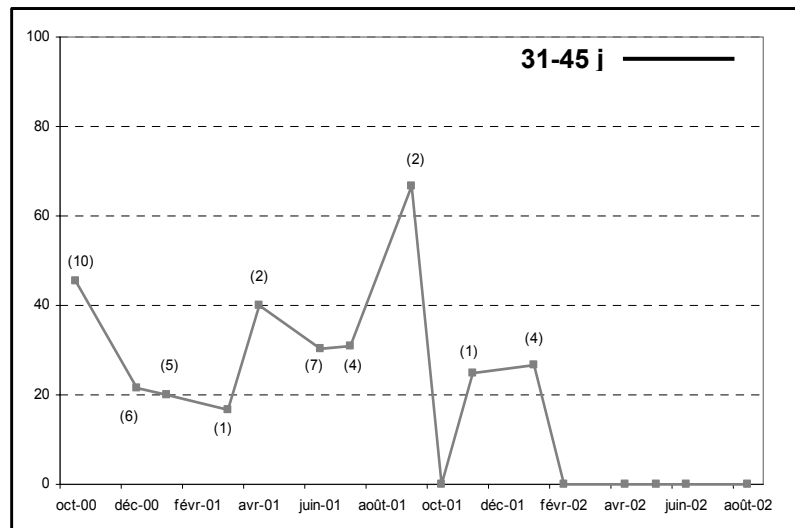
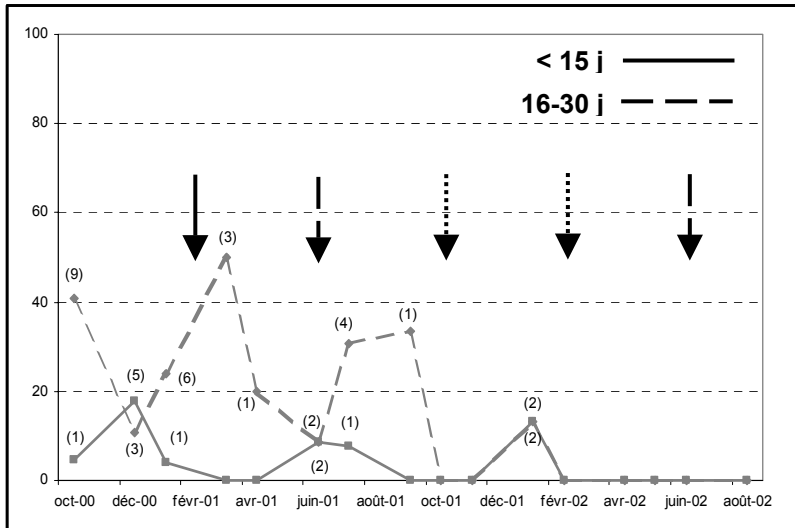
Ce vieillissement est lié à l'allongement de la durée du cycle ovarien et de la pupaison avec les basses températures (Gruvel, J., 1975b ; Laveissière, C. et Kinéou, J. P., 1982).

La lutte insecticide entamée en février semble toucher toutes les classes d'âge. Néanmoins on remarque une augmentation de la proportion de la classe 16 – 45 jours. Ce rajeunissement apparent est lié aux effets simultanés de la mortalité due à l'insecticide et de l'émergence habituelle de pupes. Ce rajeunissement a déjà été observé dans d'autres campagnes de lutte par insecticide (Kupper, W. *et al.*, 1984).

- Au cours de l'hivernage, la répartition par classe d'âge semble assez homogène, avec néanmoins une sous représentation de la classe 0 – 15 jours¹⁷.

- On observe un vieillissement de la population avec la progression de la saison sèche 2001-2002 : absence d'émergence et disparition progressive des classes jeunes. Cette évolution, non observée l'année précédente, peut être rapprochée de l'utilisation du triflumuron. Les mouches âgées capturées à partir d'avril 2002 proviennent vraisemblablement des gîtes d'émergence adjacents, le dispositif de lutte ne pouvant empêcher la réinvasion de la zone.

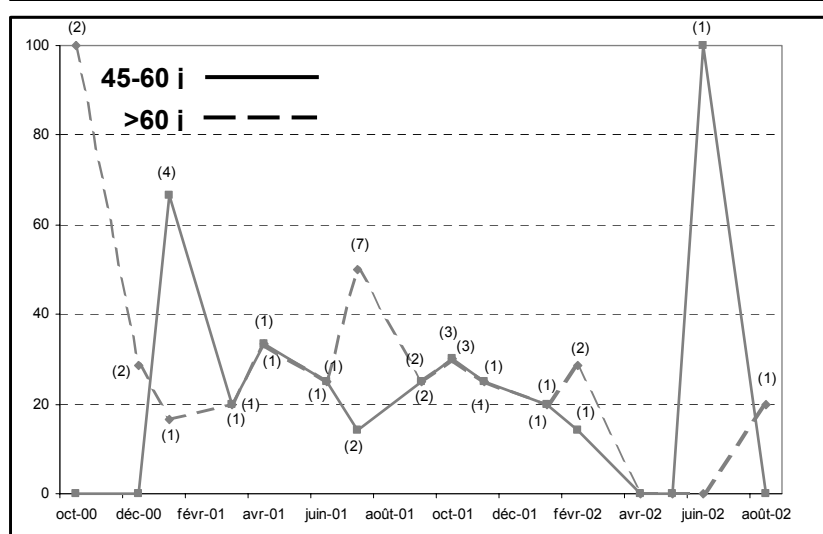
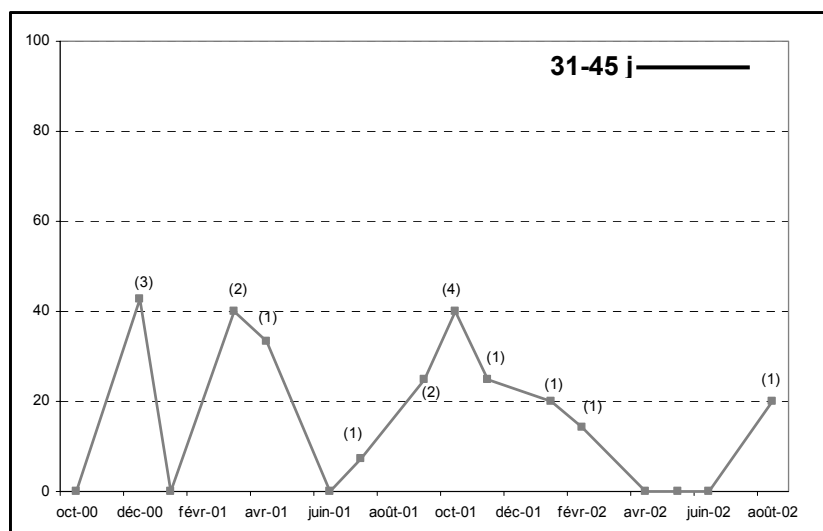
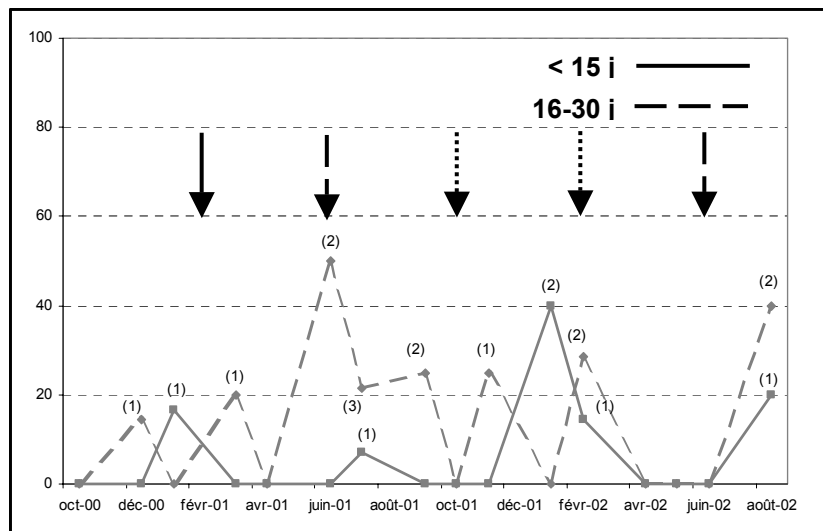
¹⁷ Cette sous représentation peut-être liée à une moindre attractivité des pièges pour les jeunes glossines



Graphique 5 a, b, c :
 Proportion de chaque classe d'âge de la population de *G. tachinoides* à Bagouera (a : 1-15 j. et 16-30 j. ; b : 31-45 j. ; c : 46-60 j. et > 60j.).
 Le nombre de mouches disséquées correspondant à chaque pourcentage est indiqué entre parenthèses. Le code des flèches est le même que celui décrit au graphique 3.

En résumé, le triflumuron a provoqué un vieillissement de la population et a diminué les densités par un défaut d'émergence. Les quelques glossines capturées en saison sèche sont des femelles âgées, provenant des zones adjacentes.

▪ Evolution de la répartition par âge de *G. p. gambiensis*



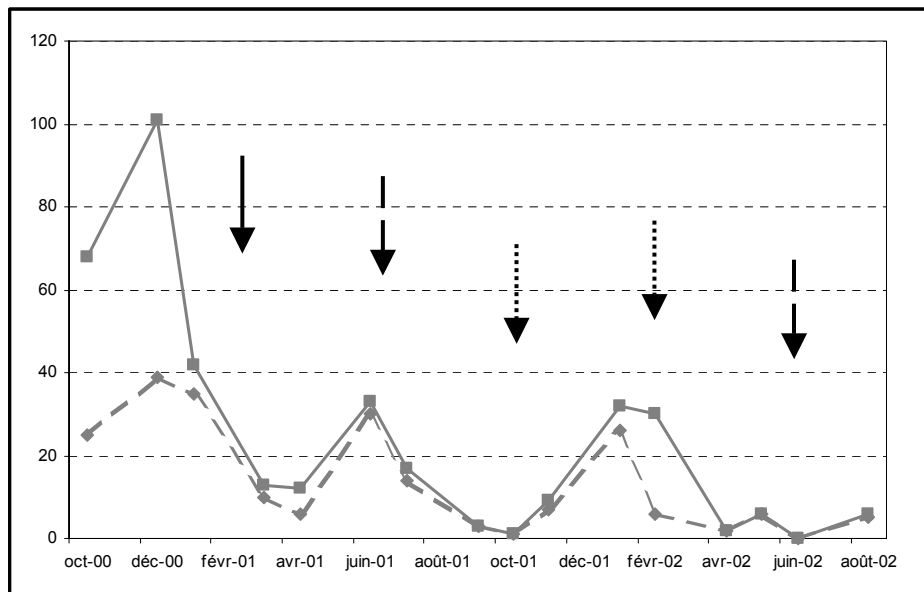
L'évolution des structures par classe d'âge de la population de *G. p. gambiensis* est comparable à celle de *G. tachinoides* (graphique 6). Le triflumuron a également eu pour impact une diminution des densités, avec la perturbation de l'émergence des pupes. Ces effets sont très visibles lors de la saison sèche chaude 2002.

Graphique 6 a, b, c : Proportion de chaque classe d'âge de la population de *G. p. gambiensis* à Bagouera (a : 1-15 j. et 16-30 j. ; b : 31-45 j. ; c : 46-60 j. et > 60j.). Le nombre de mouches disséquées correspondant à chaque pourcentage est indiqué entre parenthèses. Le code des flèches est le même que celui décrit au graphique 4.

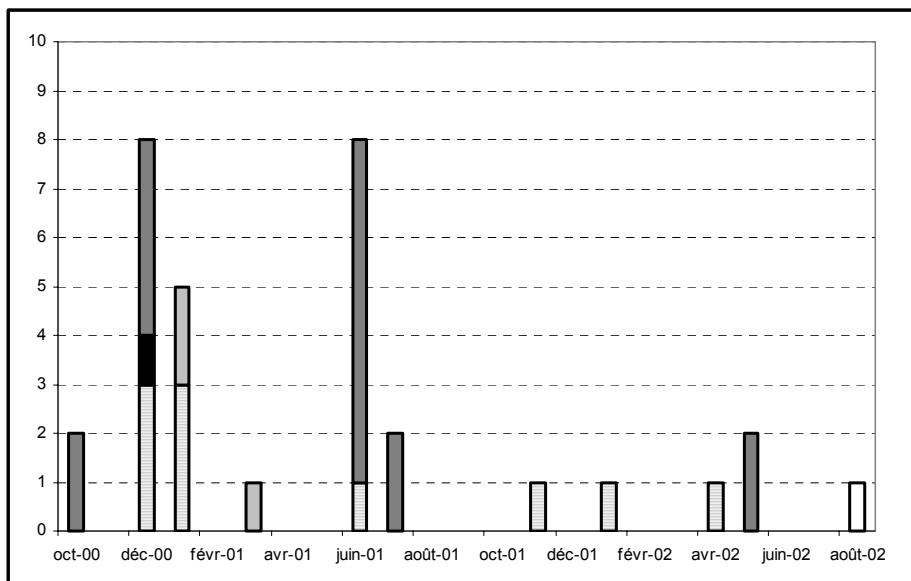
1. 2. 2. Evolution des taux d'infection et des parasites à Bagouera

Sur les 204 *G. p. gambiensis* capturées, 106 ont été disséquées et seulement 3 se sont révélées infectées, à chaque fois par des parasites localisés dans l'intestin moyen et non identifiés par PCR. Il s'agit vraisemblablement de trypanosomes de reptiles, réputés non pathogènes pour le bétail, *G. p. gambiensis* se nourrissant préférentiellement sur ces vertébrés.

Le graphique 7 a permet de juger du taux de glossines disséquées : si environ 50 % l'ont été lors de la première enquête, pratiquement toutes les tsés-tsés l'ont été ensuite.



Graphique 7 a : Nombre de *G. tachinoides* capturées (en plein) et disséquées (en pointillés) à Bagouera. Le code des flèches est le même que celui décrit au graphique 3.



Graphique 7 b : Nombre de *G. tachinoides* infectées et proportion des différents parasites rencontrés.

■ : *T. vivax*, ■ : *T. brucei brucei*, ■ : *T. congolense*, ■ : parasites non identifiés par PCR et □ : résultats PCR non disponibles.

- Avant le début de la lutte, les taux d'infection de *G. tachinoides* sont compris entre 8 et 20.5 % avec une grande diversité de parasites : trypanosomes pathogènes du bétail, *T. vivax* (40 %), *T. congolense* (6.7 %), *T. brucei brucei* (13.4 %). Certains trypanosomes ne sont pas identifiés par PCR, et pourraient être des parasites de reptiles (40 %).

- Lorsque ces résultats sont mis en parallèle avec la localisation de l'infection dans les glossines, on observe que la majorité des infections du proboscis sont dues à *T. vivax* (86 %) et la majorité de celles de l'intestin moyen sont dues à des trypanosomes non pathogènes (75 %).

- Rogers (1988), en modélisant l'évolution saisonnière d'une population de tsé-tsé, affirme que la variation saisonnière du taux de mortalité des glossines affecte aussi bien les densités apparentes que les taux d'infection. Nos observations tendent à confirmer cette hypothèse : avant que la lutte n'ait un impact, les taux d'infection mensuels suivent la même tendance que la DAP.

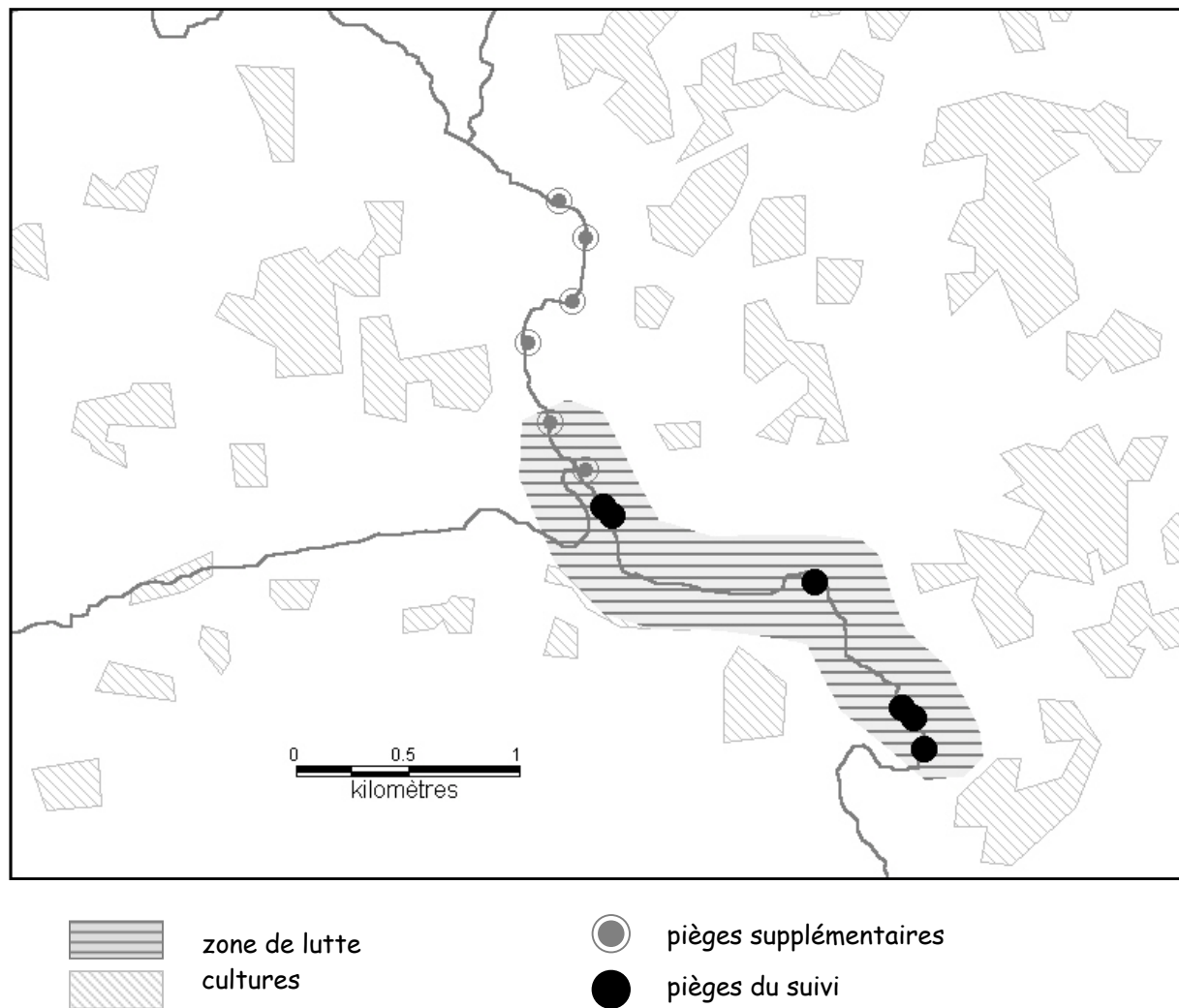
- Après la mise en place d'écrans imprégnés de triflumuron, le nombre de glossines trouvées infectées reste faible et les infections rencontrés sont essentiellement dues à des trypanosomes non pathogènes.

En résumé, le triflumuron pourrait diminuer les densités de glossines en dessous des taux nécessaires au maintien des cycles de transmission. De plus le triflumuron peut avoir un effet sur la compétence vectorielle en empêchant la maturation des trypanosomes (Halos, L., 2002).

1. 2. 3. Suivi de la diffusion de la lutte

Six pièges ont été posés entre Bagouera et Péfrou à partir de juillet 2001 de manière à suivre l'évolution de la situation dans les zones immédiatement adjacentes à celles où a eu lieu la lutte. La position des pièges est représentée par la figure 20. Les DAP et l'âge moyen des glossines capturées dans ces pièges supplémentaires sont présentés au tableau XIII.

Figure 20 : Position des différents pièges et du dispositif de lutte à Bagouera.



- Les DAP observées hors de la zone de lutte sont faibles (variant de 0 à 1.33 pour *G. p. gambiensis* et de 0 à 0.33 pour *G. tachinoides*). 6 des 8 *G. tachinoides* et 19 des 20 *G. p. gambiensis* capturées ont été disséquées, aucune n'a été observée infectée.

- L'âge des glossines semble indiquer un déficit d'émergence. Lors d'une enquête précédente, de La Rocque (1997) avait montré, sur une carte des glossines ténérales, que le site de Bagouera était un endroit de ponte privilégié. Ce site pourrait, en situation normale, approvisionner les zones adjacentes moins favorables aux émergences. Ainsi la lutte triflumuron à Bagouera, en affectant les capacités de reproduction des glossines dans le site source, pourrait affecter les populations sur une distance plus grande que la zone retenue pour la lutte. C'est ce que semble montrer les faibles densités sur l'ensemble des pièges posés à partir de juillet 2001, et l'âge avancé des individus capturés.

	Juill.- 01	Sept.- 01	Nov.- 01	Janv.- -02	Févr.- 02	Avril- 02	Mai- 02	Juin- 02	Juill.- 02	Moye nne
DAP <i>tachi</i>	0.33	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.25	0.33	0	0.15
Nbre de M	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4
Moyenne WF							3.33	3		3.25
Nbre de F	2	0	1	0	0	0	0	1	0	4
Moyenne âge	36.0		48.0					54.0		43.5
DAP <i>palpalis</i>	0.50	1.33	0.33	0.50	0.00	0.33	0.08	0.17	0.50	0.38
Nbre de M	0	2	2	2	0	0	0	0	1	7
Moyenne WF		1.5	2.5	2						2
Nbre de F	3	6	0	1	0	2	1	1	2	16
Moyenne âge	23.7	45.6		ND		ND	54.0	68.0	49.0	43.5

Tableau XIII : Résultats obtenus dans les pièges posés entre Bagouera et Péfrou.
M : mâle, F : femelle, WF : indice du Wing Fray et ND : non disséquée.

En résumé, la lutte a permis, à Bagouera, de diminuer fortement les densités de *G. tachinoides* et de *G. p. gambiensis*, et ce en perturbant la fonction de reproduction jusqu'à aboutir à l'arrêt d'émergence de nouvelles glossines.

Les taux d'infection diminuent de façon importante, peu de glossines étant retrouvées infectées à partir d'octobre 2001. D'une situation avec des taux d'infection importants et une grande diversité de parasites, on aboutit à une situation où les glossines capturées sont infectées sporadiquement et essentiellement avec des trypanosomes réputés non pathogènes.

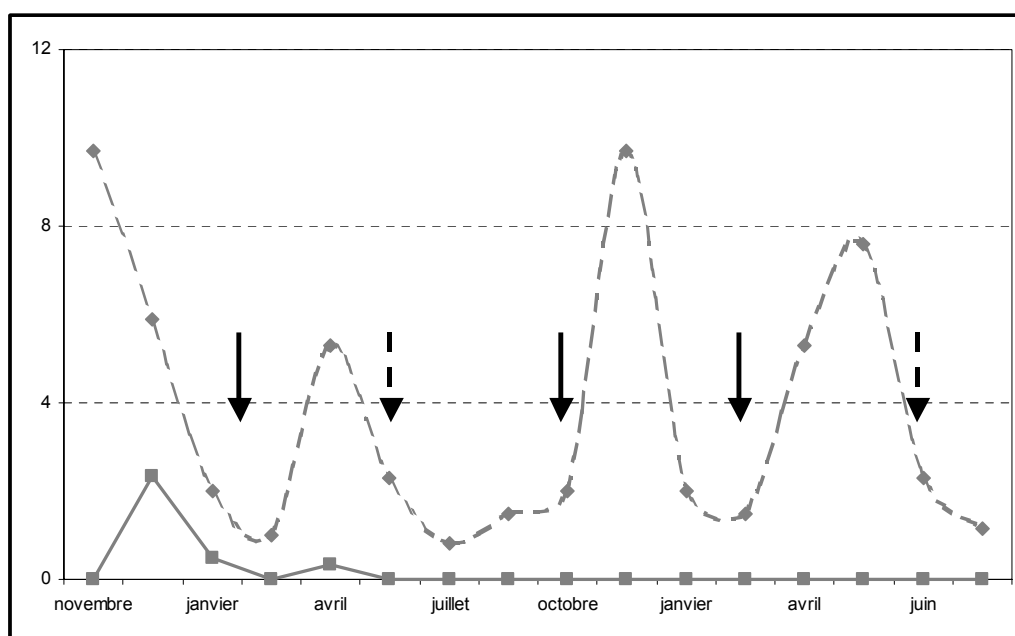
Depuis le début de la saison sèche chaude 2002, les glossines capturées à Bagouera semblent provenir des sites adjacents. Localement il semble que le dispositif de lutte permet, malgré la réinvasion permanente, de maintenir les densités de glossines en dessous du seuil nécessaire à un cycle de transmission.

1. 3. Suivi de la situation à Sinogdjan

La galerie forestière fortement dégradée par l'avancée des cultures n'est plus un milieu favorable pour *G. p. gambiensis*.

1. 3. 1. Evolution des DAP de *G. tachinoides*

La comparaison de l'évolution saisonnière des DAP de *G. tachinoides* en 1995-96 et lors de la lutte est représentée par le graphique 8¹⁸. L'évolution saisonnière de *G. tachinoides* à Sinogdjan a un profil comparable, avec des amplitudes moindres, à celui de Bagouera. Les densités maximales sont observées à la fin de l'hivernage-début de la saison sèche froide. Elles diminuent en fin de saison sèche froide, et augmentent en fin de saison sèche chaude et au début de l'hivernage.



Graphique 8 : Comparaison des évolutions des DAP de *G. tachinoides* à Sinogdjan en 1995-96 (traits pointillés) et en 2000-2002 (traits pleins), —► écrans imprégnés de β -cyfluthrine, - - ► applications sur les animaux de solution de fluméthrine en *pour-on*

La mise en place d'écrans imprégnés d'insecticide entraîne très rapidement une diminution des DAP de *G. tachinoides* : à partir de juin 2001 plus aucune glossine n'est capturée. Aucune *G. tachinoides* n'a été trouvée infectée parmi toutes celles disséquées (16). Il est délicat, vu

¹⁸ Les faibles effectifs de *G. tachinoides* capturées (19 mouches sur l'ensemble du suivi) ne permettent pas de représenter l'évolution des différentes classes d'âge.

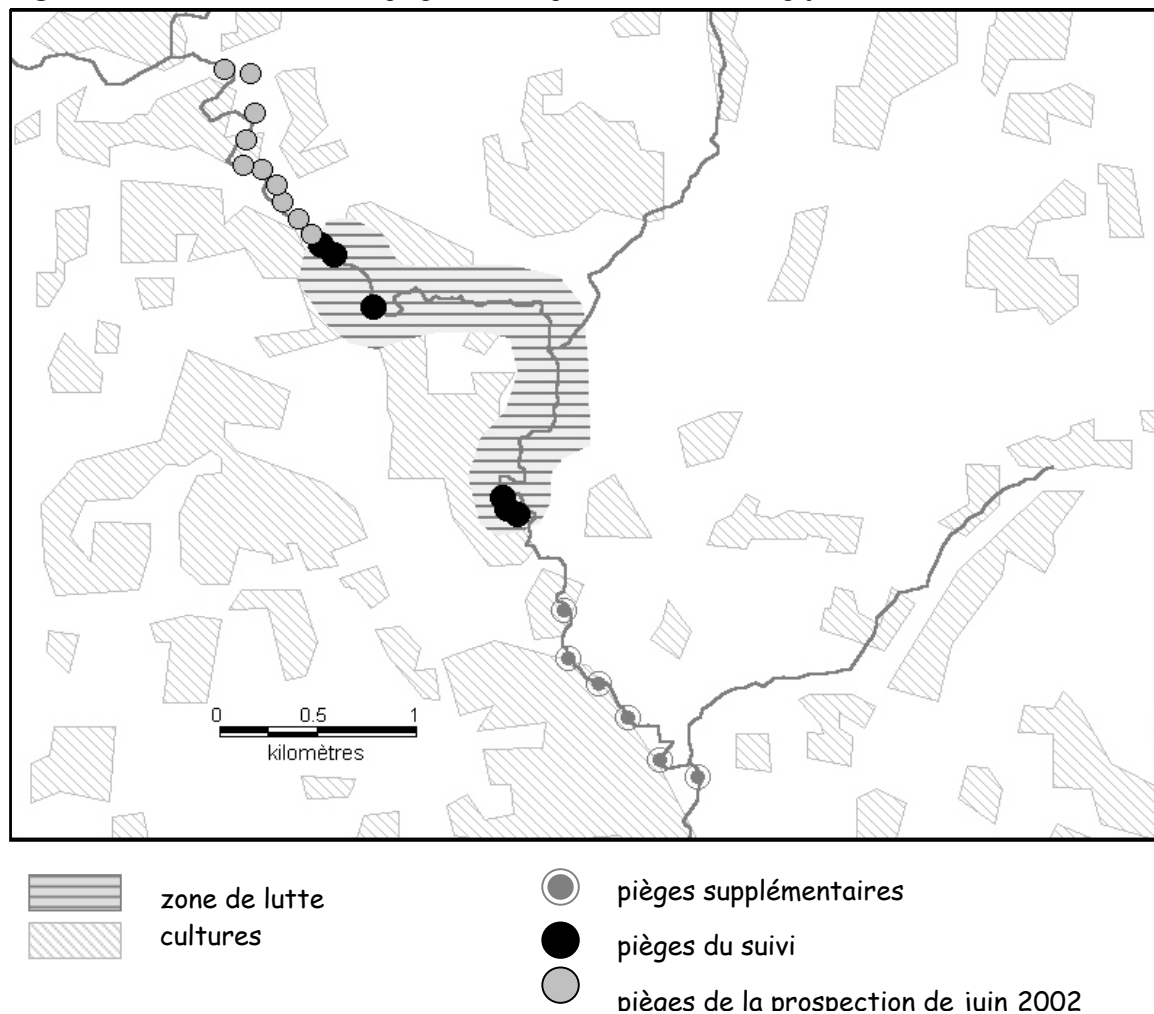
l'effectif réduit, d'interpréter les informations sur l'âge. Néanmoins les seules glossines capturées sont âgées (moyenne d'âge des femelles de 51.6 jours, avec un écart type relativement faible de 5.1 jours).

- Sinogdjan ne présentait aucune glossine ténérale en 1995-96 (de La Rocque, S., 1997), ce qui pourrait expliquer la rapide chute des densités. Les observations sur les quelques mouches capturées semblent confirmer que Sinogdjan est relativement défavorable comme gîte de ponte.

1. 3. 2. Suivi de la diffusion de la lutte

Comme pour Bagouera, à partir de juillet 2001, 6 nouveaux pièges ont été installés entre Sinogdjan et Péfrou pour évaluer l'effet de la lutte sur les populations glossiniennes adjacentes. Une enquête entomologique supplémentaire, menée vers la fin du protocole de lutte (juin 2002), a également permis de prospecter au nord de Sinogdjan. Les positions des différents pièges sont présentées à la figure 21.

Figure 21 : Position des différents pièges et du dispositif de lutte à Sinogdjan.



- Les six pièges posés entre Sinogdjan et Péfrou n'ont capturé qu'une seule glossine (*G. tachinoides*) en novembre 2001¹⁹. Cette capture unique, d'une glossine âgée, à un moment où on ne retrouve plus de glossine à Sinogdjan semble indiquer que cet individu provenait de sites plus au sud. La capture a été réalisée par le piège le plus proche du dispositif de lutte, ce qui montre qu'une certaine proportion de glossines provenant de la partie du Tolé au sud de Sinogdjan est capable d'atteindre les écrans imprégnés d'insecticide dans leur dispersion.

- Aucune mouche n'a été capturée pendant la prospection complémentaire de juin 2002.
- La lutte installée à Sinogdjan a donc eu un impact plus large que l'étendue géographique du dispositif d'écrans, réduisant les populations au nord et au sud.

En résumé, la lutte installée à Sinogdjan a éliminé les *G. tachinoides* sur le site même de la lutte, et a eu un impact plus large que l'étendue géographique du dispositif d'écrans, réduisant les populations adjacentes. Il est à noter que des glossines provenant du sud du Tolé sont capables de venir à la rencontre des écrans.

1. 4. Suivi de la situation à Péfrou

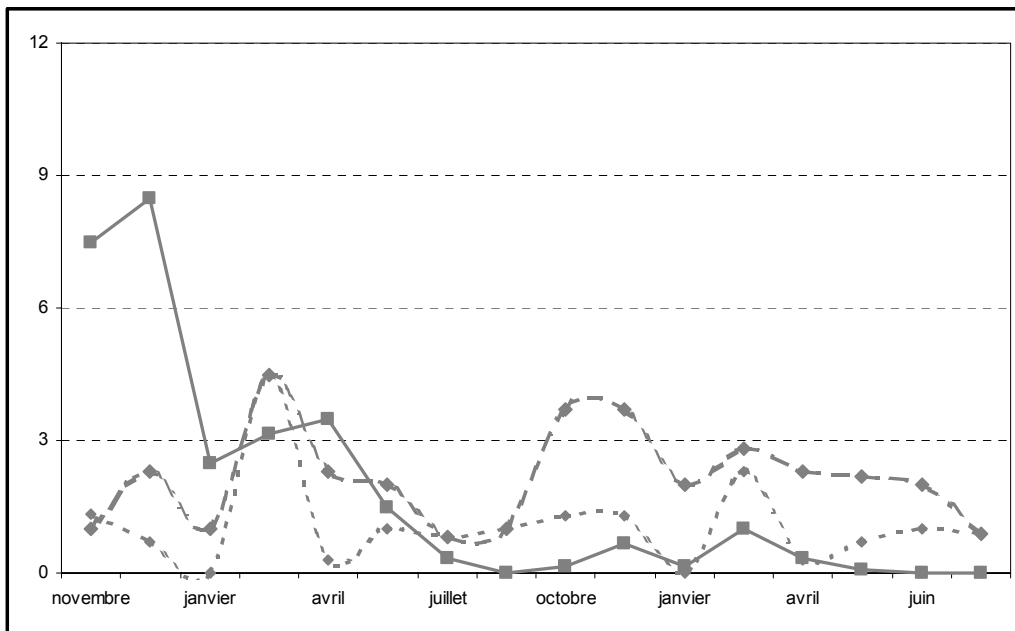
Rappelons que la zone de Péfrou présentait avant la lutte des DAP faibles pour *G. tachinoides* et très faibles pour *G. p. gambiensis*.

1. 4. 1. Evolution des DAP et de la structure par âge des populations

▪ Evolution des DAP de *G. tachinoides*

Le graphique 9 présente les DAP de *G. tachinoides* lors de la lutte et en 1995-96.

¹⁹ Cette glossine, âgée de 46 jours, était infectée par *T. brucei brucei* dans le proboscis. *T. brucei brucei* ayant un cycle passant par l'intestin moyen, les glandes salivaires et le proboscis, une glossine infectée par *T. brucei brucei* devrait l'être soit dans l'intestin moyen uniquement (infection immature), soit dans les trois organes précédemment cités. La dissection n'a permis de mettre en évidence que l'infection dans le proboscis, seul cet organe a été testé par PCR, alors que vraisemblablement les trois organes étaient infectés.



Graphique 9 : Comparaison des évolutions des DAP de *G. tachinoides* à Péfrou en 1995-96 (traits pointillés) et en 2000-02 (trait plein).

L'évolution saisonnière des densités à Péfrou suit les mêmes variations que celle des autres sites.

Rappelons qu'aucun dispositif de lutte n'a été mis en place à Péfrou. Nous observons que les densités de *G. tachinoides* diminuent à la saison sèche chaude et restent comparables à celles de 1995-96 d'octobre 2000 à juillet 2001.

- Au cours de l'hivernage, contrairement à 1995-96, les densités diminuent par rapport à la saison sèche ($p < 0.001$), seules 3 *G. tachinoides* ont été capturées. Par la suite, les densités restent en deçà de celles de 1995-96. Entre les deux saisons sèches consécutives (froides et chaudes), la diminution des densités est confirmée ($p < 0.01$ et $p < 0.001$).

- L'examen des profils pluviométriques indique un déficit relatif durant les années de contrôle, mais l'impact de ce paramètre est difficile à évaluer (Rogers, D. J., 1990. Il ne nous semble pas que les données climatiques puissent expliquer une telle réduction des densités sur les deux années de suivi.

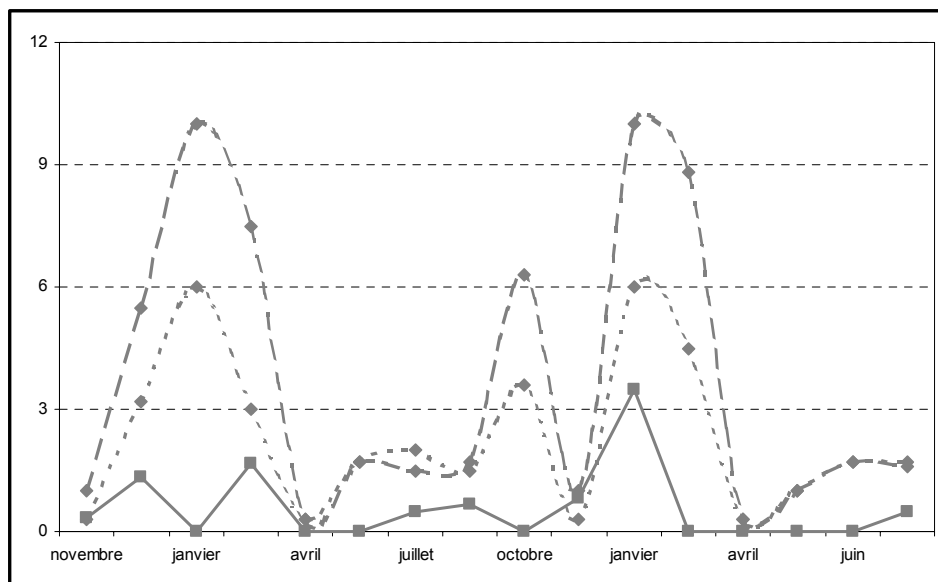
- Paramètre plus net, l'augmentation de l'occupation du sol a été reconnu comme un facteur déterminant sur l'habitat naturel des glossines (de La Rocque, S. *et al.*, 2001a). Cette zone a été étudiée dans le détail de ce point de vue (figure 22) et il conviendrait d'actualiser

les données concernant la répartition des cultures. Mais elles apparaissaient déjà fortement saturées en 1996 et il est peu probable que les cultures aient pu encore fortement augmenter. Au cours des visites de terrain, il n'a pas été noté de modification particulière des structures ou de la composition phytosociologique des galeries à Péfrou (de La Rocque, commun. pers.).

En résumé, il semble bien finalement que le site de Péfrou subisse l'influence de la lutte mise en place dans les deux autres sites.

▪ Evolution des DAP de *G. p. gambiensis*

Le graphique 10 présente l'évolution des DAP de *G. p. gambiensis* lors de la lutte et en 1995-96.



Graphique 10 : Comparaison des évolutions des DAP de *G. p. gambiensis* à Péfrou en 1995-96 (traits pointillés) et en 2000-02 (trait plein).

Les DAP de *G. p. gambiensis* présentent des valeurs maximales au début de la saison sèche chaude et en octobre.

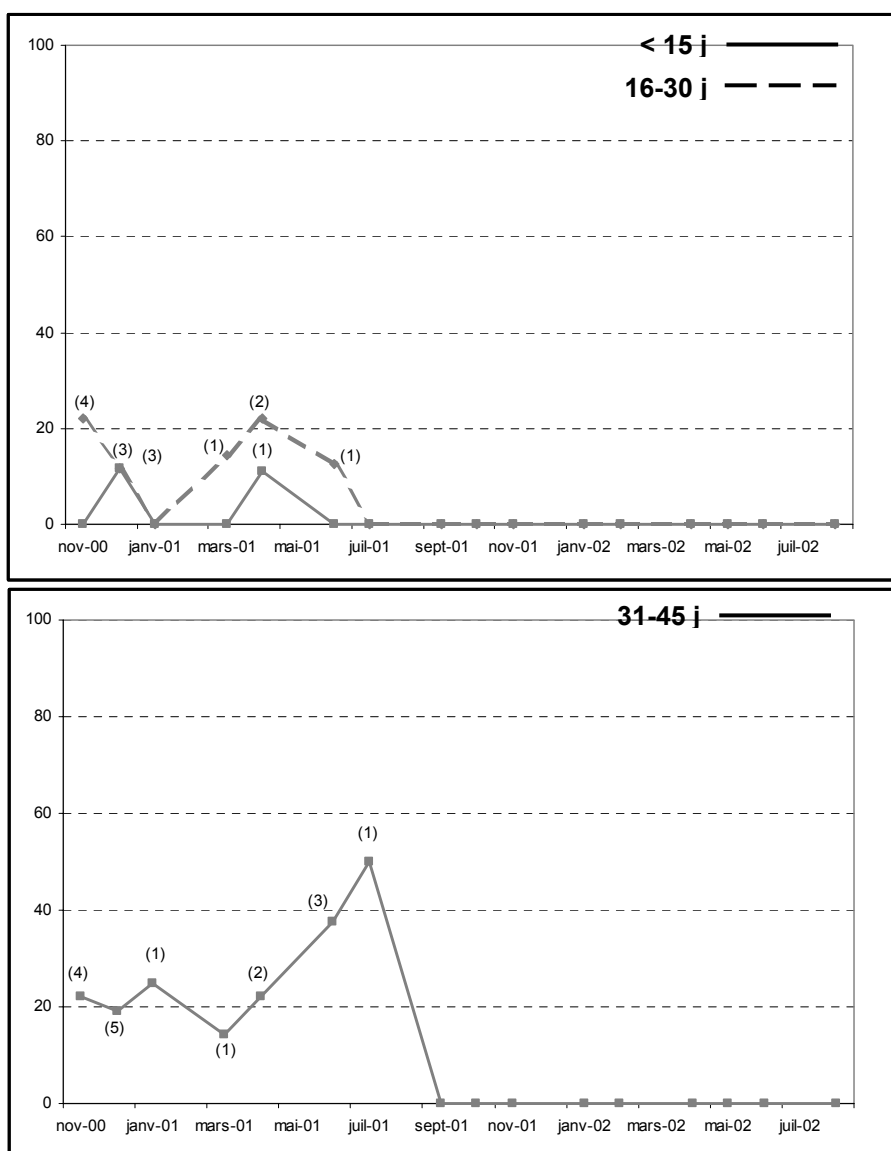
- Dans notre suivi les densités de *G. p. gambiensis* sont, en permanence, faibles sans variation saisonnière marquée (seulement 24 *G. p. gambiensis* femelles ont été capturées). Aucune différence significative n'a été mise en évidence en comparant les différentes saisons. Malgré un pic en janvier 2002, les densités deviennent de plus en plus faibles, *G. p. gambiensis* n'étant plus capturée de février à août 2002 (3 glossines capturées dans 2 pièges).

- En 1995-96, Péfrou n'était pas considéré comme un site particulièrement riche en gîte larvaire pour *G. p. gambiensis* (de La Rocque, S., 1997). Lors du suivi les glossines capturées

à Péfrou sont de vieux individus (63 % ayant plus de 40 jours). Les quelques jeunes ont été capturées pendant les mois d'hivernage. Péfrou pourrait représenter un site temporaire d'émergence pour *G. p. gambiensis*, uniquement pendant l'hivernage, période où les conditions de reproduction sont les plus favorables²⁰.

▪ **Evolution de la répartition des populations par classe d'âge**

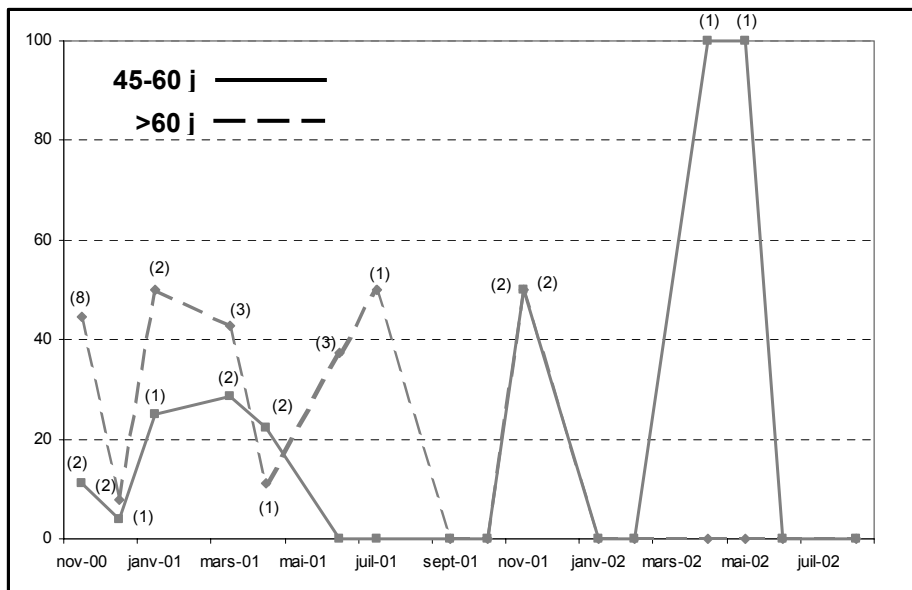
Pour *G. tachinoides*, la représentation²¹ des classes d'âge (graphique 11) donne une bonne idée de la structure de la population, essentiellement pour la première saison sèche (par la suite les faibles effectifs rendent l'interprétation difficile).



Graphique 11 a, b, c : Proportion de chaque classe d'âge de la population de *G. tachinoides* à Péfrou (a : 1-15 j. et 16-30 j. ; b : 31-45 j. ; c : 46-60 j. et : > 60j.). Le nombre de mouches disséquées correspondant à chaque pourcentage est indiqué entre parenthèses.

²⁰ En effet au mois d'août 2002, après 5 mois d'absence de capture, les trois glossines capturées ont 18, 23 et 62 jours.

²¹ Une telle représentation n'a pas été possible pour *G. p. gambiensis*, seulement 11 insectes ayant été disséqués.



Jusqu'en juin 2001, la population de *G. tachinoides* est répartie de façon homogène dans chaque classe d'âge, sauf en janvier, où les baisses de température expliquent un vieillissement de la population (disparition des glossines de moins de 30 jours).

A partir de juillet 2001, le nombre de glossines capturées chute brutalement, avec une absence de mouches jeunes (les glossines capturées ayant au minimum 46 jours).

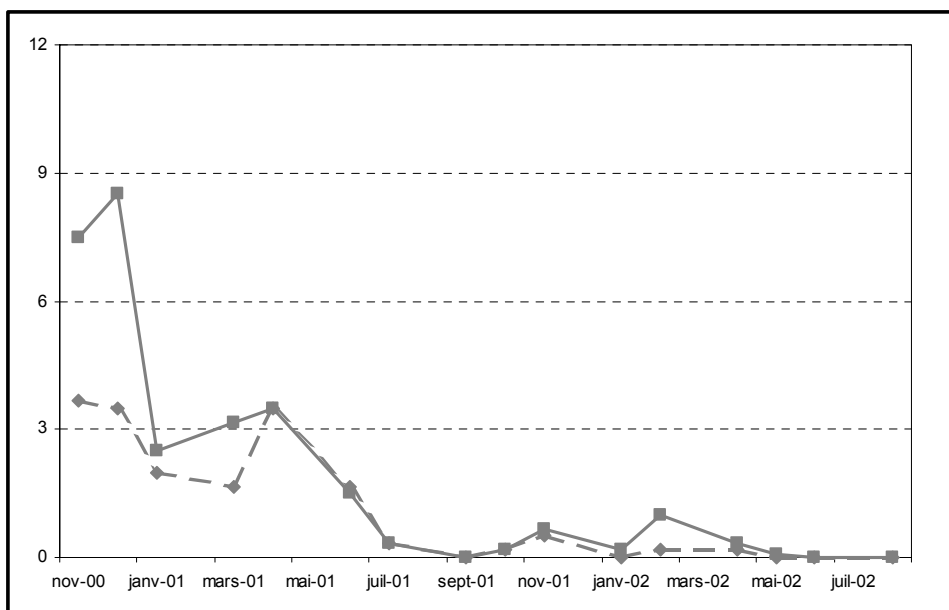
Au début du suivi, le site de Péfrou permettait l'accomplissement du cycle de reproduction. A partir de l'hivernage 2001, période habituelle d'émergence des insectes, les jeunes populations sont absentes.

En résumé, l'influence des sites de lutte adjacents aboutit à Péfrou à l'arrêt de l'émergence des jeunes populations et à la chute des densités.

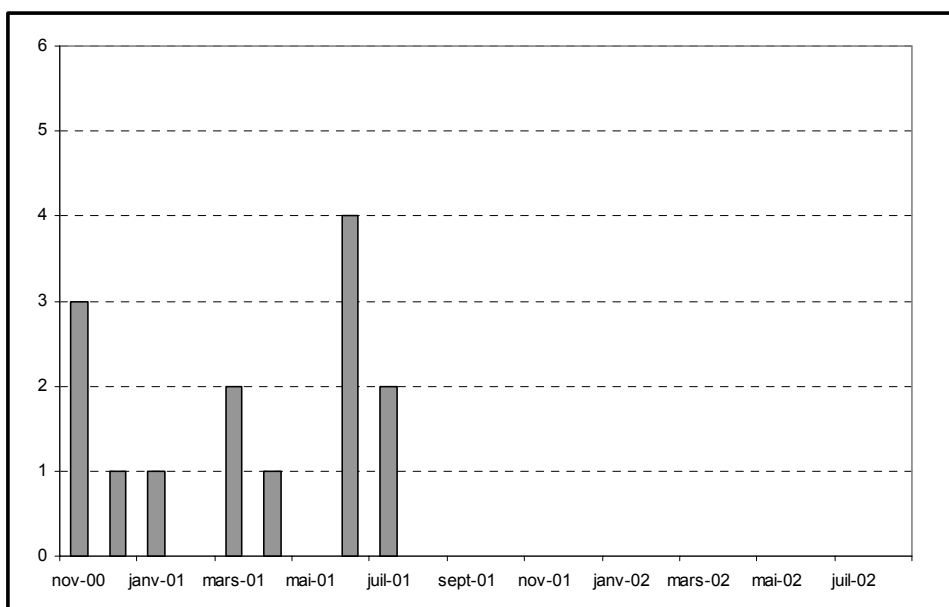
1. 4. 2. Evolution des taux d'infection et des parasites à Péfrou

Aucune *G. p. gambiensis* n'a été retrouvée infectée. Pour *G. tachinoides*, les taux d'infection et la nature des parasites sont présentés au graphique 12²².

²² Les comparaisons statistiques ne mettent pas en évidence de différence significative des variations des taux d'infection entre les différents mois ou saisons.



Graphique 12 a : Nombre de *G. tachinoides* capturées (trait plein) et disséquées (trait pointillé) à Péfrou.



Graphique 12 b : Nombre de *G. tachinoides* infectées à Péfrou. Seul *T. vivax* est retrouvé.

T. vivax est responsable de la totalité des infections²³. Dans un milieu très marqué par les activités humaines, les hôtes sauvages sont rares et les seuls trypanosomes observés sont ceux liés au bétail.

A partir de septembre 2001, aucune glossine ne s'est révélée positive. Les densités de *G. tachinoides* pourraient être en deçà du minimum nécessaire au maintien d'un cycle de transmission.

²³ 93 % de ces infections sont localisées dans le proboscis.

1. 4. 3. Effet de la diffusion de la lutte

Nous avons observé une diminution progressive des DAP de *G. tachinoides* et de *G. p. gambiensis* dans la zone de Péfrou, et une disparition des glossines infectées à partir de l'hivernage 2001. La figure 22 rappelle la position de Péfrou par rapport aux deux sites de lutte.

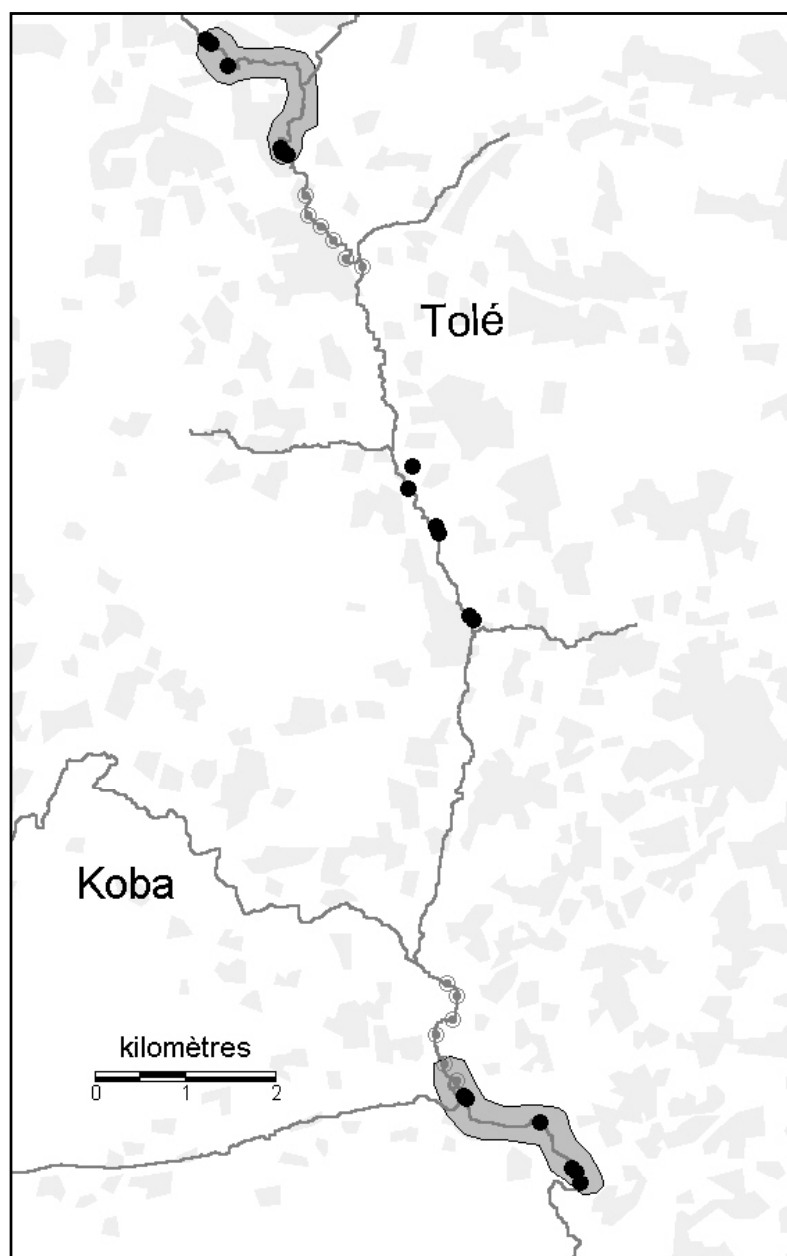
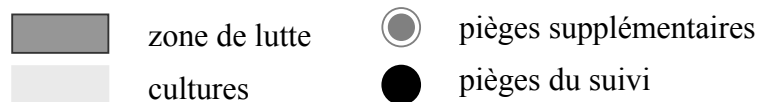


Figure 22 : Présentation de la localisation de Péfrou par rapport aux deux sites de lutte.

- Les densités les plus importantes de glossines et les sites de reproduction se situent sur la partie aval du Koba, en aval de Bagouera (de La Rocque, S., 1997), où le cours d'eau est large et la forêt galerie dense et conséquente. Un flux de migration de glossines pourrait se réaliser de cette zone vers Bagouera, puis vers le Tolé.

- La lutte à Bagouera a permis de diminuer de façon importante les densités de vecteur, avec un impact plus étendu que la seule zone de pose d'écrans. Elle pourrait avoir diminué fortement l'apport à Péfrou.



- La lutte à Sinogdjan a permis de faire disparaître *G. tachinoides* du site et sur une étendue géographique plus importante. Ce site n'a jamais été reconnu comme une zone de renouvellement des populations, les glossines présentes étant vraisemblablement originaires de zones en aval. Avec la mise en place de la lutte, les populations se sont épuisées et le flux de migration, que l'on peut supposer constant, a facilité l'impact sur les zones adjacentes.

1. 5. Suivi de la situation à Nyarafo

- 6 *G. tachinoides* (3 femelles, 3 mâles) ont été capturées en juin 2002 (DAP de 3 glossines par piège et par jour). Les femelles avaient un âge moyen de 56 jours (écart type de 8.6), les mâles, un indice de Wing Fray moyen estimé de 2.7 (écart type de 0.9). La population semble plutôt âgée ce qui est logique en fin de saison sèche chaude. Les deux tiers des glossines sont infectées, soit par des trypanosomes non reconnus par PCR (75 %), soit par *T. congolense* (25 %).

- Une seule *G. p. gambiensis*, de 54 jours, non infectée, a été piégée en juillet 2002. Les mauvaises conditions atmosphériques de la veille (pluie) et la grande dispersion des glossines pendant l'hivernage peuvent expliquer ce résultat.

- 11 *G. p. gambiensis* (2 femelles, 9 mâles) et 2 *G. tachinoides* (1 femelle, 1 mâle) ont été capturées en août 2002. L'âge moyen des femelles *G. p. gambiensis* était de 36.7 jours (écart type de 16.4) et l'indice de Wing Fray moyen estimé des mâles de 2.7 (écart type de 0.9). Le taux d'infection a été évalué à 25 %. La totalité des infections sont localisées dans l'intestin moyen. Les résultats d'identification PCR ne sont pas encore disponibles.

En résumé, les résultats sont comparables à ceux obtenus en 1995-96. L'impact des conditions climatiques reste donc relatif. Les chutes de densité observées à Péfrou sont vraisemblablement liées à l'influence de la lutte de Sinogdjan et Bagouera.

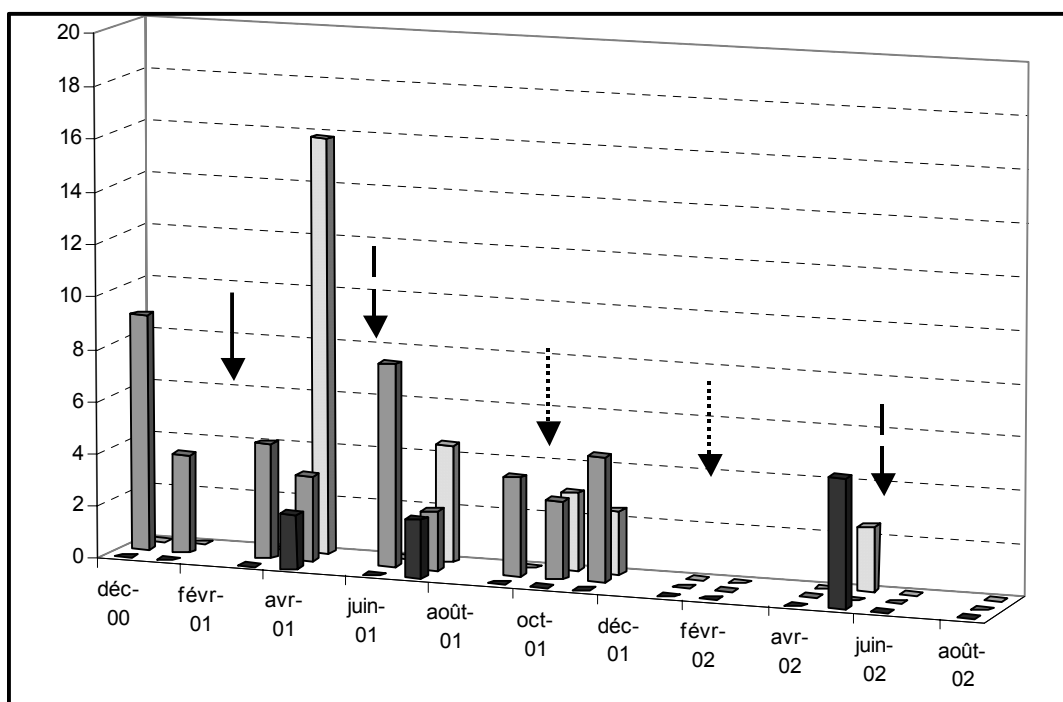
2. Suivi des troupeaux sentinelles

2. 1. Suivi du troupeau sentinelle de Bagouera

Le maintien d'un troupeau sentinelle durant une longue période est une chose délicate. La situation multiethnique de Bagouera rend l'adhésion de la totalité des éleveurs difficile à

garder. Beaucoup de défections ont eu lieu, notamment lorsque la situation sanitaire des animaux s'est améliorée. Ainsi le nombre d'animaux suivis mensuellement oscille autour de 50 jusqu'en mars 2001, autour de 35 jusqu'en septembre 2001 puis autour de 25 jusqu'à la fin du protocole.

▪ Suivi des incidences parasitaires (graphique 13)



Graphique 13 : Incidence parasitaire mensuelle (toutes techniques confondues) au sein du troupeau sentinelle de Bagouera.

■ : *T. vivax*, ■ : *T. brucei brucei* et ■ : *T. congolense*. Le code des flèches est le même que celui décrit au graphique 3.

- Les incidences parasitaires sont importantes et constantes au cours de la première année, les parasites reconnus variés (*T. vivax*, *T. brucei brucei* et moins fréquemment *T. congolense*). A partir de décembre 2001, la transmission semble s'arrêter jusqu'à la fin du suivi (sauf en mai 2002)²⁴. Cette chute coïncide avec le contrôle des densités de glossine. Il semblerait alors que la lutte ait permis de diminuer suffisamment les densités de vecteurs pour briser localement le cycle parasitaire.

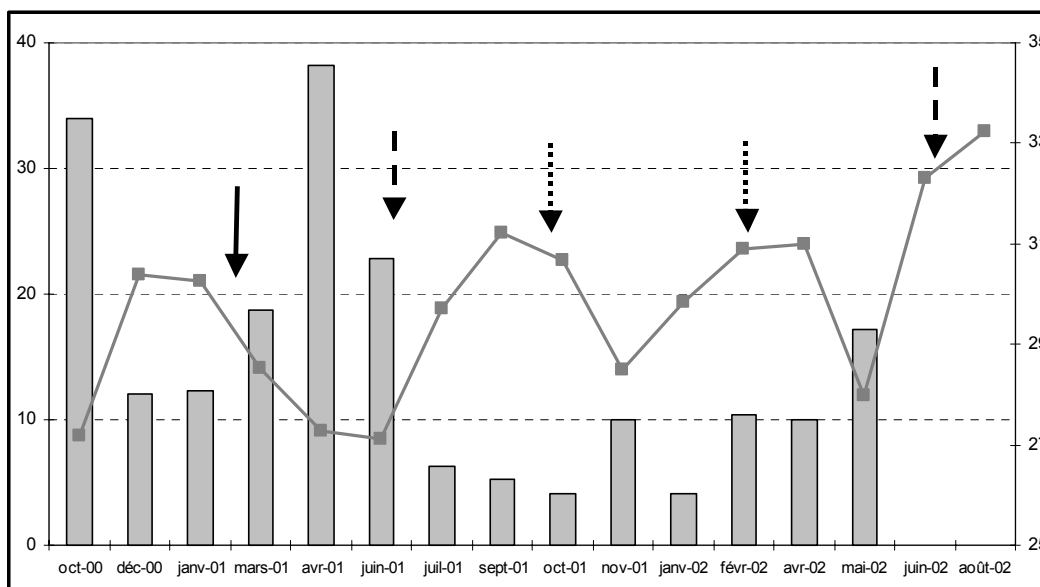
- Les résultats sérologiques ne reflètent pas encore la récente diminution des incidences. Au cours des quatre premières enquêtes sérologiques²⁵ (juillet 2001, novembre 2001, février

²⁴ Les prévalences diminuent significativement entre les deux saisons sèches chaudes ($p < 0.01$).

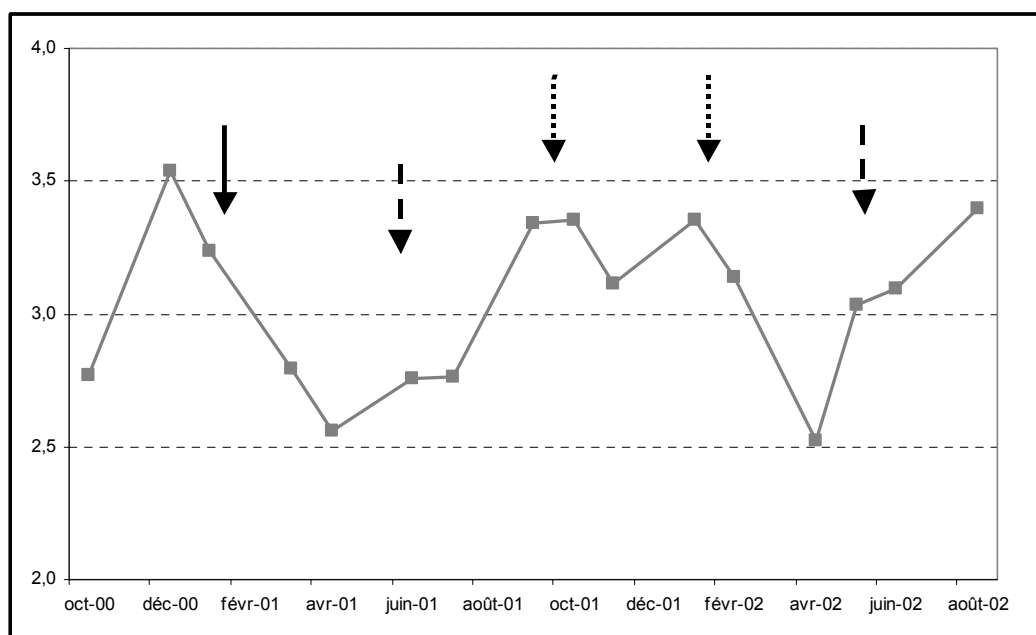
²⁵ Les résultats des enquêtes sérologiques de mai et août 2002 ne sont pas encore disponibles.

2002 et avril 2002), le pourcentage d'animaux porteurs d'anticorps dirigés contre *T. vivax* oscille entre 95 et 97 %. Il est compris entre 32 et 70 % pour *T. congolense* et 30 et 42 % pour *T. brucei brucei*. *T. vivax* est bien le trypanosome le plus fréquent.

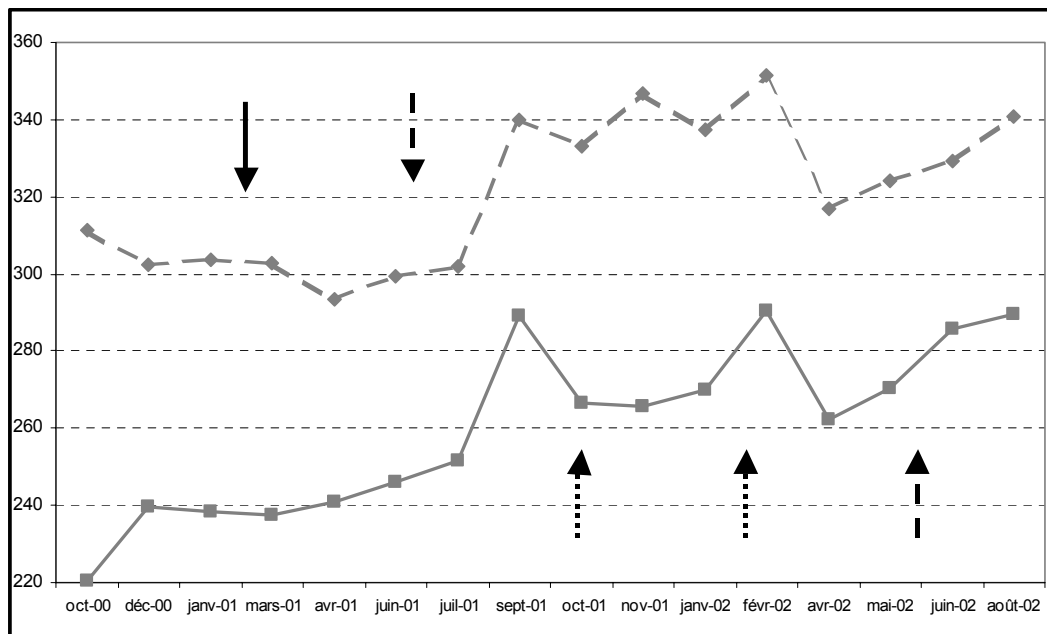
▪ Suivi sanitaire (graphique 14)



Graphique 14 a : Hématocrite moyen (trait plein) et pourcentage d'animaux douteux (Ht < 25 %) à Bagouera. Le code des flèches est celui déjà décrit au graphique 3.



Graphique 14 b : Etat moyen estimé à Bagouera. Le code des flèches est celui déjà décrit au graphique 3.



Graphique 14 c : Poids moyen des animaux sentinelles (trait plein) et de ceux de plus de 3 ans (trait pointillé) à Bagouera. Le code des flèches est celui déjà décrit au graphique 3.

- L'hématocrite moyen subit de manière classique des variations liées à la saison. Les périodes de soudure²⁶ sont caractérisées par une disponibilité fourragère très réduite et des animaux en mauvais état d'embonpoint. Elles sont alors marquées par des diminutions de l'hématocrite moyen ($p < 0.05$), alors que l'hivernage permet l'augmentation de cet indicateur ($p < 0.05$).
- La lutte semble avoir permis d'amortir les effets de la fin de la saison sèche chaude, et d'augmenter le bénéfice de l'hivernage.
- Le pourcentage d'animaux douteux est élevé pendant la première période sèche (34 % en octobre et 38 % en avril). A partir de juillet 2001, il diminue ($p < 0.001$). Cette amélioration se maintient la seconde année du suivi de manière significative²⁷.
- L'état moyen des animaux présente aussi deux diminutions importantes ($p < 0.001$), en relation avec les difficultés nutritionnelles notamment en fin de saison sèche chaude. Si aucune augmentation globale n'est observée au cours des années de suivi, l'état moyen des animaux se rétablit plus rapidement après la saison sèche 2002 qu'après celle de 2001.

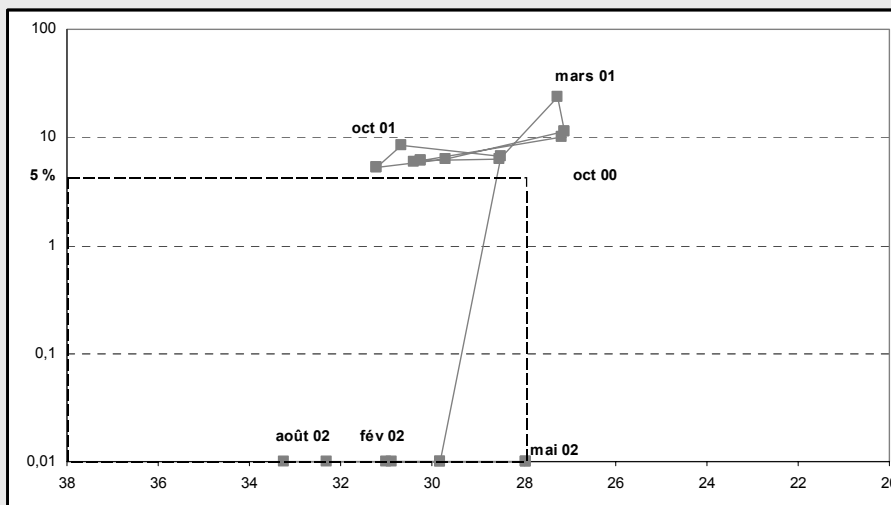
²⁶ La soudure correspond à la période de fin de saison sèche chaude, avant les premières pluies.

²⁷ Diminution entre les deux saisons sèches chaudes ($p < 0.05$) et froides ($p < 0.01$).

- Le poids moyen augmente entre le début du suivi et le premier hivernage ($p < 0.05$). Il semble ensuite se maintenir à un niveau globalement plus élevé lors de la deuxième année. Il est difficile d'attribuer cette augmentation du poids moyen aux seuls effets de la lutte, en effet 77 % des animaux ont moins de 3 ans au début du protocole et n'ont pas terminé leur croissance. Néanmoins l'évolution du poids moyen des animaux de plus de 3 ans suit la même tendance que le poids moyen global précédemment décrit²⁸. Ce résultat semble indiquer une amélioration de l'état des animaux au cours de la lutte.

En résumé :

La lutte a permis à Bagouera de diminuer très fortement les incidences parasitaires, permettant ainsi une augmentation du poids moyen des animaux suivis et une diminution de l'effet de la soudure sur la chute de l'hématocrite moyen. Le graphique 15 combine les données parasitaires et l'hématocrite moyen (Bauer, B. *et al.*, 1999). La situation, initialement en dehors de la zone de production acceptable (cadre en pointillé), y entre à partir de janvier 2002, marquant une amélioration durable de l'état des animaux.



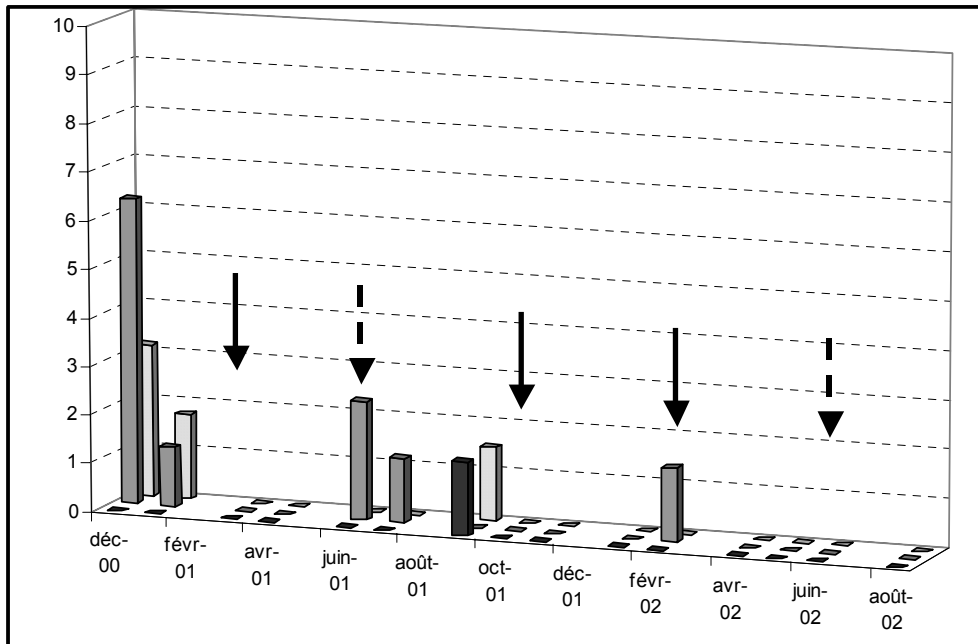
Graphique 15 :
Taux d'infection mensuel en fonction de l'hématocrite moyen à Bagouera. Le rectangle en pointillé représente la zone de production acceptable.

2. 2. Suivi du troupeau sentinelle de Sinogdjan

A Sinogdjan les 50 animaux sont tous suivis jusqu'en juillet 2001, leur nombre varie ensuite entre 45 et 50.

²⁸ Les faibles effectifs d'animaux (entre 2 et 12 suivant les enquêtes) ne permettent pas d'effectuer des comparaisons statistiques.

▪ Suivi des incidences parasitaires (graphique 16)



Graphique 16 : Incidence parasitaire mensuelle (toutes techniques confondues) au sein du troupeau sentinelle de Sinodjan.

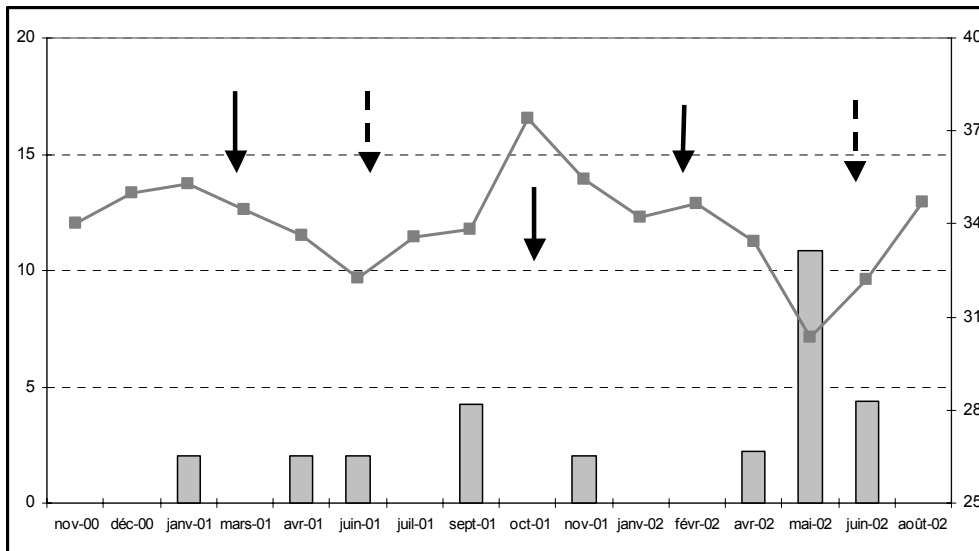
■ : *T. vivax*, ▨ : *T. brucei brucei* et ■ : *T. congolense*. Le code des flèches est le même que celui décrit au graphique 8.

- Les incidences parasitaires diminuent très rapidement dès le début de la lutte (février 2001) et restent ensuite faibles et rares. Elles sont liées à *T. vivax* (60 %), *T. congolense* (20 %) et *T. brucei brucei* (20 %). A partir de février 2002 aucune infection n'a plus été retrouvée dans le troupeau sentinelle de Sinodjan.

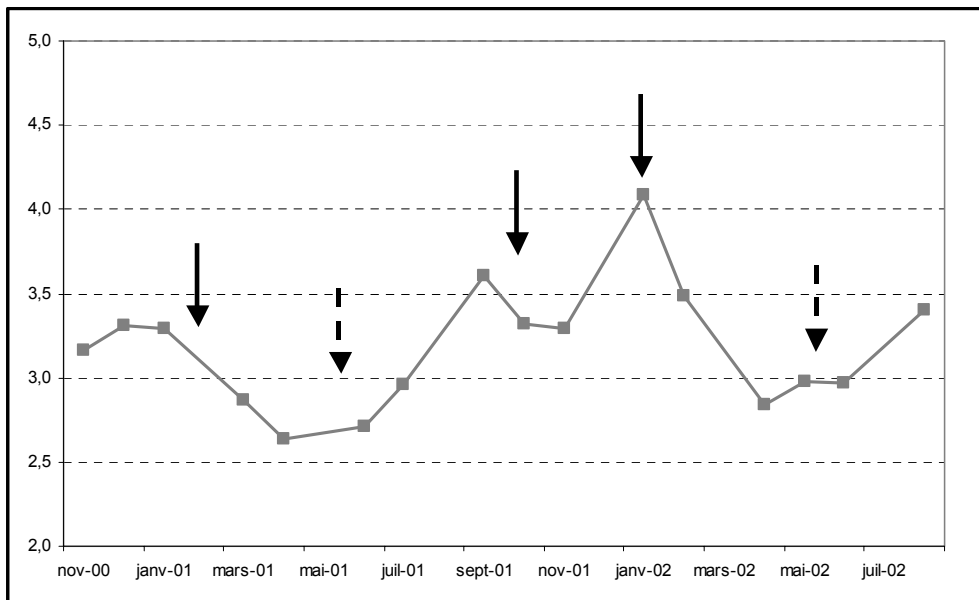
- Les résultats sérologiques confirment cette diminution²⁹ : entre juillet 2001 et avril 2002, le pourcentage d'animaux positifs passe de 85.4 à 62.2 % pour *T. vivax* ($p < 0.05$), de 43.8 à 6.7 % pour *T. brucei brucei* ($p < 0.01$). Le nombre de porteurs d'anticorps anti *T. congolense* chute de 37.5 à 17 % entre juillet 2001 et février 2002 ($p < 0.05$), puis remonte à 31.1 % en avril 2002.

▪ Suivi sanitaire (graphique 17)

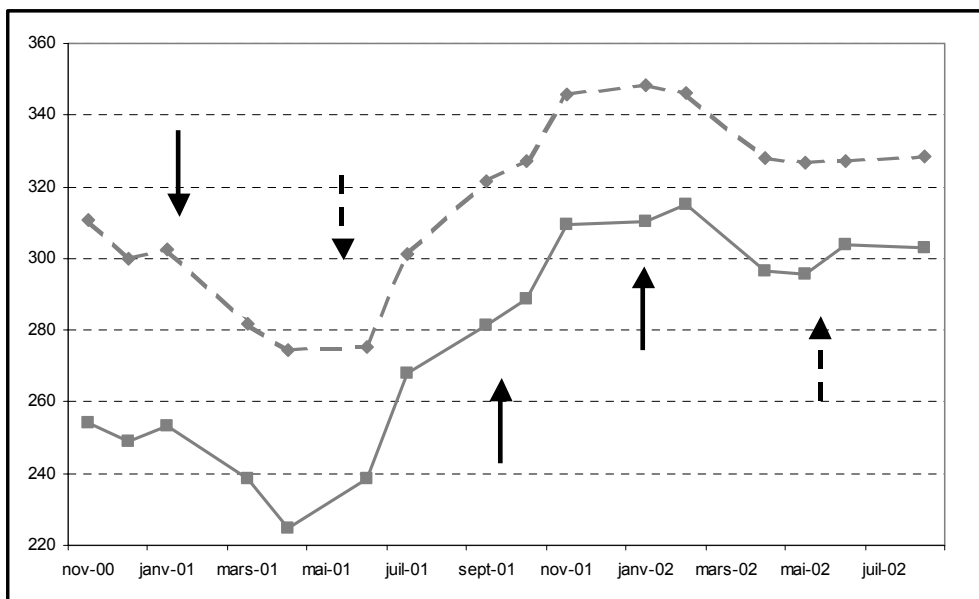
²⁹ Les résultats de mai et août 2002 ne sont pas disponibles.



Graphique 17 a : Hématocrite moyen (trait plein) et pourcentage d'animaux douteux (Ht < 25 %) à Sinogdjan. Le code des flèches est celui déjà décrit au graphique 8.



Graphique 17 b : Etat moyen estimé à Sinogdjan. Le code des flèches est celui déjà décrit au graphique 8.



Graphique 17 c : Poids moyen des animaux sentinelles (trait plein) et de ceux de plus de 3 ans (trait pointillé) à Sinogdjan. Le code des flèches est celui déjà décrit au graphique 8.

- L'hématocrite moyen présente deux diminutions significatives ($p < 0.01$ et $p < 0.05$) à la fin des saisons sèches chaudes et un maximum à la fin de l'hivernage 2001 ($p < 0.01$).

- On peut remarquer les hautes valeurs initiales qui traduisent une meilleure situation à Sinogdjan. Les propriétaires d'animaux de Sinogdjan sont des agropasteurs, à la différence des agriculteurs de Bagouera et Péfrou. Ils possèdent une meilleure maîtrise de l'élevage, aidée par une gestion communautaire efficace de l'agropastoralisme (grande autorité du chef de village dans une situation monoethnique). De plus la proximité de Bobo Dioulasso permet un approvisionnement en médicaments vétérinaires plus facile que dans les autres zones.

- L'hématocrite moyen passe de 34.0 à 37.4 ($p < 0.01$) entre les fins d'hivernage 2000 (début de la lutte) et 2001. Le pourcentage d'animaux douteux est faible tout au long de la lutte. Ce pourcentage marque cependant une augmentation significative lors de la saison sèche chaude 2002 ($p < 0.05$), période de soudure particulièrement longue cette année.

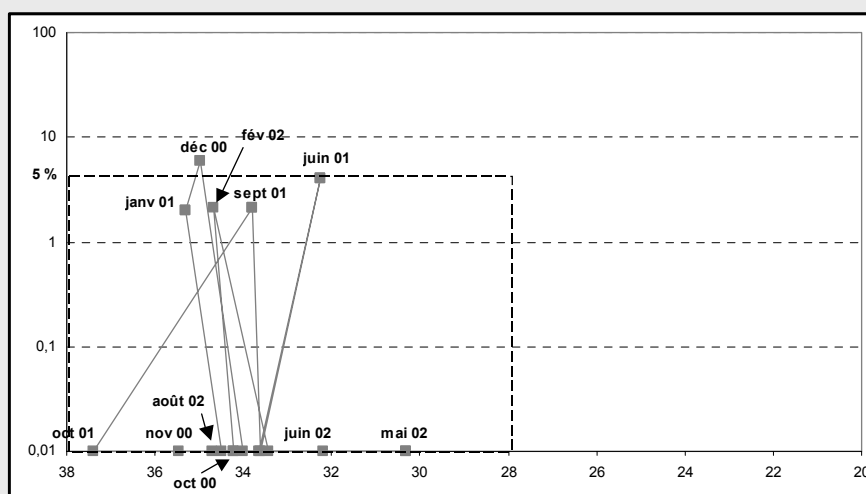
- L'état moyen suit lui aussi des variations liées aux saisons³⁰. Lors de la deuxième année de suivi, il est plus élevé, à date identique, en fin de saison sèche chaude (avril 2001 et 2002, $p < 0.01$) ou en fin d'hivernage (novembre 2000 et septembre 2001, $p < 0.001$).

- Après une diminution en période de soudure, le poids moyen subit une augmentation ($p < 0.01$) au cours de l'année 2001. Il se maintient ensuite à un poids moyen plus élevé dans l'année 2002, malgré une diminution non significative en avril-mai 2002. De 2001 à 2002, le poids moyen a augmenté de 55 kilos entre les deux mois de novembre ($p < 0.001$) et de 70 kilos entre les deux mois d'avril ($p < 0.001$). Le poids moyen des animaux de plus de 3 ans (18 % au début du suivi) suit les mêmes variations.

³⁰ Il connaît deux minima en avril 2001 et 2002 ($p < 0.001$ et 0.05) et un maximum après l'hivernage 2001 ($p < 0.001$).

En résumé :

La lutte à Sinogdjan a permis d'annuler rapidement les incidences parasitaires, ce qui entraîne une diminution des taux d'animaux sérologiquement positifs. Cette suppression du challenge parasite semble avoir amélioré la situation en terme d'hématocrite, d'état et de poids moyens au cours du suivi. Le graphique 18 montre une situation initiale à Sinogdjan oscillant entre les deux extrémités de la zone de production acceptable. A partir d'octobre 2001 (sauf février 2002), elle s'installe de façon permanente dans la partie optimale du graphique.



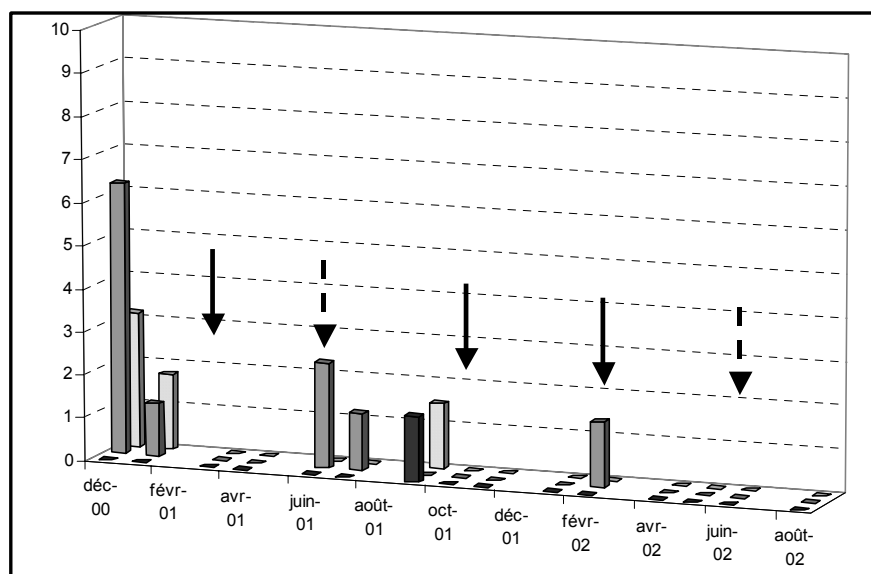
graphique.

Graphique 18 : Taux d'infection mensuel en fonction de l'hématocrite moyen à Sinogdjan. Le rectangle en pointillé représente la zone de production acceptable.

2. 3. Suivi du troupeau sentinelle de Péfrou

Le nombre d'animaux suivis varie entre 35 et 50 animaux (en moyenne 40).

▪ Suivi des incidences parasitaires (graphique 19)



Graphique 19 : Incidence parasitaire mensuelle (toutes techniques confondues) au sein du troupeau sentinelle de Péfrou.

■ : *T. vivax*, ■ : *T. brucei brucei* et ■ : *T. congolense*.

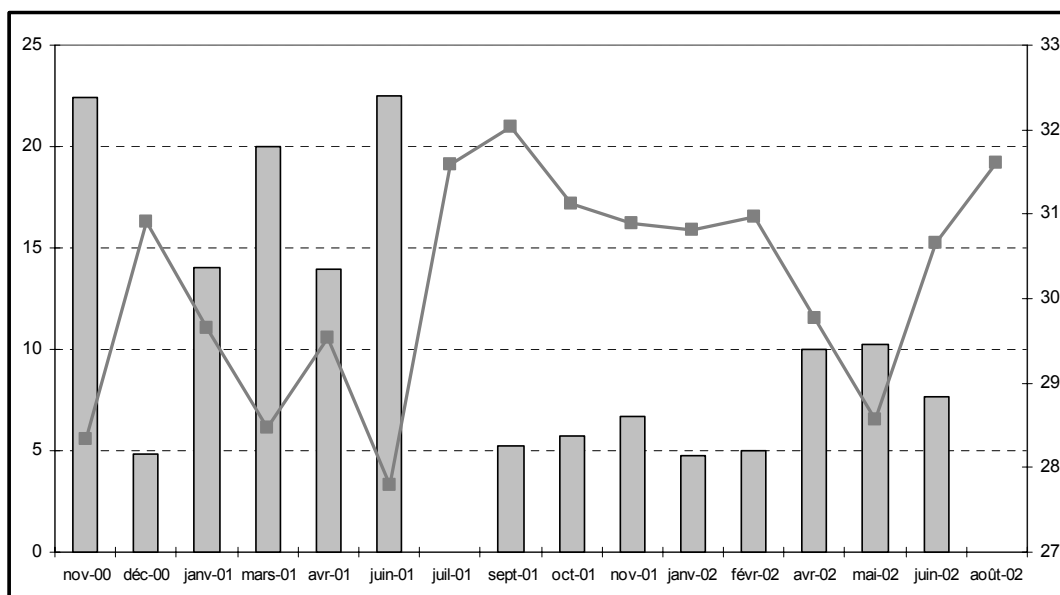
- La situation initiale est dominée par la transmission de *T. vivax* (92 %), *T. congolense* étant faiblement présent (8 %). Les incidences parasitaires deviennent nulles d'août 2001 à mars 2002, à une période où les densités de glossines ont fortement diminué.

- Pendant la période sèche chaude 2002, de rares et faibles infections (exclusivement à *T. vivax*) sont observées à une période où très peu de glossines sont capturées. On ne peut exclure un possible rôle de la transmission mécanique à cette période.

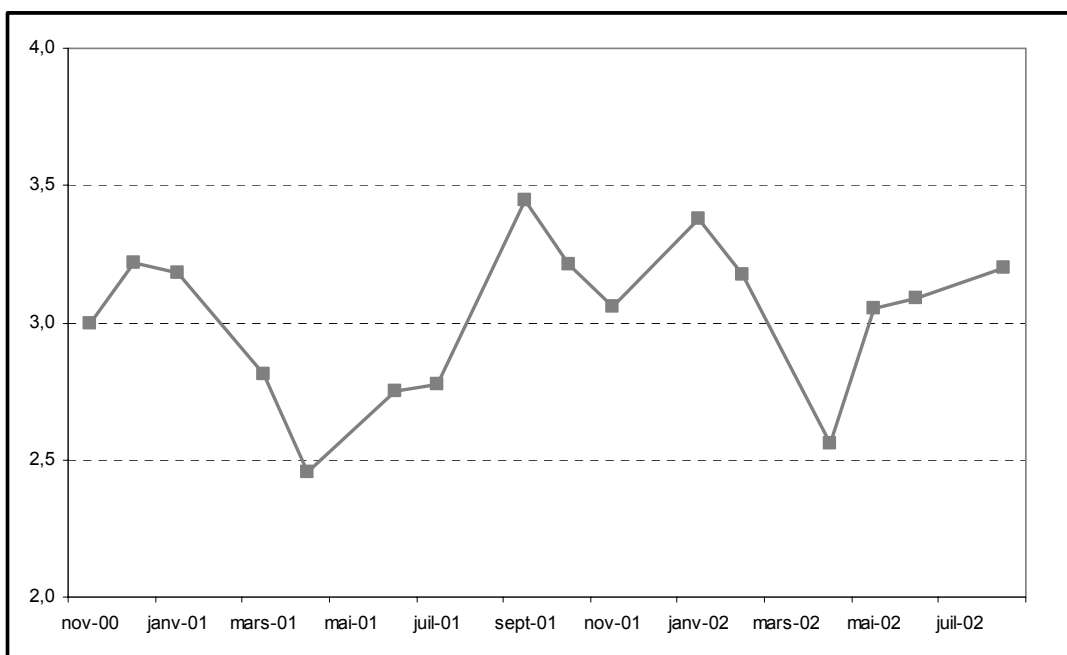
- Les résultats sérologiques confirment cette situation. En juillet 2001, 97.4 % des animaux sont positifs à *T. vivax*, qui est le parasite majoritaire chez les bovins et les vecteurs (100 % des glossines infectées le sont à *T. vivax*). Entre juillet 2001 et avril 2002, ce pourcentage diminue à 80 % ($p < 0.05$). Il en est de même pour le pourcentage de bovins porteurs d'anticorps anti *T. brucei brucei*, qui passe de 50 à 7.5 % ($p < 0.01$) ou anti *T. congolense* de 41.9 à 34.5 % (différence non significative).

- La lutte dans les sites adjacents semble donc avoir entraîné une diminution des incidences parasitaires.

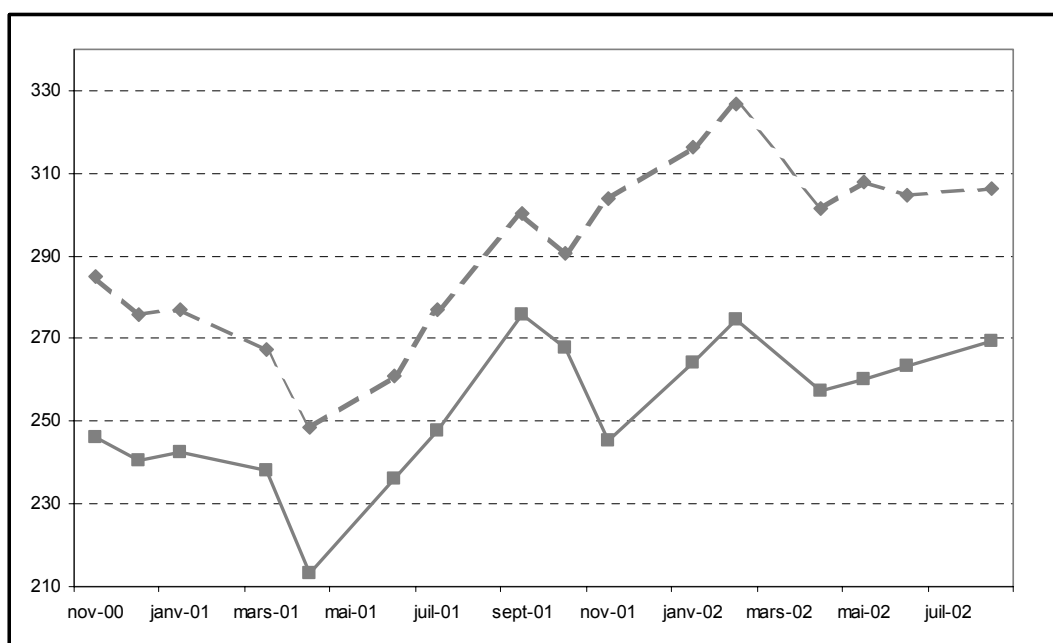
▪ Suivi sanitaire (graphique 20)



Graphique 20 a : Hématocrite moyen (trait plein) et pourcentage d'animaux douteux (Ht < 25 %) à Péfrou.



Graphique 20 b : Etat moyen estimé à Péfrou.



Graphique 20 c : Poids moyen des animaux sentinelles (trait plein) et de ceux de plus de 3 ans (trait pointillé) à Péfrou.

- L'hématocrite moyen suit les mêmes variations que pour les autres sites³¹. Par rapport à 2001, il diminue de façon moins marquée pendant la période de soudure 2002 et augmente plus fortement après l'hivernage 2002 (différences non significatives).

³¹ On constate des diminutions en périodes de soudure 2001 et 2002 ($p < 0.01$ et $p < 0.05$) et des augmentations pendant les hivernages 2000, 2001 et 2002 ($p < 0.05$, $p < 0.01$ et $p < 0.01$).

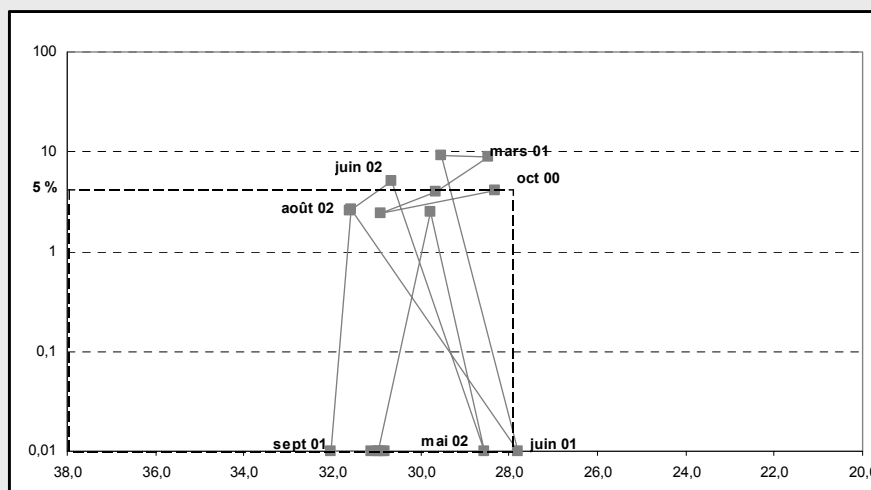
- Le pourcentage d'animaux douteux est important et à peu près constant pendant toute la période sèche 2000-2001. Ce pourcentage diminue avec l'hivernage 2001 ($p < 0.001$), période caractérisée par une amélioration de la disponibilité fourragère. Entre les deux années de suivi, ce pourcentage diminue entre les saisons sèches froide ou chaude ($p < 0.05$). Cette tendance est à mettre en relation avec la rareté des infections.

- L'état moyen suit lui aussi des variations saisonnières. On note néanmoins une augmentation de cet indicateur entre les deux mois de janvier successifs ($p < 0.05$).

- Le poids moyen augmente de façon significative après la période de soudure ($p < 0.01$), de plus il se maintient à un niveau plus élevé l'année 2002 : le poids moyen gagne 44 kilos entre les mois d'avril 2001 et 2002 ($p < 0.01$). Le poids moyens des animaux de plus de trois ans (58 % du troupeau sentinelle) suit la même tendance³².

Résumé :

Le site de Péfrou semble subir l'influence de la lutte puisque les incidences parasitaires chutent fortement dans la zone, en rapport avec la diminution des vecteurs. Cette moindre pression parasitaire est visible essentiellement par un faible nombre d'animaux douteux et par une augmentation du poids moyen d'une année à l'autre. Malgré cette amélioration, la situation semble, à la fin du protocole, moins bonne que dans les deux autres sites (graphique 21), la pression parasitaire ayant été diminuée, ici, plus tardivement.



Graphique 21 : Taux d'infection mensuel en fonction de l'hématocrite moyen à Péfrou.

³² 53 kilos entre les mois d'avril 2001 et 2002 ($p < 0.01$) et 40 kilos entre les mois de janvier 2001 et 2002 ($p < 0.01$).

Sixième partie : discussion, perspectives et conclusions

1. Choix des sites de lutte

Les sites de lutte ont été identifiés comme points épidémiologiquement dangereux. Les faibles densités de glossines peuvent paraître surprenantes dans ces points présentant un risque élevé. Toutefois le suivi avant la lutte n'a duré que 3 mois, à une période qui n'est pas la plus propice aux tsé-tsés. Malgré ces faibles densités les incidences parasitaires sont importantes. Des discussions avec les éleveurs nous apprennent que la trypanosomose est, pour les troupeaux basés dans ces sites, la principale contrainte d'ordre parasitaire, l'autre étant les tiques et les helminthes. Les éleveurs sont obligés de répéter les traitements trypanocides qui occupent la place la plus importante dans leurs dépenses vétérinaires. D'après ces observations, une lutte contre la trypanosomose est nécessaire pour les agroéleveurs.

Les faibles densités de glossines observées dès le début du suivi sont vraisemblablement liées à l'intensification de la pression agricole, et en particulier à l'intensification de la culture du coton en expansion dans la zone de Sidéradougou (Pigé, J., 2000). Il semble que les densités de glossines sont inférieures à celle de 1995-96, confirmant la tendance observée entre 1982 et 1996 (de La Rocque, S. *et al.*, 2001a). Une étude réalisée récemment dans le bassin du cotonnier du Mouhoun montre en effet l'influence majeure de ce type de culture sur les densités, en raison des grandes quantités d'insecticide utilisées (Bouyer, J., commun. pers.). Certains endroits du réseau hydrographique permettent un maintien de populations réserves qui réalimentent en continu le réseau hydrographique. Ces endroits protégés seraient des lieux privilégiés de lutte pour réussir à contrôler de façon durable la trypanosomose dans la zone agropastorale de Sidéradougou.

2. La réalisation de la lutte

Le début du suivi n'a fait le point que sur la situation de la trypanosomose. L'amélioration de l'état des animaux est difficilement attribuable uniquement à la diminution de la transmission trypanosomienne, le protocole associant écrans imprégnés, *pour-on* insecticide et vermifuge. Cependant il s'intègre parfaitement dans une stratégie sanitaire individuelle globale.

Les éleveurs constatent une amélioration, la trypanosomose n'étant plus une contrainte à l'issue de la lutte. Ce bénéfice est visible sur tous les animaux, vermifugés ou non. Les éleveurs de Sinogdjan (là où l'efficacité de la lutte sur les glossines est la plus nette) n'utilisent plus de trypanocide, même sur les animaux ne participant au suivi. Ainsi l'amélioration de la situation est en grande partie liée à la réduction des densités de vecteurs, même si la lutte *pour-on* ayant permis de diminuer la pression des tiques a eu un effet sur l'état sanitaire des animaux. C'est d'ailleurs à la disparition des glossines, surtout à Péfrou et Sinogdjan, que les éleveurs attribuent l'amélioration de la situation.

L'un des résultats les plus intéressants de la lutte ciblée est la chute des densités de vecteurs, à Péfrou, à distance des points de lutte. Cette donnée justifie la démarche d'un contrôle limité dans l'espace. La diminution des densités est explicable en concevant une grande mobilité des glossines le long du réseau hydrographique. Bien que de grandes études, par lâchers-recaptures de mouches marquées, ont été effectuées (Cuisance, D. *et al.*, 1985), peu de certitudes existent sur les capacités de dispersion des glossines (distance parcourue par jour, comportement en milieu hétérogène...).

Une démarche de modélisation des mouvements des glossines à partir des données de Cuisance (1985) pourrait permettre de quantifier l'effet d'un protocole de lutte à distance du point considéré. Un modèle simple pourrait se baser sur l'hypothèse d'une distance constante parcourue quotidiennement, aléatoirement vers l'amont ou l'aval du cours d'eau. Cette première approximation donne des résultats comparables à ceux obtenus par Cuisance (1985), lors de lâchers de glossines marquées dans une galerie forestière homogène. Le modèle pourrait par la suite intégrer une hétérogénéité dans le déplacement des glossines, une petite partie de la population se déplaçant vraisemblablement sur des distances nettement supérieures à la moyenne (Cuisance, D. *et al.*, 1985). Le modèle pourrait, par la suite, prendre en compte les dynamiques de populations, mais aussi différents indicateurs du paysage. Pour connaître le comportement des tsé-tsé face à différents obstacles, de nouvelles expérimentations de lâchers de glossines en milieu non homogène serait alors indispensable.

Un tel modèle pourrait servir à quantifier, même à distance, l'impact d'une lutte sur les populations de vecteurs, mais aussi à identifier des zones isolées, dont les caractéristiques du paysage empêcheraient un passage de glossines colonisatrices. Il deviendrait alors un outil indispensable, la FAO (Food and agriculture organization) orientant la lutte anti tsé-tsé vers un contrôle des populations fragmentées en vue de leur éradication.

Bagouera, étant soumis à une constante réinvasion par des glossines des sites adjacents, ne permettait pas d'exploiter au mieux l'avantage du triflumuron sur les pyréthrénoïdes. En effet les insecticides, qu'ils soient utilisés pour l'imprégnation d'écrans ou en application *pour-on*, ne touchent que les insectes qui se posent sur les SAT. Il peut alors se maintenir une population résiduelle de vecteur. Le triflumuron peut atteindre des femelles n'entrant pas en contact avec des écrans imprégnés, via des accouplements avec des mâles qui se sont posés sur ces SAT (Langley, P. A., 1995). Les effets du triflumuron semblent donc plus larges que ceux des insecticides, diminuant la probabilité d'un maintien d'une population résiduelle. Il apparaît aujourd'hui que la principale indication du triflumuron est l'éradication d'une population isolée. Néanmoins dans ce protocole, le triflumuron a permis de contrôler suffisamment les densités glossiniennes pour permettre l'interruption des cycles de transmission.

Le mode d'action du triflumuron rend possible une augmentation du taux d'infection des glossines par son activité sur les lectines, simultanément à une diminution du taux de maturation des trypanosomes (Halos, L., 2002). Les faibles effectifs capturés rendent l'analyse de cet effet sur le terrain très difficile. A Bagouera, l'emploi du triflumuron a entraîné une chute des incidences parasitaires liée à la diminution des densités de vecteurs. Ces résultats semblent relativiser l'importance de contre-indications dans l'utilisation sur le terrain du triflumuron.

3. La pérennité de la lutte

Les éleveurs des trois zones ont remarqué une amélioration de la situation. Cette constatation avait déjà été relevée par une enquête socio-économique réalisée au milieu de l'intervention, et devrait être confirmée par une enquête prévue en fin de lutte (Ouedraogo, A., 2002). Au milieu du suivi, on révèle une diminution du taux de mortalité et une augmentation de la surface cultivée par animal et de la production laitière journalière. Au dire des éleveurs, cette amélioration semble plus importante à Sinogdjan qu'à Péfrou et à Péfrou qu'à Bagouera. Cette gradation dans la perception est la même que celle observée dans les densités de glossines, et dans la rapidité de contrôle des incidences parasitaires, ce qui laisse supposer que c'est en grande partie la diminution de la pression glossinienne qui est à l'origine de l'amélioration de la situation.

Les éleveurs font très bien la corrélation entre l'amélioration de la situation et le début de l'intervention. Il existe une très forte demande des éleveurs pour que la lutte continue. La première réaction est néanmoins de souhaiter que le protocole soit assumé entièrement par le Cirde. Le manque de participation financière au cours du suivi pourrait être responsable de la difficulté des éleveurs à concevoir la prise en charge des coûts de la lutte.

Après avoir pris conscience que le contrôle ne pouvait pas être indéfiniment réalisé par le Cirde, les éleveurs consentent à la financer, et demandent un appui technique du Cirde pour la vérification de son efficacité et de sa bonne réalisation. Cette volonté semble être plus évidente à Sinogdjan et Péfrou qu'à Bagouera, où la situation multi-ethnique marquée rend la coordination difficile.

Notre étude a confirmé l'efficacité de l'utilisation d'écrans imprégnés pendant la saison sèche, déjà employés avec succès par le passé (Merot, P. *et al.*, 1984). Durant l'hivernage, l'application de solutions insecticides *pour-on* semblent une alternative intéressante à la diminution de l'effet des écrans. Les SAT mobiles semblent plus défavorables à *G. tachinoides* qu'à *G. p. gambiensis*, différence qui s'explique par des préférences trophiques spécifiques.

L'achat de solution *pour-on* représente pour les éleveurs un coût trop important. Par contre l'utilisation d'écrans imprégnés d'insecticide reviendraient à un coût supportable (60.000 Fcfa³³ par an pour chaque site). Cette méthode de lutte pose le problème de l'organisation villageoise pour l'achat des écrans, des produits de réimprégnation et pour la mise à disposition de main d'œuvre nécessaire à leur mise en place et entretien. De plus les écrans n'appartiendraient à aucune personne physique, mais à l'ensemble de ceux ayant participé financièrement. Les éleveurs possédant peu d'animaux sont intéressés par une solution plus individuelle du problème, c'est à dire par l'aspersion des animaux avec une solution insecticide. Cette méthode permet de concevoir un prix fixe par animal et par traitement (50 Fcfa). Elle a en outre l'avantage de permettre une lutte simultanée contre les glossines et les tiques.

³³ 100 Fcfa valent 0.15 euros ; 60 000 Fcfa valent 90 euros.

Ainsi il a été prévu de revenir rencontrer les éleveurs fin août pour leur présenter précisément le coût d'une lutte par aspersion d'insecticide, leur proposer un calendrier de traitement, et réaliser avec eux la première application dont les frais seront à leur charge. Par la suite, l'efficacité de cette lutte sera suivie par des enquêtes entomologiques mensuelles et des enquêtes de prévalence au sein des troupeaux. Le but final étant une généralisation progressive de cette méthode à l'ensemble des points épidémiologiquement dangereux et ainsi aboutir au contrôle durable, entièrement assumé par les éleveurs, de la trypanosomose animale dans la zone agropastorale de Sidéradougou.

Conclusion

La lutte ciblée menée dans la zone agropastorale de Sidéradougou a permis de diminuer suffisamment les densités de glossines pour rompre les cycles de transmission.

Ces diminutions ont été rapides à Sinogdjan (lutte insecticide) et plus progressives à Bagouera (lutte triflumuron). Le triflumuron a ainsi montré son efficacité à contrôler les populations de vecteurs. Cette diminution de la pression trypanosomienne s'est accompagnée d'une amélioration de l'état et des performances des animaux, bénéfice perçu par les éleveurs.

La lutte ciblée a également permis un contrôle des populations de glossines à distance ; les densités de vecteurs et les incidences parasitaires du site de Péfrou ont diminué sans intervention. Là encore cette diminution de la pression glossinienne s'est accompagnée d'une amélioration de la situation sanitaire des animaux. Cette constatation confirme l'intérêt d'une lutte ciblée dans la zone de Sidéradougou. Les populations de glossines ne sont pas indépendantes et une action menée sur une fraction du réseau hydrographique a une influence sur l'ensemble des vecteurs de la zone. Ceci est particulièrement important dans un contexte où la lutte anti-vectorielle doit prendre en compte son impact sur l'environnement, ses effets devant être sélectifs et spécifiques.

La perception par les éleveurs de l'amélioration rend envisageable une passation de la prise en charge de la lutte. Les premières discussions sont encourageantes et la prochaine étape sera la mise en place d'un protocole de lutte compatible avec leurs ressources financières. Ainsi il est proposé de continuer le contrôle grâce à l'aspersion des animaux par une solution insecticide, avec un mode de paiement par animal et par traitement. Le CIRDES continuera à vérifier la bonne réalisation de la lutte et à contrôler son efficacité par des suivis entomologiques et des enquêtes de prévalence. L'objectif final est la généralisation de cette méthode à l'ensemble des points épidémiologiquement dangereux de la zone agropastorale de Sidéradougou.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, P. DESNOYERS, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

M. BALENGHIEN Thomas

a été admis(e) sur concours en : 1997

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 28 novembre 2002

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Ph. DORCHIES, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

autorise la soutenance de la thèse de :

M. BALENGHIEN Thomas

intitulée :

« Lutte anti-vectorielle ciblée dans le contrôle de la trypanosomose : l'exemple de Sidéradoukou »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Philippe DORCHIES**



**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Jean-Louis FONVIEILLE**



**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Pierre DESNOYERS**



**Vu le : 13 DEC. 2002
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Jean-François SAUTEREAU**



Bibliographie

ALLSOPP, R. Options for vector control against trypanosomiasis in Africa. *Trends Parasitol.*, 2001, **17**, 1, 15-19.

AMSLER, S., FILLEDIER, J. et MILLOGO, R. Efficacité comparée de différents pièges pour la capture de *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae) au Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1994, **47**, 2, 207-214.

AUTHIÉ, E. MUTETI, D. K. et WILLIAMS, D. J. L. Antibody responses to invariant antigens of *Trypanosoma congolense* in cattle of differing susceptibility to trypanosomiasis. *Parasite Immunol.*, 1993, **15**, 101-111.

BAUER, B., AMSLER, S., KABORÉ, I. *et al.* Application of synthetic pyrethroids to cattle, laboratory trials and tsetse control operations with specific consideration of extension of rural communities, (non publié).

BAUER, B., AMSLER-DELAFOSSÉ, S., CLAUSEN, P. H. *et al.* Successful application of deltamethrin pour on to cattle in a campaign tsetse flies (*Glossina spp.*) in the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso. *Trop. Med. Parasitol.*, 1995, **46**, 183-189.

BAUER, B., AMSLER-DELAFOSSÉ, S., KABORÉ, I. *et al.* Improvement of cattle productivity through rapid alleviation of african animal trypanosomosis by integrated disease management practices in the agropastoral zone of Yalé, Burkina Faso, *Trop. Anim. Health Prod.*, 1999, **31**, 89-102.

BAUER, B., KABORE, I., LIEBISCH, A. *et al.* Simultaneous control of ticks and tsetse flies in Satiri, Burkina Faso, by the use of flumethrin pour on for cattle, *Trop. Med. Parasitol.*, 1992a, **43**, 41-46.

BAUER, B., KABORE, I., et PETRICH-BAUER, J. The residual effect of deltamethrin spot on when tested against *Glossina palpalis gambiensis* under fly chamber conditions. *Trop. Med. Parasitol.*, 1992b, **43**, 38-40.

CAMUS, E. Diagnostic de la trypanosomose bovine sur le terrain par la méthode de centrifugation hématocrite. *Rev. Sci. Tech.*, 1983, **2**, 3, 751-769.

CHALLIER, A. Amélioration de la méthode de détermination de l'âge physiologique des glossines. Etudes faites sur *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949. *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 1965, **58**, 2, 250-259.

CHALLIER, A. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera-Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. Mémoires ORSTOM N°64, 1973, Paris, ORSTOM, 274 p.

CHALLIER, A. Perspectives d'utilisation de systèmes attractifs toxiques dans la lutte contre les glossines (Diptera : Glossinidae). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1984, **37**, n° sp., 31-59.

CHALLIER, A., EYRAUD, M., LAFAYE, A. *et al.* Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera : Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 1977, **XV**, 283-286.

CHALLIER, A. et LAVEISSIERE, C. Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina: Diptera - Muscidae*), description et essais sur le terrain. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 1973, **XI**, 251-262.

CHARTIER, C., ITARD, J., MOREL, P. C. *et al.* Précis de parasitologie vétérinaire tropicale, Paris : Editions TEC & DOC, 2000, 774 p.

CUISANCE, D., BARRE, N. et DE DEKEN, R. Ectoparasites des animaux : méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. *Rev. Sci. Tech.*, 1994, **13**, 1305-1356.

CUISANCE, D. et DE LA ROCQUE, S. Tsé-Tsé et trypanosomoses. Du système pathogène à l'évaluation du risque, 1998, Montpellier, CIRAD-EMVT / CNRS, 90 p.

CUISANCE, D., FEVRIER, J., DEJARDIN, J. *et al.* Dispersion linéaire de *Glossina palpalis gambiensis* dans une galerie forestière en zone soudano-guinéenne (Burkina Faso). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1985, **38**, 2, 153-172.

CUISANCE, D. ET POLITZAR, H. Etude de l'efficacité contre *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina tachinoides* de barrières constituées d'écrans ou de pièges biconiques imprégnés de DDT, de Deltaméthrine ou de Dieldrine. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1983, **36**, 159-168.

D'IETEREN, G. D. M., AUTHIE, E., WISSOCQ, N. *et al.* Trypanotolerance, an option for sustainable livestock production in areas at risk from trypanosomosis. *Rev. Sci. Tech.*, 1998, **17**, 1, 154-75.

DAGNOGO, M. et GOUTEUX, J. P. Comparaison de différents pièges à tsé-tsé (*Diptera, Glossinidae*) en Côte-d'Ivoire et au Congo. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1985, **38**, 371-378.

DE LA ROCQUE, S. Identification des facteurs discriminants majeurs de la présence des glossines dans une zone agro-pastorale du Burkina Faso. Intérêt pour la prévision du risque trypanosomien. Thèse Doct. Sci., Univ. de Montpellier II, 1997, 212 p.

DE LA ROCQUE, S., AUGUSSEAU, X., GUILLOBEZ, S. *et al.* The changing distribution of two riverine tsetse flies over 15 years in an increasingly cultivated area of Burkina Faso, *Bull. Entomol. Res.*, 2001a, **91**, 157-166.

DE LA ROCQUE, S., BENGALY, Z., MICHEL, J. F. *et al.* Importance des interfaces spatiales et temporelles entre les bovins et les glossines dans la transmission de la trypanosomose animale en Afrique de l'Ouest, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1999, **52**, 215-222.

DE LA ROCQUE, S., MICHEL, J. F. et CUISANCE, D. Les différentes potentialités d'un système d'information géographique pour les études épidémiologiques : l'exemple des trypanosomoses animales en zone soudanienne. *Méd. Trop.*, 2001b, **61**, 365-371.

DE LA ROCQUE, S., MICHEL, J. F., CUISANCE, D. *et al.* Du satellite au microsatellite. Le risque trypanosomien. Une approche globale pour une décision locale, Montpellier : Cirad, 2001c, 151 p.

DE LA ROCQUE, S., MICHEL, J. F., DE WISPELAERE, G. *et al.* De nouveaux outils pour l'étude des trypanosomoses animales en zone soudanienne : modélisation de paysages épidémiologiquement dangereux par télédétection et systèmes d'information géographique. *Parasite*, 2001d, **8**, 171-195.

DESQUESNES, M., MICHEL, J.F., DE LA ROCQUE, S. *et al.*, Enquête parasitologique et sérologique (ELISA-indirect) sur les trypanosomoses des bovins dans la zone de Sidéradougou, Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **52**, 3-4, 223-232.

ELDRIDGE, B. F. The Epidemiology of Arthropodborne Diseases. Dans : Medical Entomology. Kluwer Academic Publishers, 2000, 165-185.

FILLEDIER, J. et POLITZAR, H. Efficacité relative de différentes formes de leurres sur les trois espèces de glossines présentes au Burkina Faso (*Glossina morsistans submorsitans*, *Glossina tachinoides*, *Glossina palpalis gambiensis*). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1985, **38**, 358-363.

FLINT, S. A. Comparison of various traps for *Glossina spp.* (*Glossinidae*) and other Diptera, *Bull. Entomol. Res.*, 1985, **75**, 529-534.

FOIL, F. D. Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitol. Today*, 1989, **5**, 3, 88-96.

GOUTEUX, J. P. et LANCIEN, J. Le piège pyramidal à tsé-tsé (Diptera : Glossinidae) pour la capture et la lutte. Essais comparatifs et description de nouveaux systèmes de capture. *Trop. Med. Parasitol.*, 1986, **37**, 61-66.

GOUTEUX, J. P., et LE GALL, F. Piège bipyramidal à tsé-tsé pour la protection de l'élevage en République centrafricaine, *Rev. mond. Zootechn.*, FAO, 1992, **70**, 37-43.

GRANT, I. F. Insecticides for Tse-Tse and Trypanosomiasis control : is the environmental risk acceptable? *Trends Parasitol.*, 2001, **17**, 10-14.

GREMY, F. et SALMON, D. Bases statistiques pour la recherche médicale et biologique. Paris : Dunod, 1969, 412 p.

GRUVEL, J. Contribution à l'étude écologique de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 (*Diptera, Muscidae*) dans la réserve de Kalamaloue, vallée du Bas-Chari. Thèse Doct. Sci. Nat., Université de Paris VI, 1974, 286 p.

GRUVEL, J. Activités de "*Glossina tachinoides*" W. (V). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1975a, **28**, 2, 173-193.

GRUVEL, J. Nutrition de "*Glossina tachinoides*" W. (III). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1975b, **28**, 1, 49-60.

- HALOS, L. Lutte contre les glossines : influence d'un régulateur de la croissance des insectes, le triflumuron, sur la compétence vectorielle de *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina tachinoides*). Thèse Doct. Vét., 2002, Maisons-Alfort, 101 p.
- HURSEY, B. S. The programme against african trypanosomiasis : aims, objectives and achievements. *Trends Parasitol.*, 2001, **17**, 2-3.
- HUSSAIN, M. et PERSCHKE, H. A study of factors affecting the persistence of deltamethrin applied to cotton fabric for tsetse fly control, *Chemosphere*, 1991, **22**, 677-684.
- ITARD, J. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Etudes et synthèses de l'I.E.M.V.T., 1986.
- JORDAN, A. M. Régulateurs de la croissance des insectes. Groupe FAO d'Experts des aspects écologiques et techniques du programme de lutte contre la trypanosomiase animale africaine et de mise en valeur des zones concernées, Rome, 1981, 2 p.
- KAMUANGA, M. et SANOGO, L., Analyse préliminaire des données d'enquêtes socio-économiques à Sidéradougou. Cirades, Bobo Dioulasso, 2000, 9 p.
- KUPPER, W., MANNO, A., DOVATI, A., *et al.* Impact des pièges biconiques imprégnés sur les populations de *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina tachinoides*. Résultats d'une campagne de lutte à grande échelle contre la trypanosome animale au nord de la Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1984, **37**, 176-185.
- KYORKU, C. A., MACHIKA, C. O., OTIENO, L. H. *et al.*. An improved odour-treated trap for a mixed population of *Glossina sp.* in the Kenya coast. Présenté dans : Proceedings of the 10th Meeting and Scientific Conference of the African Association of Insect Scientists, Mombasa, 1993, 251 p.
- LANGLEY, P. A. Evaluation of the chitin synthesis inhibitor triflumuron for controlling the tse-tse *Glossina morsitans morsitans* (Diptera : Glossinidae), *Bull. Entomol. Res.*, 1995, **85**, 495-500.
- LANGLEY, P. A., PERSCHKE, H. et HUSSAIN, M. Oil formulation of pyrethroids for contamination of tsetse flies (*Glossina spp.*) through tarsal contact with treated targets, *Pestic. Sci.*, 1992, **35**, 309-313.
- LAVEISSIERE, C., COURET, D., et GREBAUT, P. Recherche sur les écrans pour la lutte contre les glossines en région forestière de Côte d'Ivoire. Mise au point d'un nouvel écran. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. et Parasitol.* XXV, 1987, 145-164.
- LAVEISSIERE, C. et GREBAUT, P. Recherches sur les pièges à Glossines (Diptera : Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège "Vavoua", *Trop. Med. Parasitol.*, 1990, **41**, 185-192.
- LAVEISSIERE, C. et KINEOU, J. P. Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'Ouest. Relations entre l'âge physiologique et l'âge chronologique, *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. et Parasitol.* XX, 1982, 19-28.

- LEUNITA SUMBA, A., MIHOK, S. et Oyieke, F. A. Mechanical transmission of *Trypanosoma evansi* and *T. congolense* by *Stomoxys niger* and *S. taeniatus* in a laboratory mouse model. *Med. Vet. Entomol.*, 1998, **12**, 417-422.
- LÖHR, K. F., OMUKUBA, J. N., NJOGU, A. R. *et al.* Investigation of the efficacy of flumethrin pour-on for the control of high tsetse and trypanosomiasis challenge in Kenya, *Trop. Med. Parasitol.*, 1991, **42**, 131-141.
- MAGNARELLI, L. A. et ANDERSON, J. F. Feeding behaviour of *Tabanidae* (Diptera) on cattle and serologic analysis of partial blood meals. *Environ. Entomol.*, 1980, **9**, 664-667.
- MEROT, P., POLITZAR, H., TAMBOURA, I. *et al.* Résultats d'une campagne de lutte contre les glossines riveraines au Burkina par l'emploi d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1984, **37**, 175-184.
- MICHEL, J. F., MICHEL, V., DE LA ROCQUE, S. *et al.* Modélisation de l'occupation de l'espace par les bovins. Applications à l'épidémiologie des trypanosomoses animales. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1999, **52**, 25-33.
- MIHOK, S., MARAMBA, O., MUNYUKI, E. *et al.* Mechanical transmission of *Trypanosoma spp.* by african *Stomoxysiinae* (Diptera : Muscidae). *Trop. Med. Parasitol.*, 1995, **46**, 103-105.
- MOLOO, S.K., KABETA, J.M. et GITIVE, N.M. Study on the mechanical transmission by tsetse fly *Glossina morsitans centralis* of *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* or *T. brucei brucei* to goats. *Acta Trop.*, 2000, **74**, 105-108.
- MOREL, P. C. Les arbres et arbustes des savanes ouest-africaines (documents pour l'étude de l'écologie des glossines). Paris : Fonds d'Aide et de Coopération du Ministère de la Coopération, 1978.
- MURRAY, M., MURRAY, P. K. et McINTYRE, W. I. N. An improved parasitological technique for the diagnosis of African Trypanosomiasis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1977, **71**, 325-326.
- OMS. La trypanosomiase africaine : lutte et surveillance. Rapport d'un Comité d'experts de l'OMS, Série de rapports techniques 881, Genève, 1996, 123 p.
- OTTE, M. J. et ABUABARA, J. Y. Transmission of South American *Trypanosoma vivax* by the neotropical horse fly *Tabanus nebulosus*. *Acta Trop.*, 1991, **49**, 73-76.
- OUEDRAOGO, A. Durabilité de la lutte contre la trypanosomose animale africaine dans la zone de Sidéradougou : aspects socio-économiques. Institut du développement rural, 2002, 67 p.
- PIGE, J. Appui à la réalisation d'une typologie de fonctionnement des exploitations de la zone cotommière Ouest du Burkina Faso. Cirad-tera, 2000, 29 p.
- POLITZAR, H. et CUISANCE, D. A trap-barrier to block reinvasion of a river system by riverine tsetse species. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1983, **36**, 364-370.

- POLITZAR, H. et CUISANCE, D. An integrated campaign against riverine tsetse, *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina tachinoides* by trapping and the release of sterile males. *Insect Science and its Application*, 1984, **5**, 439-442.
- POLLOCK, J. N. Manuel de lutte contre la mouche tsé-tsé. FAO, **vol. 1** : biologie, systématique et répartition des tsé-tsé, 1989.
- PULLAN, N. B. Condition scoring of white Fulani cattle. *Trop. Anim. Health Prod.*, 1978, **10**, 118-120.
- REIFENBERG, J. M. Etude des relations parasites-hôtes dans l'épidémiologie moléculaire des trypanosomoses bovines au Burkina Faso. Thèse de doct. en Sci., Université Montpellier II, 1996.
- RODHAIN, F. et PEREZ, C. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris : Maloine S. A. éditeurs, 1985, 458 p.
- ROGERS, D. J. A general model for the African trypanosomiasis. *Parasitology*, 1988, **97**, 193-212.
- ROGERS, D. J. A general model for tsetse populations. *Insect Science and its Application*, 1990, **11**, 331-346.
- RAYMOND, H. L. *Tabanus importanus*, vecteur mécanique expérimental de *Trypanosoma vivax* en Guyane française. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1990, **65**, 1, 44-46.
- SCHOENEFELD, A. Essai de lutte contre *Glossina morsitans submorsitans* par utilisation d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1983, **36**, 33-43.
- SWALLOW, B. Impact of trypanosomosis on African agriculture. Présenté dans : Proceedings of the 24th International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control Meeting, Maputo. OAU, STRC, Nairobi, Kenya, 1998, 515-536.
- THOMSON, J. W., MITCHELL, M., RECS, M. B. *et al.* Studies on the efficacy of deltamethrin applied to cattle for the control of tsetse flies (*Glossina spp.*) in Southern Africa. *Trop. Anim. Health Prod.*, 1991, **23**, 221-226.
- THOMSON, J. W. et WILSON, A. The control of tsetse flies and trypanosomiasis by the application of deltamethrin to cattle. *Bull Anim. Health Prod. Afr.*, 1992, **40**, 5-8.
- TRONCY, P. M., ITARD, J. et MOREL, P. C. Précis de Parasitologie vétérinaire tropicale. Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 1981, 717 p.
- WALL, R. et LANGLEY, P. From Behaviour to Control: The Development of Trap and Target Techniques for Tsetse Fly Population Management. *Agriculture Zoology Reviews*, 1991, **4**, 137-159.
- WELBURN, S. C. et MAUDLIN, I. Tsetse - Trypanosome Interactions: Rite of Passage. *Parasitol. Today*, 1999, **15**, 10, 339-403.