

**Rôle de *Glossina fuscipes fuscipes*
Newstead, 1910 dans la transmission
des trypanosomoses bovines en
Afrique centrale**

**Cas de la zone d'élevage
d'Ouro-Djafoun
(République centrafricaine)**

Frank D'AMICO



**RÔLE DE *Glossina fuscipes fuscipes*
NEWSTEAD, 1910 DANS LA TRANSMISSION
DES TRYPANOSOMOSES BOVINES EN
AFRIQUE CENTRALE**

*Cas de la zone d'élevage
d'Ouro-Djafoun
(République centrafricaine)*

**RÔLE DE *Glossina fuscipes fuscipes*
NEWSTEAD, 1910 DANS LA TRANSMISSION
DES TRYPANOSOMOSES BOVINES EN
AFRIQUE CENTRALE**

*Cas de la zone d'élevage
d'Ouro-Djafoun
(République centrafricaine)*

Frank D'AMICO

TABLE DES MATIERES

Remerciements

Introduction

Chapitre I - Le contexte de l'étude 8

1. Généralités sur le Centrafrique

2. La zone d'étude : la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun

2.1. Cadre climatologique

2.2. Cadre écologique

2.2.1. Environnement floristique

2.2.2. Environnement faunistique

2.3. Cadre humain et pastoral

3. Les élevages étudiés

3.1. Elevages principaux

3.1.1. Elevage ANDE

3.1.2. Elevage d'Ardo Hodi bi Hamane

3.1.3. Elevage d'Ardo Sae bi Ewi

3.2. Elevages accessoires

3.2.1. Elevage d'Ardo Bouba bi Hamane

3.2.2. Elevage de Ndemayo

Chapitre II - Des bovins en savanes humides....Le compartiment "hôte" 18

1. Introduction

2. Le zébu Mbororo : un animal trypanosensible

2.1. Les trypanosomoses bovines : des affections graves

2.2. L'importance des trypanosomoses bovines parmi les différentes pathologies du zébu en RCA

2.3. Protocole de suivi des zébus

2.4. Index Bérénil

3. Le zébu Mbororo : un animal aux mœurs méconnus

3.1. L'espace pastoral

3.1.1. Définition

3.1.2. Troupeaux et espace pastoral chez les élevages étudiés

3.2. L'utilisation de l'espace pastoral par le troupeau

3.2.1. Migrations historiques

3.2.2. Mouvements saisonniers

3.2.3. Déplacements quotidiens

3.2.3.1. Cas de l'élevage ANDE

3.2.3.1.1. Organisation d'une journée pastorale

a. Composante temporelle

b. Composante spatiale

3.2.3.1.2. Variations journalières

3.2.3.1.3. Variations mensuelles

3.2.3.2. Cas des autres élevages

3.3. Le partage de l'espace pastoral par les troupeaux

3.4. L'abreuvement aux points d'eau temporaire

3.5. La conduite pastorale chez les taurins Baoulés

Chapitre III - Des mouches....Le compartiment "vecteur" 38

1. Introduction

1.1. Rappels sur la notion de vecteur

1.2. Position du problème

2. Captures des insectes vecteurs potentiels

- 2.1. L'échantillonnage des glossines : un problème de techniques
- 2.2. Le piège bipyramidal (Gouteux, 1991) : un outil adapté à la capture de *G. f. fuscipes*
- 2.3. L'échantillonnage des stomoxes et des tabanides

3. Inventaire des insectes vecteurs potentiels dans la zone d'Ouro-Diafoun

- 3.1. Les glossines
- 3.2. Les stomoxes
- 3.3. Les taons
- 3.4. Les autres

4. Ecologie des insectes vecteurs potentiels

- 4.1. Les taons
- 4.2. Les stomoxes
- 4.3. Les glossines
 - 4.3.1. Densité
 - 4.3.2. Sex-ratio
 - 4.3.3. Age
 - 4.3.3.1. Etat ténérail
 - 4.3.3.2. Age physiologique
 - 4.3.3.3. Usure alaire
 - 4.3.3.4. Ptéridine céphalique
 - 4.3.3.5. Comparaison des différentes techniques
 - 4.3.4. Activité journalière
 - 4.3.5. Préférences trophiques
 - 4.3.5.1. Matériel et méthodes
 - 4.3.5.2. Résultats globaux
 - 4.3.5.3. Variations saisonnières
 - 4.3.5.4. Variations géographiques
 - 4.3.5.5. Place des bovins dans l'alimentation de *G. f. fuscipes*
 - 4.3.6. Occupation de l'espace
 - 4.3.6.1. Méthodes
 - 4.3.6.2. Résultats
 - 4.3.6.3. Discussion

Chapitre IV - Des trypanosomes....Le compartiment "parasite"

.....72

1. Introduction

- 1.1. Cycle vital des trypanosomes
- 1.2. Position du problème

2. Des trypanosomes chez les bovins

- 2.1. Méthodologie
 - 2.1.1. Techniques parasitologiques microscopiques
 - 2.1.1.1. Etalement de sang
 - 2.1.1.2. Goutte épaisse
 - 2.1.1.3. Centrifugation en tube capillaire
 - 2.1.2. Technique immunodiagnostique ELISA
- 2.2. Résultats
 - 2.2.1. Prévalences trypanosomiennes
 - 2.2.1.1. Résultats des examens microscopiques
 - 2.2.1.1.1. Prévalences globales
 - 2.2.1.1.2. Prévalences trypanosomiennes par espèces
 - 2.2.1.1.3. Autres parasites
 - 2.2.1.2. Résultats du test immunodiagnostique
 - 2.2.1.2.1. Prévalences globales
 - 2.2.1.2.2. Prévalences trypanosomiennes par espèces
 - 2.2.2. Evolution temporelle des prévalences trypanosomiennes
 - 2.2.2.1. Techniques microscopiques
 - 2.2.2.2. Technique immunodiagnostique
 - 2.2.2.3. Discussion
 - 2.2.3. Influence de différents paramètres sur les infections trypanosomiennes
 - 2.2.3.1. Sexe des zébus

- 2.2.3.2. Age des zébus
- 2.2.3.3. Site pastoral
- 2.2.3.4. Race bovine
- 2.3. Discussion
 - 2.3.1. Des techniques différentes apportent des résultats différents
 - 2.3.2. Beaucoup de bovins sont porteurs de trypanosomes
 - 2.3.3. Les facteurs influant sur les infections trypanosomiennes sont nombreux

3. Des trypanosomes chez les insectes

- 3.1. Méthodologie
- 3.2. Taux d'infection chez les glossines
 - 3.2.1. Définition
 - 3.2.2. Résultats chez *G. f. fuscipes*
 - 3.2.2.1. Taux d'infection globaux
 - 3.2.2.2. Taux d'infection par espèce de trypanosome
 - 3.2.2.3. Taux d'infection selon le sexe de la glossine
 - 3.2.2.4. Taux d'infection selon les sites
 - 3.2.2.5. Evolution saisonnière des taux d'infections
 - 3.2.2.6. Influence de l'âge des glossines
 - 3.2.3. Résultats chez *G. fusca congolensis*
- 3.3. Taux d'infection chez les stomoxes

4. Discussion : *G. f. fuscipes*, une glossine peu favorable au développement des trypanosomes

- 4.1. La maturation des trypanosomes, un événement peu probable
 - 4.1.1. Facteurs intrinsèques
 - 4.1.2. Facteurs extrinsèques
- 4.2. La détection des trypanosomes, un problème crucial
 - 4.2.1. Apport des techniques d'hybridation de l'ADN
 - 4.2.1.1. Introduction
 - 4.2.1.2. Matériel et méthodes
 - 4.2.1.3. Résultats
 - 4.2.1.3.1. Espèces et "formes" reconnues
 - 4.2.1.3.2. Correspondance avec la méthode de dissection microscopique
 - 4.2.1.3.3. Validité des méthodes d'hybridation d'ADN et d'examen microscopique
 - 4.2.2. Quelle technique pour la détection et l'identification des trypanosomes chez la glossine?

Chapitre V - L'épidémiologie des trypanosomoses bovines dans les savanes humides de107 Centrafrique....L'imbrication des compartiments.

1. Introduction

2. *G. f. fuscipes* et l'épidémiologie des trypanosomoses bovines dans la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun

- 2.1. Le risque trypanosomien
 - 2.1.1. Définition
 - 2.1.2. Estimation du risque trypanosomien en zone de savanes humides d'Ouro-Djafoun
 - 2.1.2.1. Pression trypanosomienne sur le site d'élevage A.N.D.E.
 - 2.1.2.1.1. Valeur annuelle
 - 2.1.2.1.2. Valeurs mensuelles
 - 2.1.2.2. Pression trypanosomienne chez Ardo Hodi
 - 2.1.2.3. Pression trypanosomienne chez Ardo sae
 - 2.1.3. Pression trypanosomienne et prévalences trypanosomiennes chez les zébus d'Ouro-Djafoun.
- 2.2. Synthèse épidémiologique
 - 2.2.1. Un espace épidémiologique vaste et hétérogène
 - 2.2.2. Lieux et périodes de transmission
 - 2.2.3. Transmission cyclique et mécanique
 - 2.2.4. Importance épidémiologique des pratiques pastorales
 - 2.2.4.1. Chez les veaux et les zébus adultes
 - 2.2.4.2. Pendant les transhumances
 - 2.2.4.3. En cas de sédentarité
 - 2.2.5. Conclusion

3. *G. f. fuscipes* et la transmission des trypanosomoses animales et humaines en R.C.A.

- 3.1. *G. f. fuscipes* : une glossine aux facettes multiples

3.2. Les "alliés" de *G. f. fuscipes*

Chapitre VI - La lutte contre les trypanosomoses

... 126

1. Introduction

- 1.1. Lutte contre les trypanosomoses et lutte contre les glossines
- 1.2. Lutte contre *G. f. fuscipes*
- 1.3. Position du problème dans le contexte de la R.C.A.

2. Le piège bipyramidal et son efficacité dans la lutte contre les trypanosomoses bovines en R.C.A.

- 2.1. Le piège et son emploi dans la lutte anti-vectorielle
- 2.2. Impact du piégeage
 - 2.2.1. Impact du piégeage sur les vecteurs potentiels
 - 2.2.1.1. Cas de *G. f. fuscipes*
 - 2.2.1.1.1. Densités des populations
 - 2.2.1.1.2. Proportion d'individus ténéaux
 - 2.2.1.1.3. Age moyen des populations
 - 2.2.1.1.4. Sex-ratio
 - 2.2.1.1.5. Taux d'infection
 - 2.2.1.1.6. Risque trypanosomien
 - 2.2.1.2. Cas de *G. fusca congolensis*
 - 2.2.1.3. Cas des taons et des stomoxes
 - 2.2.2. Impact du piégeage sur la transmission des trypanosomes
 - 2.2.2.1. Prévalences bovines
 - 2.2.2.1.1. Méthodes microscopiques
 - 2.2.2.1.2. Méthode immunodiagnostique
 - 2.2.2.1.3. Apport des deux méthodes
 - 2.2.2.2. Paramètres zootechniques
 - 2.2.2.2.1. Hématocrite
 - 2.2.2.2.2. Paramètres de productivité
 - 2.2.3. Importance des pratiques pastorales
- 2.3. Conclusion sur l'efficacité du piège bipyramidal

3. Perspective de lutte contre les trypanosomoses en R.C.A.

- 3.1. Amélioration de la lutte contre les vecteurs au moyen du piège bipyramidal
 - 3.1.1. Contre *G. f. fuscipes*
 - 3.1.1.1. Attraction visuelle
 - 3.1.1.2. Adjonction de composés olfactifs
 - 3.1.1.3. Adaptation aux intempéries
 - 3.1.2. Contre les stomoxes
 - 3.1.3. Conclusion : une nouvelle forme de lutte anti-vectorielle au moyen du piège bipyramidal
- 3.2. D'autres stratégies envisageables
 - 3.2.1. Pièges et écrans
 - 3.2.2. Imprégnation épicutanée du bétail par insecticides
 - 3.2.3. Bétail trypanotolérant

4. Conclusion

Conclusion générale

... 139

Références bibliographiques

... 142

REMERCIEMENTS

Il m'est agréable de remercier le Fonds d'Aide et de Coopération (F.A.C.), la Direction du CIRAD-EMVT (en particulier G. MATHERON), l'ORSTOM (la Direction Générale et Messieurs POUPON, MATHIEU, PHILIPPON et EOUZAN) ainsi que le Ministère de la Recherche et de la Technologie qui ont rendu possible ce travail de thèse, en République Centrafricaine et en France.

L'Afrique, la recherche en Afrique, j'en rêvais depuis quelques années. Le 29 janvier 1991, ce rêve devenait réalité et dès le 2 février, je prenais contact avec la brousse et la maladie du sommeil dans le foyer de Nola-Bilolo en profitant d'une mission dirigée par C. BAILLY et J.B. ROUNGOU. C'est là que je découvrais les méthodes d'étude des glossines et des trypanosomes, grâce à J.P. GOUTEUX, qui m'a communiqué à cette occasion tout son savoir-faire dans ce domaine.

Mais l'essentiel du travail réalisé pendant ces 20 mois passés en Centrafrique, je le dois avant tout aux familles peules, à ces Mbororo fantastiques qui m'ont accueilli à bras ouverts, pendant deux à trois semaines chaque mois. La chaleur de leur accueil n'a d'égal que la richesse de leur culture, en particulier de leurs traditions pastorales. Les moments de vie partagés avec eux ont introduit une dimension humaine dans "l'aventure épidémiologique" de ce travail. Bouba DJAODI, Abdoulaye, Ousman, Soule, Moussa, Mariama, Adidja, Kadidja, Adja et Abdou Karimou, avec le *saourou* (long bâton traditionnel utilisé pour conduire et diriger les zébus) que vous m'avez offert, vous m'avez donné toute votre amitié, une amitié vraie qui m'a conduit à m'attacher à vos majestueux zébus et a inspiré une grande partie de ce travail. Ardo SAE bi EWI, Ardo HODI bi HAMANE, Ardo BOUBA bi HAMANE, malgré votre méfiance passagère qui m'a quelque peu compliqué la tâche, vous avez bien voulu mettre à notre disposition une partie de votre troupeau. A titre posthume, je rends hommage à El Adj MALOUM bi IDJE, maire de la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun qui, par son prestige, a soutenu notre action auprès des autres éleveurs.

Au cours de mes longs séjours en brousse, mes rares échappées à Bambari (je suis désolé mais c'était toujours pour un problème de véhicule) me permettaient de retrouver (trop) temporairement le confort et le plaisir de parler français, avec d'autres vrais amis : F. GEORGES, PAULO et MARTINE, Robert et Michèle LALLEMAND. Votre générosité, votre sollicitude et votre "philosophie" m'ont profondément touché et continuent de se manifester chaque fois que nous nous retrouvons...en France!

Grâce à la famille ORANGE, à Françoise JABOT, Christian BAILLY, Leïla et Christophe, Jean-Raphaël, les rares heures passées à Bangui ont été plus agréables. L'aide "administrative" de François et Anne-Cécile ERNST ainsi que de Christophe MARIACCIA m'a été d'un grand secours et leur compagnie fut charmante. Pendant la première année de mon séjour, P. PERICHON, directeur du centre ORSTOM de Bangui, n'a pas ménagé ses efforts pour me rendre l'organisation des missions de terrain plus facile. Pendant la deuxième année, C. CENSIER, nouveau directeur du Centre ORSTOM de Bangui, et parfaitement au courant des exigences d'un travail de Thèse sur le terrain, puisqu'il est l'auteur récent d'une très belle Thèse sur les diamants de R.C.A., a fait preuve d'un dynamisme et d'une efficacité admirables, ce dont je ne le remercierai jamais assez. La collaboration de l'A.N.D.E. a été capitale pour la réalisation de cette Thèse. En m'autorisant à travailler sur leur troupeau expérimental, en procurant une aide technique efficace, tant sur le terrain qu'au laboratoire, et en facilitant l'organisation des missions de terrain, A. KOTA-GUINZA, F. N'DOKOUE, E. POUNEKROZOU, et F. LE GALL ont grandement contribué à la réalisation de ce travail. Je tiens tout particulièrement à remercier mes principaux compagnons de brousse, Messieurs F. BLANC, M. MAINGUET, J.M. GUILLERME, tous trois Docteur-Vétérinaire, pour leur aide incommensurable lors des prélèvements sanguins et du suivi du bétail. Lors de ces parties de "rodéo", l'assistance technique de D. DEMBA, LENGUEMON, DOUNIA et D. MANDABA en particulier a été précieuse.

Je réserve une place spéciale à Jean MOUSSA-POUSSINGA, fidèle et zélé "technicien". Je ne m'amuserai pas à totaliser le nombre de fois où nous avons couru ensemble aux abreuvoirs pour relever les pièges. Tu m'as appris ta langue, le sango, et cela a permis de m'ouvrir d'abord sur ton pays puis sur le monde peul, dont la langue foulfouldé me pose toujours quelques problèmes. *Mbi ye ti tene mo : Nzapa a bata mo ndjoni, biani, mo na famille ti mo, koue.*

Grâce à la haute bienveillance du Gouvernement Centrafricain, du Commandement des E.F.A.O. de l'Ambassade de France à Bangui, de la Direction Générale de l'ORSTOM et de C. CENSIER, j'ai eu la chance de bénéficier à deux reprises de la protection efficace et dynamique d'une escorte militaire française et centrafricaine. A la réflexion, je crois n'avoir jamais bénéficié d'aussi bonnes conditions de travail.

Je ne saurais oublier de souligner l'appui constant du Gouvernement Centrafricain et notamment de S.E., G. MANDATA-N'GUEREKATA, alors Ministre de la Recherche qui a attaché un intérêt tout particulier au bon déroulement de ce travail. A mon grand regret, je ne crois pas pouvoir présenter ma Thèse en sango, comme vous l'aviez suggéré, lors de l'une de nos nombreuses et fascinantes rencontres.

Le 1er octobre 1992, je rentrai en France et deux semaines plus tard, grâce à D. CUISANCE et L. TOURATIER, je me retrouvai plongé dans l'ambiance survoltée d'un congrès scientifique (1st. Seminar on Non Tsetse Transmitted Trypanosomosis - Annecy, 14-16 octobre 1992). Au cours de celui-ci, les discussions tenues avec M. DESQUESNES, P. GARDINER, L. FOIL, J. ITARD, V. M. NANTULYA, D. MASIGA, J. PERIE et bien d'autres encore allaient conditionner et motiver le travail d'exploitation des résultats obtenus en Centrafrique. Au Centre ORSTOM de Montpellier, au sein du Laboratoire des Maladies à vecteur, dirigé par C. BELLEC, s'ensuivit un passionnant labeur faisant appel à différents domaines et donc à différentes personnalités. Je remercie messieurs BOUCHIE et FOUCHER pour leur appui dans l'analyse statistique des données, J.L. LEMESRE, B. OURY, A. N'ZILA, S. NITCHEMAN et M. CAVALEYRA pour leur aide dans l'utilisation des outils diagnostiques, P.A.O. MAJIWA, G. CUNY et S. HERDER pour leurs conseils précieux dans l'emploi des sondes d'ADN, C. LE COURANT, S. COUDERT, F. GARULLI, M. TEPPAZ et mademoiselle THIERRY pour leur contribution efficace à la réalisation de ce travail. J.P. HERVY, véritable "MacIntosh man" comme le disait si bien F. NJIOKOU, mais aussi photographe émérite a été d'un secours précieux. J'ai eu la chance de pouvoir m'entretenir avec P. FINELLE, J. ITARD et J. DESROTOUR, qui ont si fortement contribué au développement de l'élevage en Centrafrique et auxquels je rends un grand hommage. A. et C. LE MASSON, ainsi que J. BOUTRAIS, spécialistes de la société pastorale Mbororo, m'ont permis d'affiner certains concepts relatifs aux pratiques pastorales chez ces éleveurs. Ce travail est le fruit d'un travail d'équipe et a bénéficié de la collaboration de plusieurs instituts de recherche européens : International Laboratory for Research on Animal Diseases à Nairobi (P.A.O. MAJIWA et V. NANTULYA), Université de Bristol (D. MASIGA), Institut für Veterinärmedizin des Bundesgesundheitsamtes à Berlin (C. STAAK et P. CLAUSEN), Tsetse Research Laboratory à Bristol (P.A. LANGLEY) et Instituto de Investigacao Cientifica Tropical de Lisbonne (J.A. TRAVASSOS SANTOS DIAS). Au cours de l'année, les entretiens spontanés avec O. VERNEAU, F. RENAUD, G. DUVALLET, M. TIBAYRENC, J. STEVENS, J.L. CAMICAS et les échanges privilégiés avec G. FABRES furent pour moi autant d'occasions d'améliorer ce travail. Au quotidien, l'exploitation des résultats et la rédaction de cette thèse se sont déroulés dans la bonne humeur grâce à F. GARULLI, S. RAVEL, P. SARNI, V. MAURIN, M.L. DIA, J.P. AUSSEL, S. HERDER, P. MICHON, J.P. LAURENT, Issa et bien d'autres encore que j'oublie involontairement. Enfin, je remercie très sincèrement B. GEOFFROY, qui témoigne toujours à mon égard de la même bienveillance que celle dont il m'avait entouré pendant mon stage de D.E.A. A cette époque, nous comptions et dessinions des soies sensorielles de glossines...

Maintenant, j'ai l'honneur de vous présenter un travail systémique essentiellement descriptif, fruit d'une recherche multidisciplinaire tributaire d'une équipe soudée et laissant une grande place à une approche "naturaliste".

Monsieur le Professeur G. BOUIX, c'est un grand honneur pour moi de vous voir présider ce jury. Connaissant votre intérêt pour les protozooses africaines, j'espère que vous pourrez puiser dans ce travail quelques sources d'intérêt.

Monsieur G. SINEGRE, je vous suis reconnaissant d'avoir bien voulu juger ce travail, dont une des vocations premières est de déboucher sur une méthode de lutte concrète et pratique contre les glossines. Je le sais, la lutte contre les insectes est un de vos soucis majeurs et j'espère donc que vous prendrez plaisir à juger cette recherche.

Monsieur G. UILENBERG, en acceptant d'être rapporteur de cette thèse, vous avez bien voulu renouer avec les glossines, les trypanosomoses bovines et le Centrafrique. Vous avez suivi avec bienveillance le déroulement de ce travail et vous y avez porté un intérêt tout particulier lorsque se sont posés certains problèmes relatifs à l'emploi des technologies modernes dans l'identification des trypanosomes. Pour cela et pour la confiance que vous m'avez accordée, je vous remercie sincèrement.

Monsieur le Professeur L. EUZET, vous avez bien voulu juger ce travail et je vous en remercie vivement. La qualité de votre enseignement m'a permis de ne jamais perdre de vue qu'un parasite n'est jamais isolé dans la nature mais s'intègre toujours dans un "système", dont vous savez rappeler la complexité et la beauté du fonctionnement. J'espère que ce travail, touchant certains trypanosomes et le "système" dans lequel ils évoluent vous procurera autant de plaisir que vos cours m'en ont donné.

Monsieur J.L. FREZIL, vous avez accepté d'être directeur de cette thèse et je vous en suis reconnaissant. Depuis mon arrivée au Centre ORSTOM de Montpellier, votre sollicitude à mon égard n'a jamais failli. Mon séjour en Centrafrique a été pour vous la source de beaucoup de soucis et je le regrette vivement. J'espère néanmoins, par le résultat final de ce travail, me montrer digne de la confiance que vous m'avez accordée et de l'enseignement épidémiologique sur les trypanosomiasés que vous m'avez dispensé.

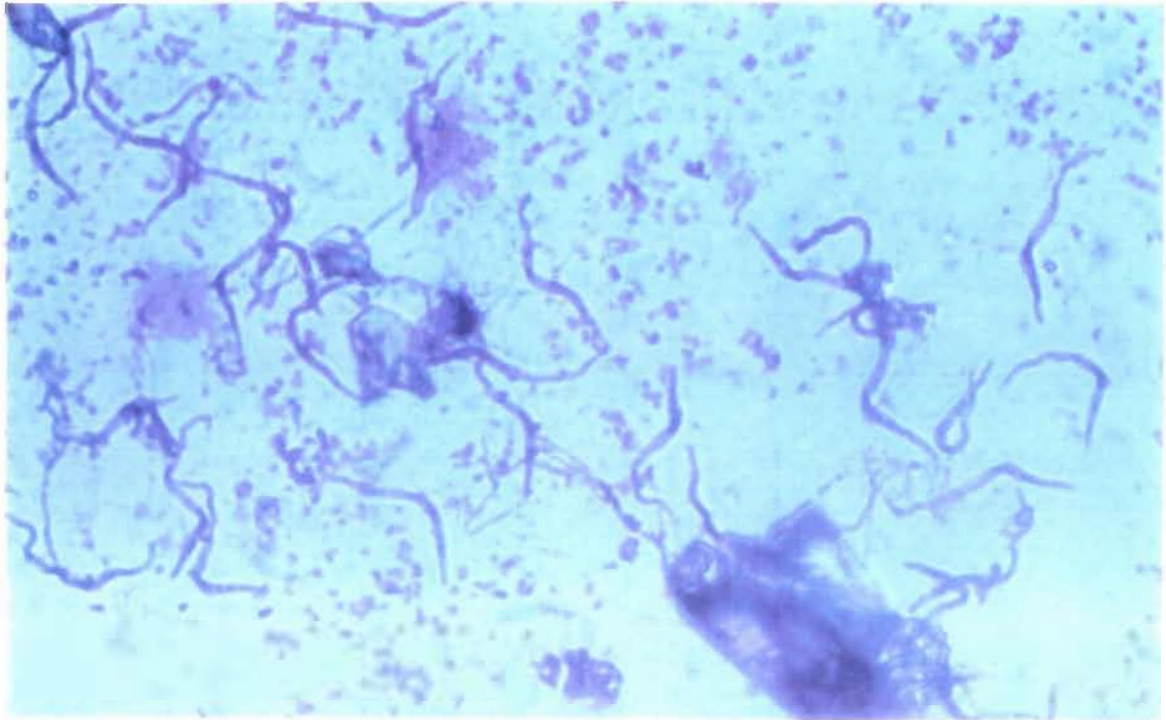
Monsieur J. BRUNHES, c'est pour moi un grand honneur de pouvoir enfin vous montrer le résultat de votre enseignement. Il y a bientôt dix ans, vous m'avez accueilli au sein du laboratoire d'écologie de l'Université de Clermont II. Abandonnant pour quelque temps l'ornithologie, j'ai pu à votre contact découvrir le monde fabuleux de l'entomologie et de l'arachnologie. Mes premières publications et mes premières planches de dessin se sont édifiées sous vos yeux. J'espère me montrer digne de ce que vous m'avez appris, craie à la main devant un tableau noir, un filet à la main sur les tourbières ou loupe binoculaire sous les yeux, même si les limoniidae restent pour moi de simples opilions ailés!

Monsieur D. CUISANCE, en étant le principal instigateur de cette étude, vous avez su cerner l'importance et l'intérêt du problème des trypanosomoses bovines en Centrafrique. Votre présence à ce jury n'en est que plus justifiée. Votre honnêteté, votre rigueur, votre sens des réalités constituent pour moi un modèle et un point de repère, à suivre aussi bien dans la vie quotidienne que dans la vie professionnelle. Votre passage en Centrafrique, trop bref à mon goût, m'a fait prendre conscience avec plus de force encore de la nécessité des recherches en épidémiologie et de garder toujours à l'esprit l'objectif concret de lutter contre ce fléau que représentent les trypanosomoses.

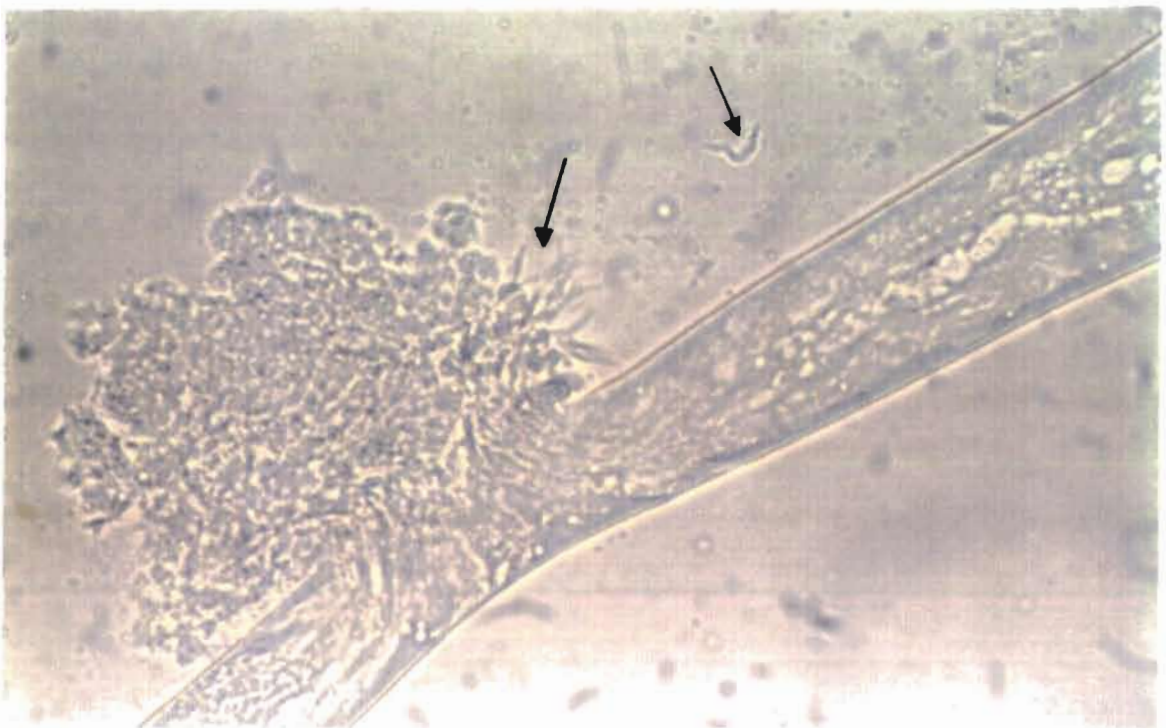
Monsieur le Professeur J.A. RIOUX, je me réjouis de vous compter parmi les membres de ce jury. Ce travail, toute empreint de la notion "d'épidémiologie du paysage", que vous savez si bien mettre en valeur dans vos cours s'inscrira, je l'espère, dans la droite ligne de ce que vous m'avez enseigné avec tant de passion et de dynamisme.

A Anne-Marie et à Enzo, qui attend toujours avec impatience le retour de son père.

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE



Formes mésocycliques de *Trypanosoma congolense*
obtenues après salivation sur lame d'une *Glossina fuscipes fuscipes*.
(grandissement x 625)



Formes métacycliques (flèches) de *Trypanosoma brucei brucei*
s'échappant d'une glande salivaire lésée de *Glossina fuscipes fuscipes*.
(grandissement x 125)

INTRODUCTION

Introduction

Les trypanosomoses sont des maladies causées par des hémoparasites flagellés nommés trypanosomes. Ces maladies ont d'importantes conséquences économiques puisqu'elles affectent aussi bien l'homme que les animaux domestiques. Elles sévissent à l'état endémique ou épidémique sur trois continents : l'Afrique, l'Asie et l'Amérique latine.

En Afrique, les trypanosomes pathogènes pour les bovins sont *T. vivax* Ziemann, 1905, *T. congolense* Broden, 1904 et *T. brucei brucei* Plimmer et Bradford, 1899, qui causent des formes variées d'une maladie généralement appelée nagana (trypanosomose animale africaine - fig. 1A). Chez l'homme, les parasites incriminés sont *T. brucei gambiense* Dutton, 1902 en Afrique occidentale et *T. brucei rhodesiense* Stephen et Fantham, 1910 en Afrique de l'est et l'on parle de maladie du sommeil (trypanosomose humaine africaine - fig. 1B). Les glossines, ou mouches tsé-tsé sont les vecteurs reconnus de ces trypanosomes. Ces insectes occupent 10 millions de km², soit 37% de la surface de ce continent. Au total, 37 pays sont touchés par les trypanosomoses. On estime que 7 millions de km² supplémentaires pourraient être attribués à l'élevage si on maîtrisait les glossines et les trypanosomoses qu'elles transmettent. (F.A.O., 1988 et 1991).

Parmi les grandes régions naturelles reconnues par la F.A.O. (1986), les zones humide et subhumide d'Afrique centrale (comprenant la République Centrafricaine) accueillent relativement peu de bétail, avec seulement 16 % des effectifs bovins recensés en Afrique, pour une superficie de plus de 6 millions de km², soit 27 % des terres propices à l'élevage (F.A.O., 1991). Pourtant, grâce à l'espace, aux ressources alimentaires et en eau dont elles disposent, seules ces zones, ainsi que les régions humides d'Afrique occidentale, pourront répondre à la demande croissante de l'Afrique tropicale en matière de produits d'origine animale (HOSTE, 1992). Le Cameroun et la République Centrafricaine sont les pays qui ont connu la plus forte progression de leur cheptel au cours des dernières décennies. Passant de 2,2 millions de têtes en 1961 à 7,3 millions en 1990, cet effectif représente 82 % du cheptel bovin d'Afrique Centrale. Le reste de la population bovine se trouve au Zaïre, avec 1,6 million de têtes actuellement (F.A.O., 1991). Dans ces zones humides et subhumides d'Afrique Centrale, pratiquement tout le cheptel bovin (voisin de 9 millions de têtes) est exposé au risque trypanosomien du fait essentiellement des tsé-tsé (cette notion est développée au chapitre V). L'augmentation de la production de viande et de lait dans ces pays, indispensable en raison de l'accroissement de la population humaine, est entravée principalement par ce terrible fléau (JAHNKE *et al.*, 1987).

La République Centrafricaine (R.C.A.) est un pays sans aucune tradition d'élevage. Cette activité ne s'est développée que récemment, au début de ce siècle, lorsque les premiers Peul et leurs troupeaux de zébus atteignirent le nord de ce pays, en 1924. Ces nomades "colons" fuyaient l'insécurité rencontrée au Cameroun notamment et les exactions commises par les chefs Foulbé (BOUTRAIS, 1988). Leur installation répondait aussi à l'impérieux appel de l'eau et de l'herbe qui les a poussé à quitter les zones sahéliennes pour venir s'installer dans ces zones de savane humide d'Afrique Centrale. En 1928, on estimait à 3500 têtes le cheptel bovin en RCA (BERTUCAT, 1965). La stabilisation des éleveurs Peul, surtout des Mbororo, en Centrafrique fut longue et délicate et tient à l'opiniâtreté et à la clairvoyance du Service d'Elevage en Centrafrique, alors dirigé par J. DESROTOUR. Les actions entreprises par ce Service furent nombreuses et variées. Dans les années 1960, ce Service avait créé et alimentait 23 centres vétérinaires, 6 postes de contrôle sanitaire aux frontières et 3 stations d'élevages, chacune comprenant un centre de développement de la traction animale (BERTUCAT, 1965). La construction de bains détiqueurs, un par centre vétérinaire, fut une étape décisive dans l'installation stable et durable des nomades Mbororo (CROUAIL, 1969). Celle-ci résulte également de l'apparition sur le marché de produits vétérinaires, notamment les trypanocides, dont l'usage généralisé allait bientôt réellement permettre la fixation des éleveurs Mbororo dans les savanes hostiles de Centrafrique (DESROTOUR, 1981). L'apport de ces trypanocides fut tel qu'on assimila rapidement l'élevage en R.C.A. à un "élevage sous seringue" (CUISANCE *et al.*, 1991). En 1970, le cheptel s'élevait à 700 000 zébus, alors qu'ils étaient deux fois moins nombreux vingt ans auparavant (BOUTRAIS, 1988). Le Service d'Elevage, fort de ses succès, continua de diversifier ses actions et créa différents secteurs de développement. Un de ses apports décisifs fut l'introduction d'une forte population de bovins trypanotolérants : de 15 000 en 1969, ce cheptel s'éleva à 40 000 têtes au début des années 1970 (CROUAIL, 1969 ; BOUTRAIS, 1988). En 1970, la Réforme Agraire apporta des changements radicaux et imprévus dans le développement de l'élevage. Le cheptel de taurins fut progressivement décimé mais l'élevage Mbororo de zébus se maintint. Le dernier recensement, effectué en 1985, fait état d'une population de 7400 taurins trypanotolérants (HOSTE, 1992) et d'environ deux millions de zébus Mbororo (BOUTRAIS, 1988; BLANC, com. pers.). Ces dernières années, le retour de l'aide à l'élevage dans ce pays reprend sous la forme d'un Projet : le Projet National de Développement de l'Elevage, qui

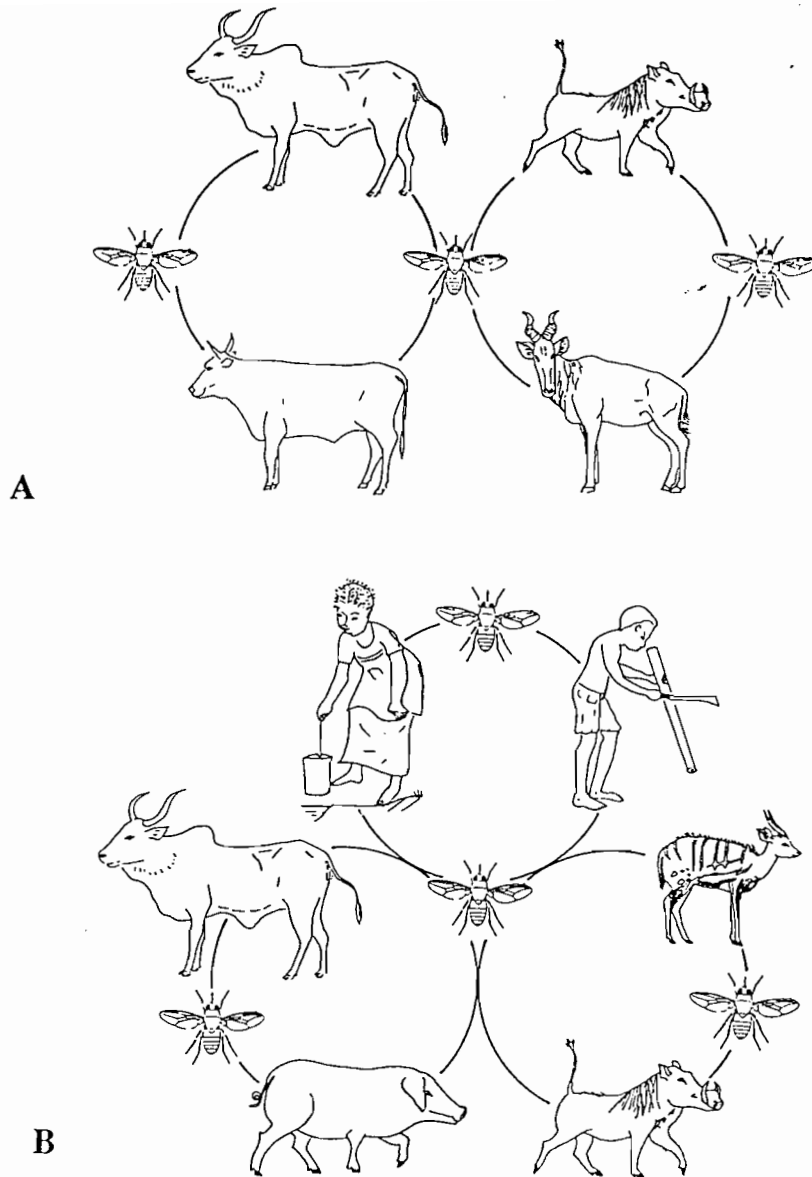


Figure 1: Cycle naturel des trypanosomes chez les animaux et chez les hommes (d'après CUISANCE, 1989).

- A. *T. brucei brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* sont les responsables des trypanosomoses animales (nagana). Parasites habituels de mammifères sauvages ils sont transmis par les glossines (cycle de droite). En présence de bovins (zébu en haut et taurin en bas), un nouveau cycle se crée (à droite). Les mammifères sauvages et les bovins constituent d'importants réservoirs de trypanosomes.
- B. *T. brucei gambiense* et *T. brucei rhodesiense* sont les responsables de la trypanosomose humaine (maladie du sommeil). En Afrique de l'est, *T. brucei rhodesiense* réalise un cycle dépendant fortement des mammifères sauvages qui constituent un réservoir important de ces parasites. Au contraire, en Afrique de l'ouest, le cycle présumé de *T. brucei gambiense* est lié étroitement à l'homme, la faune sauvage et domestique constituant un réservoir de faible importance.

devient bientôt l'Agence Nationale pour le Développement de l'Elevage (A.N.D.E.), financée par divers grands organismes internationaux (Banque Mondiale/FIDA, F.A.C. et C.E.E.) et le Gouvernement Centrafricain. Dans le cadre du redémarrage de l'élevage en Centrafrique, le programme de recherche intitulé "programme Ouro-Djafoun" voit le jour en Juin 1990. Il vise à cerner l'impact d'une lutte par piégeage des glossines sur la transmission des trypanosomoses bovines. Notre programme de recherche, mené de février 1991 à août 1992 s'intègre en partie dans ce programme Ouro-Djafoun (cf. chapitre VI).

Si les trypanosomoses animales sont un obstacle important au développement de l'élevage en R.C.A., il ne faut pas oublier l'existence de la trypanosomose humaine qui a par ailleurs fait des milliers de victimes dans ce pays (DEFONTAINES *et al.*, 1988; BAILLY *et al.*, 1990 ; D'AMICO *et al.*, 1992a). Actuellement, on assiste à une reviviscence spectaculaire de trois foyers historiques de maladie du sommeil, le premier dans le nord, le deuxième dans l'est et le troisième à l'ouest du pays. L'épidémiologie de ce dernier, le foyer de Nola-Bilolo, a été bien étudié récemment (GOUTEUX *et al.*, 1992). A la fin de cet ouvrage, nous aurons l'occasion de revenir sur ce problème.

Pour l'heure, l'ampleur des dégâts occasionnés par le nagana chez les zébus Mbororo installés depuis quelques décennies seulement en R.C.A., et l'importance de ces maladies en tant que contrainte majeure au développement de l'élevage dans ce pays nous amènent à nous interroger sur l'épidémiologie de ces affections parasitaires. Différents chercheurs se sont déjà penchés sur quelques aspects de ce problème en l'étudiant autour de Carnot à l'ouest (FINELLE, 1957) et surtout dans la région de Bouar, au nord-ouest du pays (FINELLE *et al.*, 1963a,b). Ils montrent que cinq espèces de glossines interviennent dans la transmission des trypanosomoses bovines : *Glossina morsitans submorsitans* Newstead, 1910 et *G. tachinoides* Westwood, 1850 dans la partie nord, *G. fusca congolensis* Newstead et Evans, 1921 et *G. fuscipleuris* Austen, 1911 dans les massifs forestiers, et *G. fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 omniprésente dans ces régions. Le rôle éventuel de certains tabanidae n'est cependant pas totalement exclu. Dans le cadre de missions d'appui au développement de l'élevage visant à instaurer une stratégie de lutte contre les glossines, l'impérieuse nécessité de développer des recherches épidémiologiques dans les différentes zones d'élevage est soulignée récemment (CUISANCE, 1988 ; CUISANCE *et al.*, 1991 et 1992). De telles opérations sont délicates à mener, car elles requièrent des compétences variées, tributaires d'approches multidisciplinaires, et doivent être conduites sur plusieurs années. Aussi, face à l'immensité de la tâche, nous nous bornerons à étudier les modalités de la transmission des trypanosomes pathogènes pour les bovins en centrant notre attention sur le rôle joué par *Glossina fuscipes fuscipes*, soupçonnée d'être la principale responsable de la transmission de ces parasites aux zébus (FINELLE *et al.*, 1963a ; CUISANCE *et al.*, 1991 et 1992). Ce travail se justifie par les considérations suivantes :

- il concerne une zone d'élevage du centre du pays (commune d'Ouro-Djafoun), qui contrairement à la zone ouest, n'a jusqu'à présent été que très peu étudiée,
- l'écologie et le rôle vecteur de *G. f. fuscipes*, assez bien connus en Afrique orientale (Ouganda principalement), restent encore mystérieux en Afrique centrale, notamment dans un contexte épidémiologique de nagana,
- la progression des connaissances scientifiques, dans des domaines aussi variés que l'entomologie et la parasitologie, s'est accompagnée de l'apparition de nouvelles méthodes d'investigation qui doivent permettre d'envisager l'épidémiologie des trypanosomoses bovines sous un angle souvent totalement nouveau. Néanmoins, pour avoir des éléments de comparaison, notre démarche conserve des méthodes "classiques" d'investigation,
- enfin, l'adoption d'une stratégie mieux ciblée, donc plus efficace et moins coûteuse de contrôle de ces maladies est nécessaire.

Notre problématique peut se résumer à la question suivante :

en R.C.A., dans un contexte épidémiologique de trypanosomoses bovines, qui transmet quoi, où, quand et comment ?

Pour guider le lecteur dans cet ouvrage, nous dévoilons la trame de l'intrigue. Le chapitre I présentera le contexte climatique, écologique et social du travail. Ensuite, pour mieux entrer dans l'intimité des différents acteurs, nous envisagerons successivement :

- le "compartiment bovin", thème du chapitre II où nous apprendrons à mieux connaître le zébu Mbororo, la victime de ce drame.

- le "compartiment vecteur", titre du chapitre III au cours duquel nous découvrirons l'assassin, *G. f. fuscipes*, et d'autres insectes plus ou moins complices,
- le "compartiment parasites", objet du chapitre IV qui nous introduira dans l'univers microscopique du trypanosome, l'arme du crime.

Notre système ne retrouvera sa cohérence globale qu'au cours du chapitre V, où nous tenterons de relier entre eux les caractères remarquables de chacun des "compartiments" précédemment entrevus. Cette expérience devrait permettre d'obtenir un schéma synthétique illustrant la réponse à la question posée.

Finalement, l'intrigue étant dénouée, le chapitre VI sera l'occasion de débattre des moyens à notre disposition pour lutter contre ces trypanosomes et mieux protéger les zébus de leurs agressions.

CHAPITRE I

CHAPITRE I

Le contexte de l'étude

1. Généralités sur le Centrafrique

Les vastes plateaux monotones et uniformes de la République Centrafricaine, située entre 2°13' et 11°01' N et entre 14°25' et 27°27' E, couvrent 618 135 km², soit un peu plus que la superficie de la France. La capitale est Bangui, installée au bord du fleuve Oubangui, frontière naturelle entre le Zaïre et la R.C.A. Les principales rivières affluentes prêtent leur nom aux préfectures traversées (fig. 2). Ces rivières serpentent sur un soubassement géologique constitué d'un socle ancien (roches acides) sur lequel reposent des formations de couverture (alluvions tchadiennes et grés). Selon BOULVERT (1986), trois grandes régions naturelles sont reconnues en Centrafrique : les plateaux de Bouar-Bocaranga, la surface centrafricaine et les plaines du Chari et de l'Oubangui.

Le climat est tropical humide au sud, progressivement plus sec vers le nord-est. BOULVERT (1986) identifie trois grandes domaines climatiques : guinéen forestier, soudano-guinéen, et sahélien.

Actuellement, les activités économiques du pays sont peu nombreuses, la majeure partie des habitants relevant encore d'une économie de subsistance. La principale culture vivrière est celle du manioc. Les revenus tirés des plantations de cotons et de cafés, ainsi que ceux tirés de l'activité forestière sont en chute constante. En définitive, les principales ressources monétaires du Centrafrique résultent de l'exploitation des gîtes diamantifères et de l'élevage.

L'enclavement de ce pays et les difficultés socio-économiques constituent une entrave au développement du tourisme. A bien des égards, la République Centrafricaine reste un pays encore relativement méconnu.

Comme nous l'avons vu, et cette constatation est à l'origine de ce travail, la Centrafrique connaît depuis 1920-1930 un accroissement spectaculaire de son élevage, notamment dans la région étudiée d'Ouro-Djafoun, que nous présentons maintenant.

2. La zone d'étude : la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun

Créée en 1965 et située à l'est de la ville de Bambari, dans la préfecture de la Ouaka, la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun occupe une superficie de 240 000 ha. (fig. 2) et supporte 80 000 zébus Mbororo environ.

2.1. Cadre climatologique

Les données climatologiques sont consignées en R.C.A. depuis de nombreuses années (FRANQUIN *et al.*, 1988). Bien que très lâche, le réseau de stations météorologiques installé par les Services de Météorologie de Centrafrique assure une couverture correcte du territoire. L'ensemble des enregistrements obtenus dans ces stations est publié dans un bulletin décadaire par la Direction de la Météorologie Nationale centrafricaine. Nous utilisons les données relevées à Bambari, station la plus proche de notre zone d'étude.

Les paramètres climatiques retenus dans le cadre de ce travail, et choisis pour leur intérêt potentiel à la compréhension de l'écologie des glossines, sont les suivants (tableau I.1. - annexe B) :

- P : pluviométrie
- TnS : température minimale au sol
- TxS : température maximale au sol
- Tnss : température dans le sol à une profondeur de 10 cm
- HRn : humidité relative minimale
- HRx : humidité relative maximale.

En raison des grèves survenues en Centrafrique pendant notre séjour, aucune donnée n'est disponible pour les périodes du 10 mai au 30 juin 1991 et après le 10 juin 1992. L'absence de données complètes rend impossible l'estimation de la pluviométrie totale annuelle. A titre indicatif, cette valeur avoisine 1500 millimètres et correspond à la moyenne obtenue à Bambari pour la période allant de 1950 à 1981 (FRANQUIN *et al.*, 1988). Décembre, janvier et février sont les seuls mois sans pluie (fig. 3). C'est à cette période que les écarts de température sont les plus accusés et que les moyennes mensuelles des températures maximales et minimales atteignent leurs valeurs extrêmes, soit 45°C et 15°C respectivement (fig. 4). Les valeurs des températures enregistrées sous abri (non représentées), au

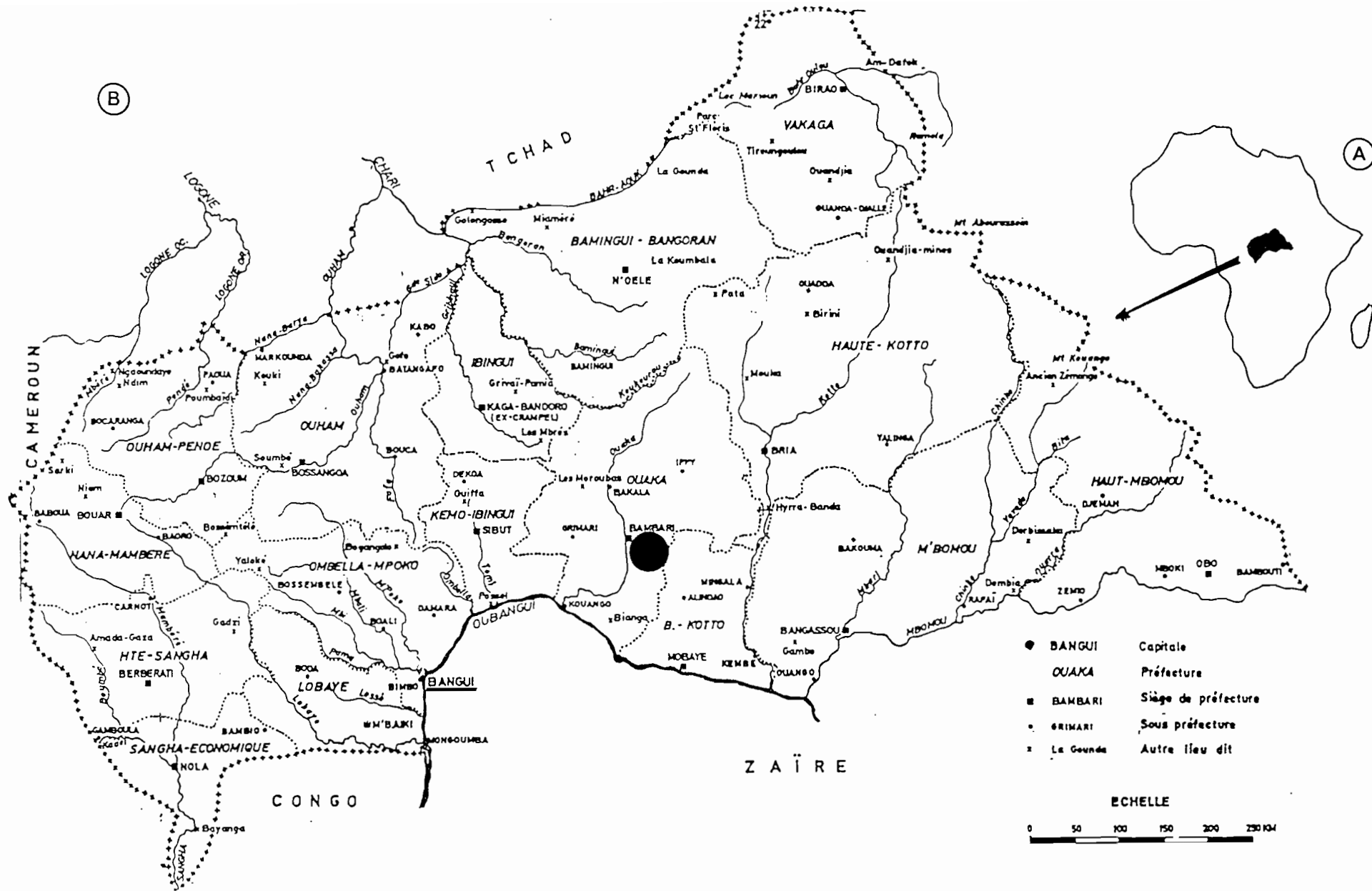


Figure 2: A. Situation de la République Centrafricaine. B. Situation de la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun à l'est de Bambari, dans la préfecture de la Ouaka. (d'après BOULVERT, 1986)

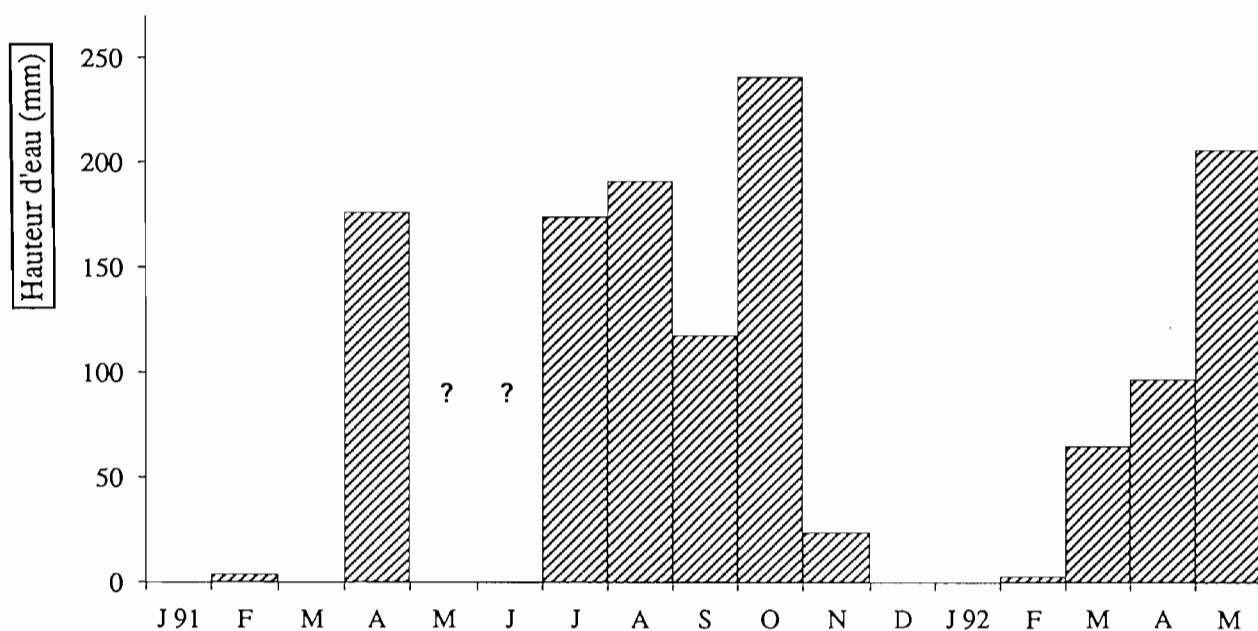


Figure 3 : Evolution de la pluviométrie mensuelle (en millimètres) enregistrée entre janvier 1991 et mai 1992 au niveau de la station météorologique de Bambari.

Source: Direction Générale de la Météorologie Centrafricaine.

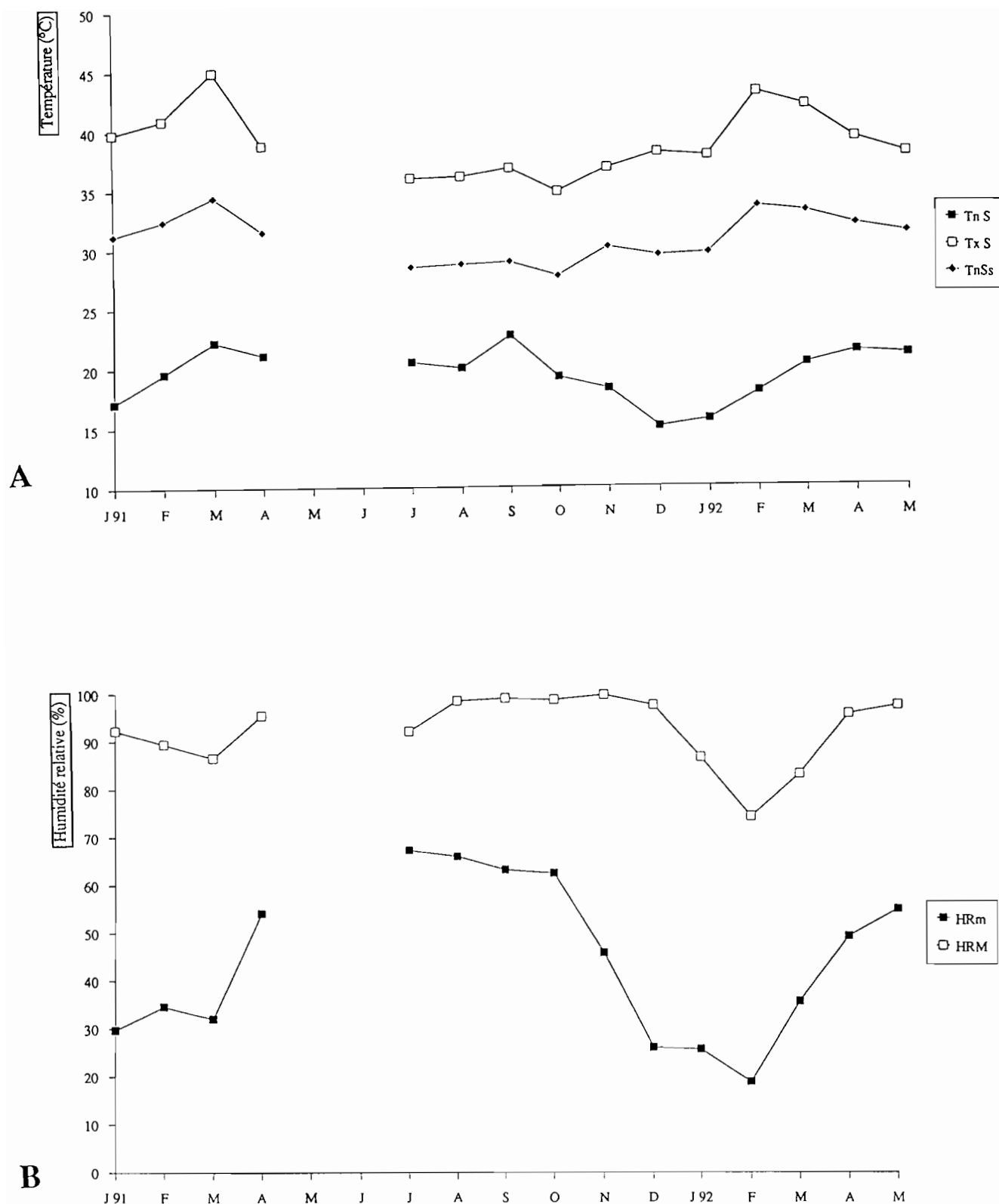


Figure 4 : Evolution des paramètres climatologiques relevés entre janvier 1991 et mai 1992 au niveau de la station météorologique de Bambari. **A** - Evolution de la température moyenne mensuelle, au niveau du sol (valeurs minimales TnS; valeurs maximales TxS) et à 10 cm de profondeur (TnSs). **B** - Evolution de la Humidité relative moyenne mensuelle, valeurs minimales (HRm) et maximales (HRM).

Source: Direction Générale de la Météorologie Centrafricaine.

sol et dans le sol suivent une évolution comparable. L'évolution des moyennes mensuelles des taux d'humidité relative minimaux et maximaux est proche. Décembre, janvier et février se caractérisent par une baisse sensible du taux maximum et spectaculaire du taux minimum d'humidité relative, avec des valeurs de 80-90% et 20-30% respectivement (fig. 4).

On distingue habituellement deux saisons. La saison sèche, très courte, s'étend globalement de novembre à mars, bien que ses effets se fassent surtout sentir en décembre, janvier et février. La saison des pluies, marquée par une forte humidité relative moyenne, une température moyenne élevée, et une amplitude étroite de ces paramètres, s'étale le reste de l'année, c'est-à-dire pendant au moins 7 mois.

2.2. Cadre écologique

2.2.1. Environnement floristique

La zone autour de Bambari fait partie du domaine soudano-guinéen, caractérisé par un développement dans la strate ligneuse de *Burkea africana*, *Lophira lanceolata* et *Daniella olivieri* et dans la strate herbacée de *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia welwitschii* et *Hyparrhenia familiaris*. Ce domaine est inscrit dans une large zone incluse entre le domaine congo-guinéen périforestier ou forestier au sud et le domaine médio-soudanien au nord. Plus précisément, la zone étudiée fait partie du secteur sud de ce domaine et correspond au district central de la Ouaka (BOULVERT, 1986).

Dans un paysage monotone de plateaux onduleux, l'aspect de la zone étudiée est celle d'une savane très boisée. Dans les dépressions, un réseau dense de rivières étend ses bras généralement bordés d'une végétation ligneuse haute et serrée. Ces formations, caractéristiques de la majeure partie du Centrafrique, sont dénommées galeries forestières. Vu d'avion, ce type de paysage se présente sous forme d'une palette de teintes vertes, agencées en mosaïque, les cordons forestiers de couleur foncée délimitant des plages aux nuances plus claires. L'aspect de ces savanes se modifie au cours de l'année. La saison sèche amène une raréfaction relative de la couverture herbacée tandis qu'en saison des pluies, la végétation retrouve sa force et son exubérance, la hauteur de certaines graminées atteignant près de deux mètres (fig. 52).

L'écologie de la végétation est largement étudiée par plusieurs agrostologues (KOECHLIN, 1962 ; AUDRU et BOUDET, 1964 ; BILLE, 1967 ; AUDRU et CLAIR, 1969). Certains d'entre eux, en se penchant plus particulièrement sur l'évolution de ce milieu végétal, ont constaté que les activités de l'homme ont fortement contribué à la dégradation de la végétation ligneuse, ici comme dans l'ouest centrafricain (AUDRU et HEDIN, 1971 ; PEYRE de FABREGUES, 1975). Les cultures vivrières et les feux de brousse n'auraient qu'un rôle modéré. En revanche, l'élevage extensif, dans cette zone de surcroît surchargée en bétail, explique la forme désolée de savane périforestière qu'ont pris ces milieux. Les pâturages reculent devant l'emboisement par quelques espèces dont *Harungana madascariensis*, *Piliostigma thonningii*, *Nauclea latifolia* et *Ficus sur*, mais surtout devant l'invasion par l'herbe du Laos, *Chromolaena odorata* (HUGUENIN et BELDJE-BEDOGO, 1992).

2.2.2. Environnement faunistique

La grande faune a pratiquement disparu de la zone considérée et l'absence des grands carnassiers facilite l'élevage peul. Cependant, d'après les propos des éleveurs eux-mêmes qui parcourent la zone en tous sens pendant les transhumances, quelques lions (*Felis leo*), hyènes (*Crocuta crocuta*) et panthères (*Panthera pardus*) subsistent dans des zones éloignées des pistes. Des indices de présence régulière de petits ongulés sauvages, principalement des guibs hamachés (*Tragelaphus scriptus*) et des céphalophes, s'observent aux abords des rivières et des abreuvoirs. Quelques suidae sauvages (phacochères et potamochères) s'y rencontrent à l'occasion. L'avifaune, assez pauvre, est représentée dans les galeries forestières par des petits Hérons et l'Ombrette (*Umbretta umbretta*). Parmi les reptiles, les crocodiles (*Crocodylus niloticus*) et surtout les varans (*Varanus niloticus*) se rencontrent encore fréquemment.

2.3. Cadre humain et pastoral

Au sein de la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun se cotoient deux sociétés aux modes de vie apparemment opposés, et pourtant complémentaires car interdépendantes pour la nourriture. On trouve d'une part l'ethnie Banda qui vit depuis plusieurs siècles de culture, de cueillette et de chasse, et d'autre part, les Peul Mbororo, nomades par excellence, installés là depuis les années 1950 et dont la vocation première est l'élevage. La cohabitation d'une agriculture et d'un élevage façonne l'organisation de l'habitat. Les Bandas sont regroupés en villages dispersés le long des deux principales pistes carrossables de la commune, tandis que les Mbororo et leurs troupeaux aménagent leur campement à quelques kilomètres des villages, dans la savane. A l'exception de quelques éleveurs d'origine Banda, l'élevage revient aux Mbororo, dont nous décrivons rapidement la société.

Les Mbororo sont des pasteurs nomades caractérisés notamment par leur langue, le foulfouldé, leur islamisation et par la possession de zébus à robe acajou (DESROTOUR, 1967 ; BOUTRAIS, 1988 ; LE MASSON, 1985 ; LE MASSON et REMAYEKO, 1990). Parmi les différents ethnies rencontrés (KINTZ, 1988 ; BOUTRAIS, 1988), les Djafoun représentent le groupe majoritaire. Leur société est nettement hiérarchisée, le pouvoir appartenant toujours à des grands chefs coutumiers, les Ardo. L'ordre social qui est fondé sur la richesse en bétail permet de distinguer trois types d'éleveurs : le "petit éleveur", qui possède moins de 100 têtes de bétail, "l'éleveur familial", riche de 100 à 300 têtes et enfin le "grand éleveur", dont le troupeau dépasse 300 têtes (BOUTRAIS, 1988). A l'échelon national, la composition moyenne d'un troupeau comprend 130 têtes de bétail (LE MASSON et REMAYEKO, 1990). Actuellement, on observe de profonds changements dans la vie des Mbororo. En effet, en raison des difficultés que connaît l'élevage, beaucoup de Mbororo s'engagent dans une activité agricole sédentaire forcée (BLANC *et al.*, 1992). Outre l'importance des maladies du bétail, cette crise résulte essentiellement d'une diminution du prix du zébu et d'une baisse des ventes de lait (LE MASSON et REMAYEKO, 1990). Pour subsister, l'éleveur est amené à vendre plus de bovins, notamment des femelles et des jeunes mâles, dont il ne se débarrassait autrefois qu'avec réticence. La dégradation de leur situation est telle que le rendement du troupeau (13% en moyenne) est inférieur au taux d'exploitation (13 à 19%), et l'appauvrissement touche plus particulièrement les petits éleveurs et les éleveurs familiaux.

Considérons maintenant le cas de cinq élevages particuliers, retenus pour la réalisation de notre travail.

3. Les élevages étudiés

Alors que pour certaines études écologiques ou épidémiologiques la délimitation des zones d'étude est délicate, dans notre cas, le découpage des plans de travail est facilité dans la mesure où une unité d'échantillonnage correspond à un site d'élevage. Notre étude visant en premier lieu à mieux comprendre l'épidémiologie des trypanosomes bovins, le choix de nos stations repose essentiellement sur des critères entomologiques et parasitologiques, estimés lors d'une enquête préalable portant sur plus de vingt élevages différents de la région. Cependant, dans cette sélection, la disponibilité et la bonne volonté des éleveurs sont des facteurs déterminants. Dans la pratique, ceux-ci sont toujours délicats à maîtriser.

Notre travail porte sur 5 sites d'élevage : trois principaux pour lesquels le suivi s'étale de juin 1990 à août 1992 et deux plus accessoires, étudiés seulement d'octobre 1991 à février 1992 (tableau A). Nous présentons maintenant leur situation géographique, les principales raisons qui ont motivé leur choix et leur place dans notre protocole de recherche. Leurs caractéristiques pastorales (organisation de l'élevage, composition du troupeau et gestion) seront présentées au chapitre II.

3.1. Elevages principaux

3.1.1. Elevage A.N.D.E.

a). Situation

Le campement est installé à 5 kilomètres au sud du village de Goubali II, chef-lieu de cette commune d'élevage. On y accède facilement par une piste secondaire, depuis l'axe routier Bambari-Ippy. Le site domine les rivières Mbounou et Bandapa (fig. 5 et 7)).

b). Motivation du choix

Cet élevage sédentaire à caractère expérimental comprend uniquement des zébus. Ceux-ci appartiennent à l'A.N.D.E., et la garde en est confiée à un berger Mbororo Djafoun expérimenté, Bouba Djaodi. L'intérêt majeur de cet élevage réside dans le fait que la rivière Mbonou est très riche en glossines (plus forte densité de toute la zone d'Ouro-Djafoun). Les stomoxes s'y observent par ailleurs en abondance.

c). Place dans le protocole

Cet élevage de zébus sédentarisés expérimentalement, sous forte pression vectorielle, constitue notre situation de référence. L'essentiel des données épidémiologiques provient de son étude.

3.1.2.- Elevage d'Ardo Hodi bi Hamane

a). Situation

Cet élevage est implanté à 30 kilomètres à l'Est de Bambari, sur la route reliant cette ville à Bria et Ippy, au sud du village de Kradé (fig. 5).

b). Motivation du choix

Cet éleveur traditionnel transhumant travaillant depuis une année avec les Services de l'A.N.D.E. est considéré comme sérieux et coopératif. De plus, son campement est assez facile d'accès. Le faible nombre de glossines et d'insectes piqueurs observés sur ce site est un caractère qui a contribué

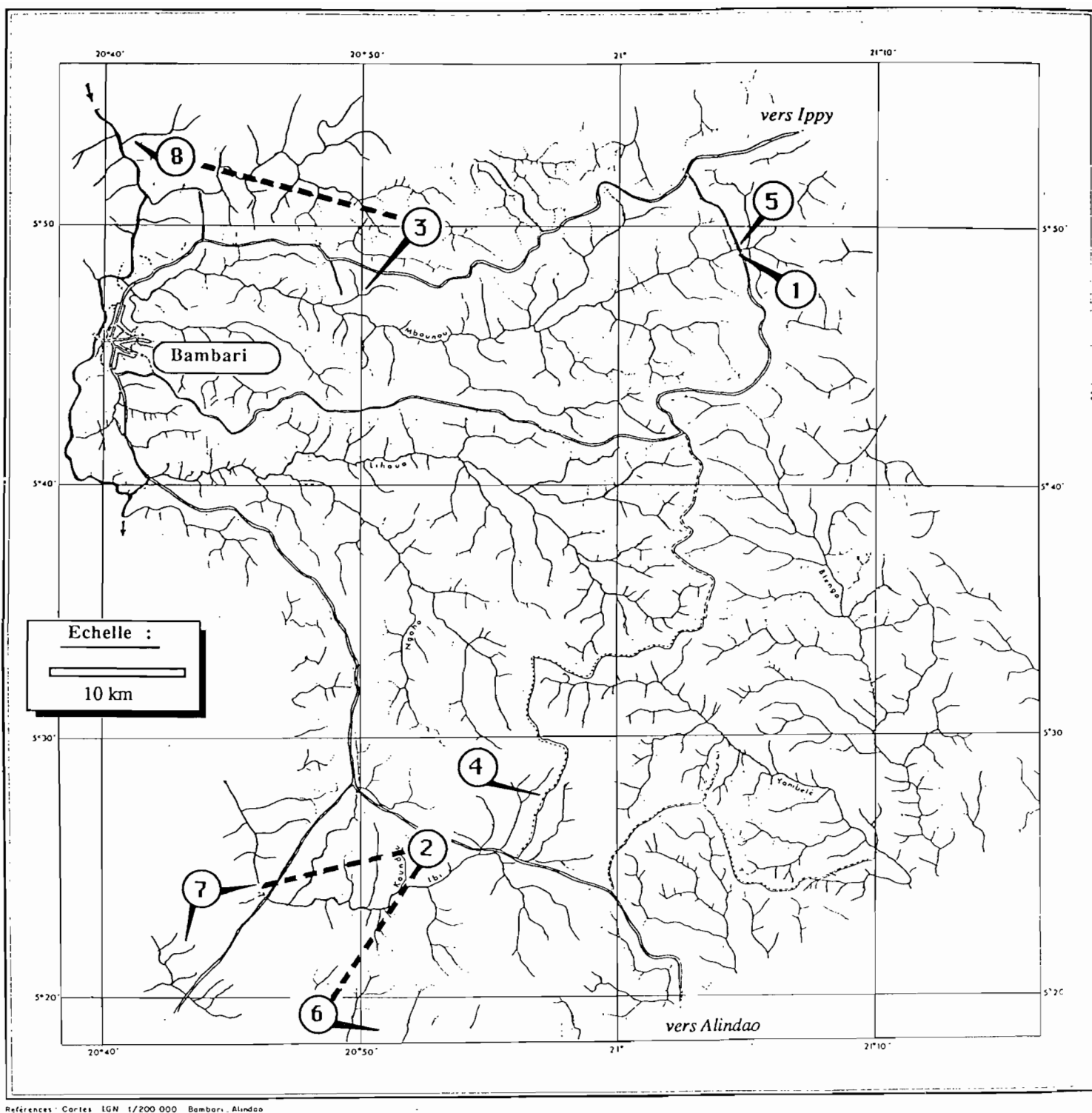


Figure 5 : Localisation des sites d'étude au sein de la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun.

Légende: 1- campement permanent de l'élevage ANDE; 2- campement de saison des pluies d'Ardo Sac bi Ewi; 3- campement de saison des pluies d'Ardo Hodi bi Hamane; 4- campement permanent d'Ardo Bouba bi Hamane; 5- campement permanent de J.P. Ndemayo (élevage de taurins Baoulés); 6- campement de saison sèche 1990-1991 d'Ardo Sac; 7- campements de saison sèche 1991-1992 d'Ardo Sac et 8- campement habituel de saison sèche d'Ardo Hodi.

(— = rivières; — = pistes carrossables)

Tableau : A

Résumé pratique des noms des élevages et de leurs caractéristiques

N°	Eleveur	Catégorie	Race	Cheptel	Transhumant	Piégeage	Glossines
1	ANDE (Bouba Djaodi)	*	Zébu	50-60	Non	Non	Gff 2+
Abreuvoirs: Mbonou-pont et Bandapa							
2	Ardo Sae bi Ewi	2	Zébu	env. 150	Oui	Oui	Gff 1+ / GFC 1+
Abreuvoirs: Iby et Yakerekpa							
3	Ardo Hodi bi Hamane	3	Zébu	30-40	Oui	Non	Gff 0+
Abreuvoirs: Goubou (après Mai 1991) et Nzangbateu							
4	Ardo Bouba bi Haman	2	Zébu	env. 150	Non	Oui	Gff 1+
Abreuvoirs: Guiwi et Dozo							
5	J.P. Ndemayo	**	Baoulé	110	Non	Non	Gff 2+
Abreuvoir: Mbonou pont							

Légende:

N° = numéro d'élevage utilisé dans le texte

Eleveur = nom de l'éleveur

Catégorie = catégorie d'éleveur au sens de BOUTRAIS (1998)

* : élevage à caractère expérimental

** : élevage géré par un éleveur centrafricain

Race = race bovine constitutive du cheptel

Cheptel = nombre de têtes estimé

Piège = Présence ou absence d'une lutte contre G. f. fuscipes par piégeage

Glossines = espèces présentes et abondance

Gff : présence de G. f. fuscipes

GFC : présence de G. fusca congolensis

2+ : forte abondance de glossines

1+ : faible abondance de glossines

0+ : très faible abondance de glossines

Abreuvoirs = nom des rivières auxquelles s'abreuvent le bétail en saison des pluies

au choix de cet élevage. Malheureusement, l'appauvrissement progressif de cet éleveur et l'abandon de ses fils ont conduit à une dégradation rapide des conditions de travail.

c). Place dans le protocole

Cet élevage permet d'étudier les trypanosomoses bovines chez un troupeau de zébus transhumant soumis à une très faible pression glossinienne en saison des pluies.

3.1.3.- Elevage d'Ardo Sae bi Ewi

a). Situation

L'élevage est installé dans la partie Sud de la commune d'Ouro-Djafoun, à 55 kilomètres au Sud-Est de Bambari, sur la route conduisant à Alindao et Bangassou. Le village centrafricain le plus proche est Dambassa. D'accès strictement pédestre, le campement est atteint en une heure (fig. 5 et 7).

b). Motivation du choix

Choisie un an auparavant par les services de l'A.N.D.E., cette situation est retenue pour l'essai en conditions réelles d'une lutte par piégeage contre les glossines (cf. chapitre VI). Cet éleveur s'est en effet vu confier un lot de quelques pièges à placer auprès des abreuvoirs du bétail. D'autre part, la présence de deux espèces de glossines (*G. f. fuscipes* et *G. fusca congolensis*) constitue un aspect intéressant de cet élevage. La collaboration entretenue avec cet éleveur peu coopératif s'est progressivement dégradée, pour cesser en mai 1992, un peu avant la fin de nos travaux.

c). Place dans le protocole

Cet élevage traditionnel de zébus transhumants, soumis à une double pression glossinienne permet d'évaluer l'impact d'une lutte par piégeage sur la transmission des trypanosomoses bovines.

3.2. Elevages accessoires

3.2.1. - Elevage d'Ardo Bouba bi Hamane

a). Situation

Le campement est situé au sud de la commune d'Ouro-Djafoun, à 50 km de Bambari. Très éloigné de la piste principale, il n'est accessible que par une mauvaise piste rurale. Les rivières adjacentes au camp sont la Guiwi et la Dozo (fig. 5 et 8).

b). Motivation du choix

Ardo Bouba bi Hamane est un éleveur sérieux qui, en dépit des difficultés rencontrées avec sa chefferie, a réussi à imposer sa volonté de se sédentariser. La présence de nombreuses glossines et le fait qu'il utilisait auparavant le piège à tsé-tsé ont contribué à nous faire opter pour ce choix. Un lot de 6 pièges lui est donc confié pour une étude de courte durée entre septembre 1991 et février 1992.

c). Place dans le protocole

Le travail réalisé chez cet éleveur permet de mieux estimer l'impact d'une lutte par piégeage dans le cadre d'un autre élevage traditionnel de zébus mais cette fois-ci, sédentaire.

3.2.2. - Elevage de Ndemayo

a). Situation

L'emplacement géographique est le même que celui de la situation de référence (§ 3.1.1.). Le campement fait face à celui de l'A.N.D.E., juste de l'autre côté de la rivière Mbounou (fig. 5 et 7).

b). Motivation du choix

Cet éleveur centrafricain conciliant a choisi, contrairement aux Peul Mbororo, des taurins Baoulé dont le caractère trypanotolérant est reconnu (cf. chapitre II). Le troupeau s'abreuve sur la Mbonou, dont le contexte biologique est bien étudié dans le cadre de notre situation de référence. De ce fait, les motivations reprennent celles évoquées au § 3.1.1.

c). Place dans le protocole

Cet élevage sédentarisé concernant seulement une race trypanotolérante et géré par un éleveur d'ethnie différente de celle des Mbororos permet une comparaison ponctuelle avec un élevage de zébus trypanosensibles conduits par un Mbororo.

Bilan du chapitre I

Après une brève présentation de la République Centrafricaine, ce chapitre situe la **commune d'élevage d'Ouro-Djafoun**, notre zone d'étude. Elle se caractérise par :

- une **saison sèche très courte** (Novembre à Mars) alternant avec une saison des pluies marquée, sous un climat chaud et humide,
- un paysage composé de **savanes boisées, parcourues par un vaste réseau de galeries forestières**,
- une **activité pastorale récente, dominée par l'ethnie peule Mbororo**, et basée sur un élevage traditionnel transhumant de zébus à robe acajou,
- un **contexte pastoral Mbororo en difficulté**, marqué par une surexploitation du troupeau et un appauvrissement des petits éleveurs, avec pour issue possible une sédentarisation progressive.

Ce premier chapitre décrit également les **cinq élevages étudiés** :

- A.N.D.E. : situation de référence,
- Ardo Hodi : élevage transhumant de zébus
- Ardo Sae : élevage transhumant de zébus, protégés des glossines par des pièges spécifiques,
- Ardo Bouba : élevage sédentaire de zébus, protégés des glossines par des pièges spécifiques,
- Ndemayo: élevage sédentaire de taurins Baoulés, à côté de notre site de référence.

L'étude de ces cinq élevages, conduite sur une période variable selon les cas, doit permettre :

- de préciser les modalités de transmission des trypanosomes aux bovins dans différents contextes pastoraux, sédentaires et transhumants (cf. chapitre V),
- d'évaluer l'impact d'une lutte contre les glossines sur l'épidémiologie des trypanosomoses bovines (cf. chapitre VI).

CHAPITRE II

CHAPITRE II

Des bovins en savanes humides... Le "compartiment hôte"

1. Introduction

En Afrique, l'installation du boeuf domestique remonte à quelques milliers d'années. La date d'introduction des taurins (*Bos taurus*) en Afrique du Nord et de l'Ouest est estimée à 4500 ans avant J.C.. Les zébus (*Bos indicus*) arrivent 3000 ans plus tard et leur élevage en Afrique centrale et du sud date de 700 av. J.C.. (CONNOR, 1991). Ce décalage dans les dates d'implantation explique peut-être les différences de sensibilité par rapport aux trypanosomoses. En effet, ces maladies affectent profondément les zébus, à la différence des taurins trypanotolérants plus anciens, donc peut-être mieux adaptés à ces parasitoses (revu par AUTHIE, 1993).

En Centrafrique, comme nous l'avons déjà souligné, l'introduction des bovins est un phénomène très récent. Les zébus arrivent progressivement des zones sahéliennes après 1920 tandis que les taurins trypanotolérants sont importés des zones plus sèches d'Afrique occidentale vers 1940 (DESROTOUR, com. pers.; HOSTE *et al.*, 1988). Ces bovins, jusqu'à présent confrontés aux maladies bactériennes et virales prépondérantes en zones sèches, se trouvent brusquement plongés dans un milieu dominé par les maladies parasitaires en particulier les trypanosomoses (WINROCK, 1992). Le cheptel bovin de ce pays comporte actuellement quelques deux millions de zébus issus majoritairement de la race Mbororo à robe acajou. Les zébus de race Akou et Goudale sont peu représentés (BERTUCAT, 1965). A ces zébus, élevés dans une tradition pastorale basée sur le nomadisme, il convient d'ajouter un effectif de 7 000 bovins trypanotolérants, essentiellement de race Baoulé. A l'opposé, leur élevage est sédentaire et évolue dans un système de métayage villageois.

En raison de leur caractère trypanosensible, les zébus sont les seuls réellement touchés par les trypanosomoses. Nous décrivons maintenant ces maladies sous leur aspect clinique et tentons d'estimer l'importance de celles-ci, à l'échelon national d'abord puis à l'échelle des troupeaux étudiés. Ensuite, nous détaillons les principaux traits comportementaux susceptibles d'expliquer les modalités d'acquisition des trypanosomoses par les zébus.

2. Le zébu Mbororo : un animal trypanosensible

2.1. Les trypanosomoses bovines : des affections graves

Les trypanosomoses, en réduisant considérablement la production animale, ont d'importantes conséquences sociales et économiques. En effet, ces affections aiguës ou chroniques entraînent principalement de mauvaises performances reproductives (avortements), des retards de croissance (perte de poids, mortalité des jeunes) et une diminution de la production laitière (AGYEMANG *et al.*, 1990 ; 1991). La gravité clinique de ces maladies chez les bovins est cependant variable puisqu'elle dépend, d'une part, de la sensibilité et de l'état physiologique de l'animal-hôte et, d'autre part, de la virulence du trypanosome impliqué. Bien souvent, ces parasitoses conduisent à la mort des animaux atteints, bien qu'elles puissent évoluer vers la chronicité ou la guérison complète. Une à trois semaines après l'infection, le bovin développe une fièvre intermittente accompagnée d'une sérieuse anémie qui prend un aspect chronique après quelques semaines. L'animal s'amaigrit progressivement, l'état de sa robe se dégrade (poil piqué) et des troubles secondaires apparaissent (oedèmes, larmolement, splénomégalie et polyadénite). Le cas échéant, l'animal meurt des suites d'une insuffisance cardiovasculaire consécutive à l'état d'anémie et à des lésions cardiaques ou bien à cause d'infections bactériennes ou virales secondaires et éventuellement à la suite d'atteintes nerveuses (ITARD, 1981 ; ILCA, 1979).

2.2. L'importance des trypanosomoses bovines parmi les différentes pathologies du zébu en

R.C.A.

Dans les savanes humides de Centrafrique, outre les trypanosomoses, les zébus Mbororo sont affectés par de nombreuses maladies (BERTUCAT, 1965). On recense parmi les maladies infectieuses : la péripneumonie, la peste bovine, la pasteurellose, le charbon symptomatique, le charbon bactérien, la dermatophilose, la tuberculose, la brucellose et la fièvre aphteuse. Parmi les maladies parasitaires, beaucoup d'helminthoses (strongylose, ascaridiose, cysticercose et distomatose) font des ravages chez les veaux en bas âge (BOUCHET *et al.*, 1969) tandis que celles dues aux hémoparasites (babésioses, rickettsioses) ont des effets désastreux à tous les âges.

La plupart de ces affections sont facilement curables et pourtant elles représentent un véritable problème de santé vétérinaire, d'une part pour leurs effets propres et d'autre part parce qu'en

affaiblissant les animaux, elles facilitent l'installation des trypanosomoses ou accentuent leurs effets. Les maladies transmises par les tiques occupent une place particulière puisque d'après une vaste enquête publiée par LE GALL *et al.* (1992a) et portant sur 1151 éleveurs Mbororo dispersés dans 27 secteurs d'élevage de Centrafrique, ces pathologies seraient au moins aussi importantes que les trypanosomoses. Les parasites recensés sont *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Anaplasma marginale* et *Cowdria ruminantium*, tandis que les espèces de tiques les plus largement distribuées en R.C.A. sont *Amblyomma variegatum*, *Boophilus decoloratus* et *Boophilus annulatus*.

Face à ces obstacles, l'éleveur dispose d'une imposante gamme de produits vétérinaires, dont il use abondamment et parfois de façon non rationnelle. Grâce à la F.N.E.C. (Fédération Nationale des Eleveurs Centrafricains), une solide et puissante organisation gérée par les éleveurs Mbororo eux-mêmes, l'approvisionnement en médicaments vétérinaires est facile. Cependant, les antibiotiques et les vermifuges sont relativement peu employés. En effet, en Centrafrique, les médicaments trypanocides (tableau C) représentent 75% des ventes enregistrées à la FNEC. Par ordre décroissant, le palmarès de la distribution est le BérénilR (25%), le TrypanidiumR (22%) et le NovidiumR (14%). Le reste est réparti entre les autres trypanocides (BLANC, 1991). Un autre rapport récent apporte des chiffres précis sur les coûts des mortalités et les coûts des traitements dus aux trypanosomoses et permet de confirmer l'importance de l'utilisation du BérénilR et, de manière indirecte, des trypanosomoses bovines (LE GALL *et al.*, 1992a). Cependant, depuis quelques années, on assiste à une spectaculaire chute des ventes des trypanocides : de 350 millions Francs CFA en 1990, elles passent à 340 en 1991 et 280 en 1992. Cette baisse des ventes n'est pas due à une diminution de la mortalité par trypanosomoses mais marque certainement l'appauvrissement croissant des éleveurs Mbororo (BLANC *et al.*, 1992).

La connaissance des trypanocides employés et le nombre de traitements effectués permettent de calculer un indice nommé Index Bérénil (ROGERS, 1985 ; CLAXTON *et al.*, 1989). En raison de son intérêt en tant que marqueur épidémiologique (cf. chapitre V), nous tentons maintenant de le quantifier pour chacun des élevages, après avoir décrit le protocole utilisé pour l'étude des bovins et de leurs affections trypanosomiennes.

2.3. Protocole de suivi des zébus

Notre programme d'étude des trypanosomoses chez le "compartiment bovin" s'insère dans le prolongement du programme Ouro-Djafoun (LE GALL *et al.*, à paraître). Il repose sur des visites trimestrielles dont le calendrier est donné au tableau B. Chaque zébu étudié est marqué d'un numéro à la corne. Une fiche signalétique mentionnant le sexe, le nom, l'âge, les antécédents pathologiques, les gestations et vélages éventuels et les traitements trypanocides effectués, accompagne chaque bête (annexes II.1. à II.21.). A chaque visite, des prélèvements sanguins sont effectués sur chacune des bêtes (annexe A-2). En raison d'une tradition d'échanges de zébus entre éleveurs d'une même famille, de l'importance du taux de mortalité et surtout du fort taux d'exploitation du cheptel, pouvant atteindre jusqu'à 19 % (LE MASSON et REMAYEKO, 1990 ; BLANC *et al.*, 1992), la composition du troupeau d'un éleveur Mbororo évolue rapidement. De ce fait, le lot d'individus marqués initialement n'a pu être suivi intégralement. La composition des échantillons pour chaque troupeau, lors de chaque visite, est donnée aux tableaux II.1. à II. 21 et B.

Il est très difficile d'estimer la pression de soins trypanocides exercée par les peuls. Face à des questions relatives aux produits employés, les doses utilisées et la périodicité, l'éleveur Mbororo ne choisit que rarement la franchise dans ses réponses. En guise de parade, à chaque visite trimestrielle, tous les animaux constitutifs de l'échantillon sont traités par nos soins au BérénilR à la dose de 7 mg/kilogramme (tableau B). Ce procédé rentre dans les termes du contrat passé avec l'éleveur qui accepte de collaborer à la condition seulement que chaque zébu prélevé soit traité contre les trypanosomoses. Le double avantage de ce "marché" est qu'il constitue un "blanchiment" de chaque échantillon et qu'il limite les interventions sanitaires anarchiques de l'éleveur entre deux visites consécutives.

Dans l'immédiat, nous faisons le point, élevage par élevage, sur les traitements trypanocides effectués par l'éleveur lui-même au cours de cette étude.

2.4. Index Bérénil

L'Index Bérénil est défini comme la proportion d'animaux traités au moyen de trypanocides par l'éleveur pendant un trimestre, c'est-à-dire entre chacune de nos visites (ROGERS, 1985 ; CLAXTON *et al.*, 1989).

a) Elevage A.N.D.E.

Pour cet élevage à caractère expérimental, toutes les conditions de traitement sont connues. C'est aussi le seul troupeau qui ait pu être suivi en intégralité pendant toute cette étude. Excepté les

Tableau B :

A - Effectif des échantillons suivis lors de chaque visite

B - Traitements réalisés par nos soins à chaque visite (traitement complet de l'échantillon)

C - Traitements réalisés par l'éleveur entre chaque visite (Index Bérénil)

A

Date	ANDE	SAE	HODI	BOUBA	NDEMAYO
Jui-90	*	83	32		
Oct-90	50	62	21		
Fév-91	44	60	20		
Jui-91	51	48	31		
Oct-91	52	23	**	30	38
Fév-92	61	30	**	25	40
Jui-92	58				
Aoû-92	62				

Légende * = troupeau en cours de constitution, non étudié à cette date
 ** = troupeau non présenté par l'éleveur

B

Date	ANDE	SAE	HODI	BOUBA	NDEMAYO
Jui-90	Bérénil	Bérénil	Bérénil		
Oct-90	Bérénil	Bérénil	Bérénil		
Fév-91	Bérénil	Bérénil	Bérénil		
Jui-91	Bérénil	Bérénil	Bérénil		
Oct-91	0	Trypamidium		Bérénil	0
Fév-92	0	Bérénil		Bérénil	0
Jui-92	0				
Aoû-92	0				

Légende 0 = absence de traitements

C

Date	ANDE	SAE	HODI	BOUBA	NDEMAYO
Juin / Oct. 1990	0,68	0,194	?		
Oct. / Fév. 1991	0,864	0,15	?		
Fév. / Juin 1991	0,392	0,25	0,129		
Juin / Oct. 1991	0,885	?		0,233	0
Oct. / Fév. 1992	0,23	1		0	0
Fév. / Juin 1992	0,103				
Juin / Août 1992	0,081				

Légende 0,68 signifie que 68% de l'échantillon a été traité par l'éleveur
 ? = aucune connaissance sur les traitements effectués

A - Médicaments trypanocuratifs

Composé actif	Nom commercial	Indication	Espèces animales
Suramine	Naganol	<i>T. evansi</i> <i>T. brucei</i>	Camélidés, Equidés Canidés
Chlorure d'homidium	Novidium	<i>T. congolense</i> <i>T. vivax</i>	Bovins
Acéturate de diminazène	Bérénil ou Veriben	<i>T. vivax</i> <i>T. congolense</i> <i>T. brucei</i> <i>T. evansi</i>	Bovins Equidés Petits ruminants
Mélarsomine	Cymélarsan	<i>T. brucei</i> <i>T. evansi</i>	Equidés, Canidés Camélidés

B - Médicaments trypanocuratifs et trypanopréventifs

Composé actif	Nom commercial	Indication	Espèces animales
Chlorhydrate de chlorure d'isométymidium	Trypamidum ou Samorin	<i>T. vivax</i> <i>T. congolense</i> <i>T. brucei</i>	Bovins Equidés Canidés
Bromure d'homidium	Ethidium	<i>T. vivax</i> <i>T. congolense</i>	Bovins Petits ruminants
Prosalt de quinapyramine	Trypacide Anthrycide	<i>T. evansi</i> <i>T. brucei</i> <i>T. vivax</i>	Camélidés, Equidés Bovins

Tableau C : Les principaux médicaments trypanocides à usage vétérinaire

naissances enregistrées et les quelques cas de mortalité, la composition de ce troupeau ne change guère au cours de ce travail. Le BérénilR est le seul trypanocide utilisé. Pendant la période comprise entre juin 1990 et juin 1991, le troupeau entier est traité au BérénilR de façon trimestrielle par nos soins et toute latitude est laissée au berger entre chacune de nos visites, à condition qu'il inscrive sur un cahier les traitements effectués. A partir de juin 1991, et jusqu'à la fin de l'étude, à moins qu'une bête nécessite des soins urgents, seuls les individus trouvés parasités lors des visites trimestrielles sont soignés au BérénilR. Nous étudions donc la première année l'évolution des trypanosomoses dans une optique de contrôle permanent de celles-ci par traitement trypanocide alors que la deuxième année, les traitements sont réduits au maximum. Dans ces conditions d'élevage contrôlé, les valeurs de l'Index Bérénil s'échelonnent entre 39,2% et 86,4% la première année et entre 0 % et 88,5% la deuxième année (tableau B).

b) Elevage d'Ardo Hodi

Cet élevage est celui qui a réservé le plus de mauvaises surprises. Premièrement, parce que très peu de bêtes étaient présentées par l'éleveur au cours de nos visites. En second lieu, nous ne connaissons presque rien sur les traitements trypanocides effectués entre celles-ci. Enfin, au cours des cinquième et sixième visites (octobre 1990 et février 1991 respectivement), l'éleveur a cessé de collaborer.

c) Elevage d'Ardo Sae

Le travail entrepris chez cet éleveur s'étend de juin 1990 à février 1992, soit presque deux ans. Les conditions de traitement sont relativement bien connues (tableau B). L'Index Bérénil varie de 15% à 100%. Au cours de notre visite d'octobre 1991, cet éleveur a néanmoins exigé que son troupeau soit traité au TrypanidiumR et non au BérénilR, en raison de son intérêt préventif. Pour des raisons inconnues, il traite l'ensemble de son troupeau deux semaines plus tard avec du NovidiumR. Cette observation témoigne bien de la méfiance que partagent beaucoup de Mbororo face à notre travail.

d) Elevage d'Ardo Bouba

Lors de notre visite d'octobre 1991, les animaux proposés par cet éleveur sont traités au BérénilR, comme dans les cas précédents. A la visite suivante, en février 1992, Ardo Bouba assure n'avoir traité aucun animal pendant la période écoulée. Dans ce cas, l'Index Bérénil est donc nul.

e) Elevage de Ndemayo

Le troupeau est composé exclusivement de taurins trypanotolérants, et aucune bête n'est jamais traitée avec un quelconque trypanocide. Le fait que cet éleveur refuse tout médicament mais demande seulement en échange de sa collaboration quelques sacs de sel confirme ce fait. Dans ce cas également, l'Index Bérénil est nul.

3. Le zébu Mbororo : un animal aux moeurs méconnues

Les Mbororo n'admettent pas de limites à la savane environnante (BOUTRAIS, 1988 ; LE MASSON et REMAYEKO, 1990) et possèdent de surcroît des zébus extrêmement mobiles. De ce fait, l'installation de leurs campements résulte d'un équilibre découlant d'une situation parfois conflictuelle avec les villageois et d'une impérieuse nécessité de proximité de ces mêmes villageois, au moins pour l'approvisionnement en manioc, base de leur alimentation. Dans la majorité des cas, leurs campements sont construits en pleine brousse, à quelques kilomètres des pistes et des villages centrafricains.

Quant aux zébus, ils évoluent dans un "paysage" au sein duquel leur comportement est considéré comme un facteur essentiel dans la compréhension de l'épidémiologie des trypanosomoses (SNOW, 1992 ; WACHER *et al.*, 1987). En Centrafrique, du fait de la disparition des archives du Service de l'Elevage, la seule documentation disponible relative aux comportements pastoraux, est celle de MATHIEU (1988). Malgré cette contribution, l'éthologie des zébus Mbororo demeure encore un domaine insuffisamment exploré. Aussi, avons-nous développé une recherche originale visant, d'une part, à définir "l'espace pastoral" tel qu'il est implicitement occupé par l'éleveur et son troupeau et, d'autre part, à préciser les stratégies pastorales qui découlent de son utilisation. De cette connaissance, nous tirerons les principaux enseignements susceptibles d'éclairer les modalités de transmission des trypanosomes aux zébus (cf. chapitre V).

3.1. L'espace pastoral

3.1.1. Définition

Par espace pastoral, nous désignons l'ensemble des sites occupés d'une part, par l'éleveur et sa famille et d'autre part, par son bétail (fig. 6). La famille de l'éleveur est regroupée au niveau du campement (en langue foulfouldé, *Ouro*) fait de huttes d'herbes (*suDuu*) dont le nombre dépend de l'importance de la famille. Le campement est situé le plus souvent sur une butte (fig. 6-B), à distance raisonnable de la rivière pour éviter les désagréments liés à son entomofaune mais assez proche pour éviter de trop longs déplacements liés à la collecte de l'eau pour les besoins domestiques. Le bétail répartit son activité entre l'aire de repos (*DuDDaal naage* ou *Pellel na'i*), les points d'abreuvement (*regorde*) et le pâturage (*ouDo*). Tous ces domaines sont reliés les uns aux autres par de nombreux sentiers, certains empruntés le plus souvent par l'homme, d'autres par le bétail.

L'aire de repos est une aire dégagée où est rassemblé le troupeau pour la traite, les opérations de détiage, le suivi sanitaire et la surveillance. En général, elle est peu éloignée du campement et reste bien visible de celui-ci. Elle peut être divisée en plusieurs unités, chacune accueillant le troupeau d'un des membres de la famille.

Les abreuvoirs sont des endroits de la rivière aménagés par l'éleveur et choisis bien souvent par le bétail lui-même. Le nombre et l'éloignement des points d'abreuvement ainsi que l'étendue du pâturage varient selon les élevages.

Le pâturage est la surface de savane environnante exploitée réellement ou potentiellement par le bétail. La qualité de ce pâturage dépend beaucoup des espèces végétales présentes et de la gestion qui en est faite.

3.1.2. Troupeaux et espace pastoral chez les élevages étudiés

3.1.2.1. Elevage A.N.D.E.

Le troupeau comprend une cinquantaine de zébus. L'aire de repos du bétail est éloignée du campement de 50 mètres et des abreuvoirs de plus de 200 mètres. Le bétail s'abreuve en deux points situés d'une part sur la rivière Mbounou et d'autre part sur la Bandapa (fig. 7).

3.1.2.3. Elevage d'Ardo Hodi

Son troupeau comporte seulement quelques dizaines de têtes, peut-être une cinquantaine. Jusqu'à mai 1991, le troupeau s'abreuve sur la rivière Nzangbateu (fig. 8). À partir de ce mois, le bétail est déplacé et conduit à un abreuvoir sur la rivière Goubou. Cet éleveur continue à envoyer son troupeau en transhumance pendant la saison sèche.

3.1.2.4. Elevage d'Ardo Sae

Cet éleveur possède un cheptel fort de 150 à 200 zébus et d'une quinzaine de Baoulés. Proche du campement, l'aire de repos est scindée en trois ou quatre unités proches, chacune accueillant une cinquantaine de bêtes. Le bétail fréquente deux abreuvoirs situés sur les rivières Yakérékpa et Ybi (figure 7). Rappelons que trois pièges de lutte contre les glossines (cf. chapitre VI) sont installés en permanence à chacun des abreuvoirs.

3.1.2.5. Elevage d'Ardo Bouba

L'effectif avoisine 150 têtes. Le bétail se rend à deux abreuvoirs, Guiwi et Dozo (fig. 8), chacun étant également protégé par trois pièges.

3.1.2.6. Elevage de Ndemayo

Cet éleveur possède 110 taurins Baoulés trypanotolérants exclusivement. Totalement sédentaire, le troupeau s'abreuve à la Mbonou-pont et à une mare temporaire en saison des pluies (fig. 7). Comme nous le verrons par la suite, la conduite du bétail diffère de celle appliquée par les Mbororo aux zébus.

3.2. L'utilisation de l'espace pastoral par le troupeau

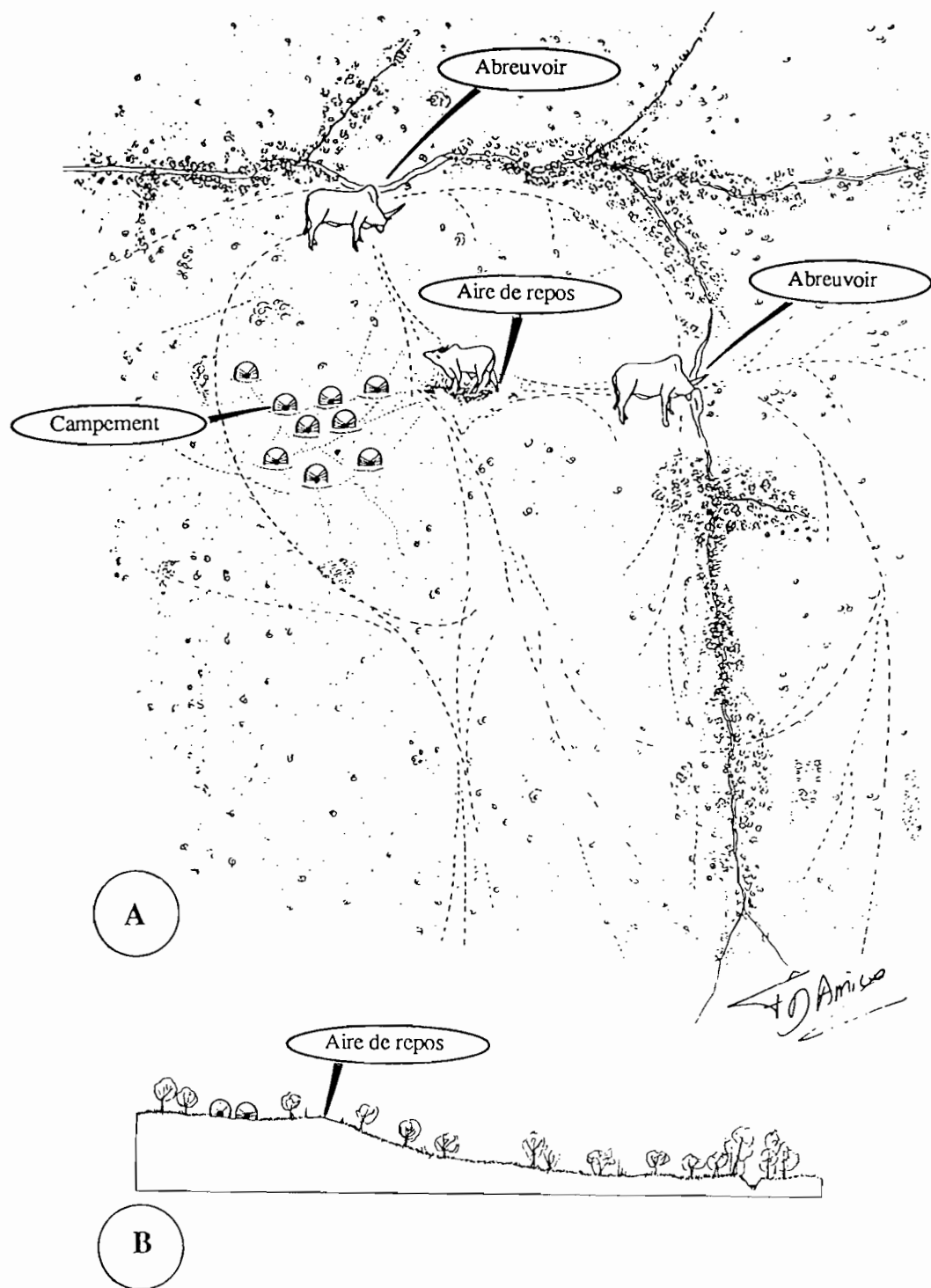
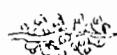
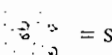
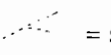


Figure 6: L'espace pastoral Mbororo en Centrafrique.

A- Le bétail fréquente deux abreuvoirs aménagés dans la galerie forestière. Les pâturages, à l'aspect de savane arborée, sont sillonnés de sentiers empruntés par le bétail. L'aire de repos est située à proximité du campement, constitué de plusieurs huttes traditionnelles.

 = galeries forestières  = savane arborée  = sentiers bovins

B- Profil topographique de l'agencement de l'espace pastoral. Le campement et l'aire de repos sont généralement situés sur une hauteur, à une distance variable des abreuvoirs.

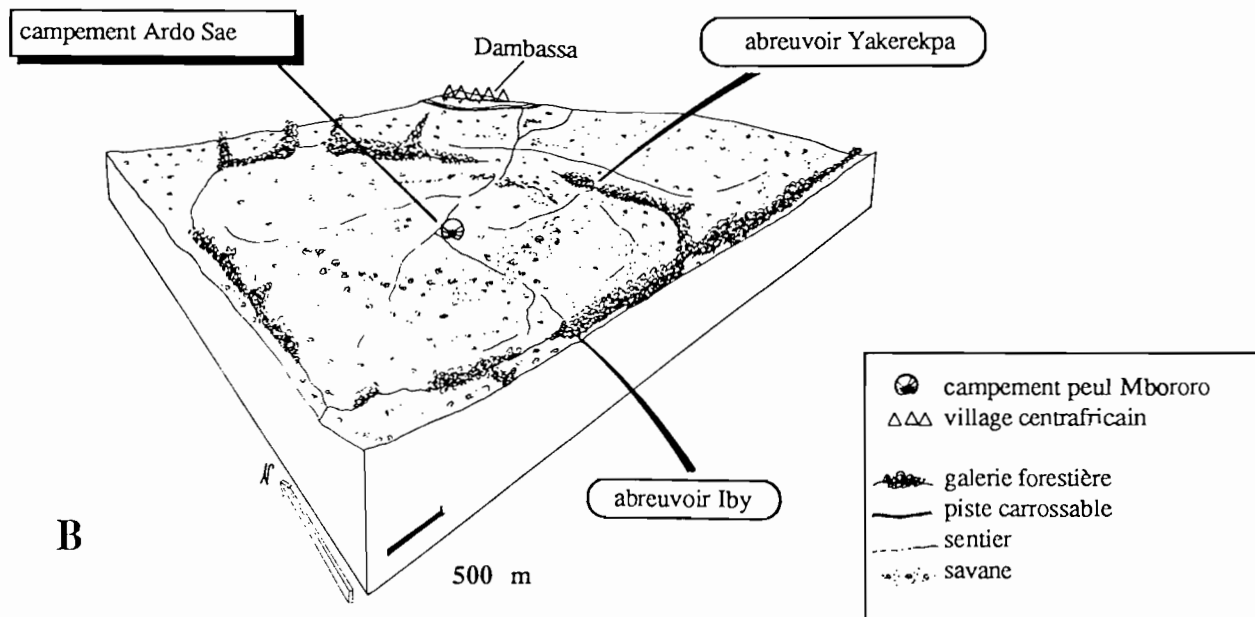
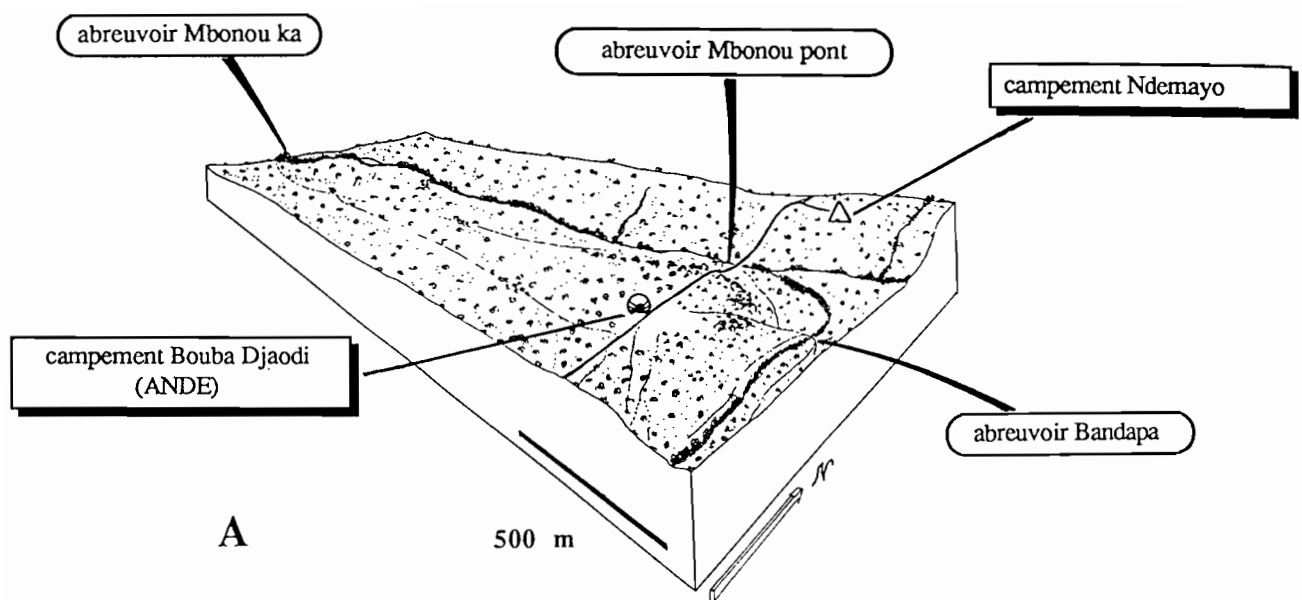


Figure 7: **A.** Situation des campements permanents de l'A.N.D.E. et du métayer J.P. Ndemayo. Les zébus de l'ANDE fréquentent deux abreuvoirs (Mbonou-pont et Bandapa). Les taurins de Ndemayo s'abreuvent à l'abreuvoir Mbonou-pont et à côté, ainsi qu'à une mare temporaire (cf. figure 13). **B.** Situation du campement de saison des pluies de Ardo Sae bi Ewi. Les zébus de cet élevage fréquentent deux abreuvoirs (Iby et Yakerekpa). Le village centrafricain le plus proche est Dambassa. L'échelle et la direction du Nord sont indiquées au bas de chaque bloc-diagramme.

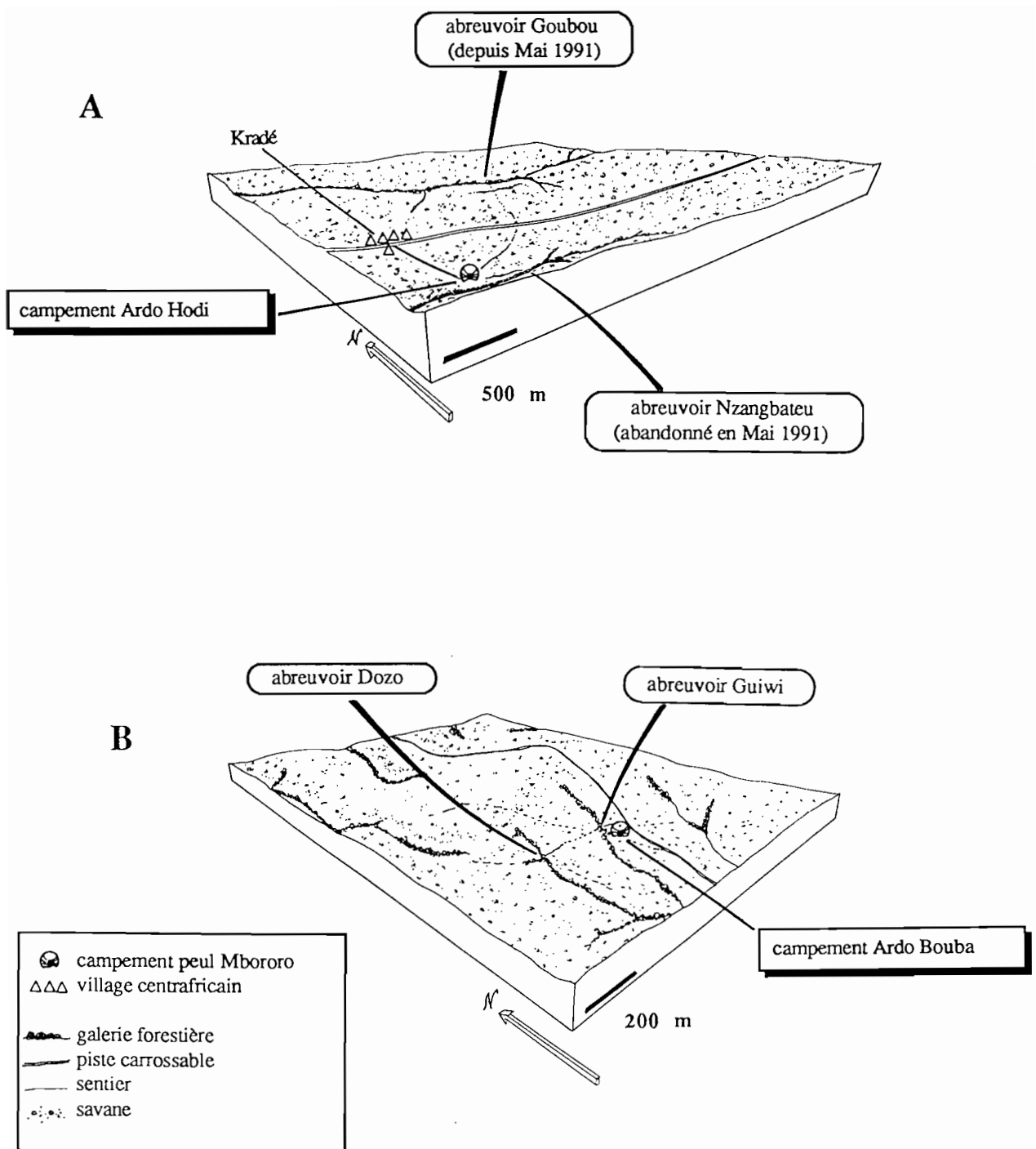


Figure 8 : **A.** Situation du campement de saison des pluies de Ardo Hodi bi Hamane. Les zébus s'abreuvent ssuccessivement sur la Nzangbateu puis sur la Goubou. Le village centrafricain le plus proche est Kradé. **B.** Situation du campement permanent de Ardo Sae bi Ewi. Les zébus de cet élevage fréquentent deux abreuvoirs (Guiwi et Dozo). L'échelle et la direction du Nord sont indiquées au bas de chaque bloc-diagramme.

3.2.1. Migrations historiques

Depuis leur arrivée en Centrafrique, aux alentours de l'année 1925, fuyant des contraintes trouvées trop importantes dans les pays fréquentés jusqu'alors, les Mbororo accomplissent des migrations complexes dans ce pays. Ces mouvements, qui s'effectuent sous forme de flux et de reflux, sont bien décrits par BOUTRAIS (1988) et surtout par DESROTOUR (1981).

Entre 1920 et 1930, les Mbororo affluent de la frontière camerounaise jusqu'aux portes de Bangui et vers Bambari à l'est. Quelques années après, un important reflux s'amorce vers le Cameroun à nouveau et vers 1950, à l'exception d'un petit noyau concentré à Carnot, tous les éleveurs se retrouvent pressés au Nord-Ouest contre la frontière camerounaise. Dans les années 1970, un mouvement inverse reprend et amène cette fois-ci les Peuls très loin, jusqu'à l'est (Djema) et au sud du pays (Mobaye). Une tentative de passage au Zaïre en 1983 se solde par un échec grave, la plupart des troupeaux étant confisquée. A nouveau, depuis quelques années, un risque de mouvement inverse existe (DESROTOUR, 1981).

Le nomadisme est une tradition bien ancrée dans les moeurs des Peuls, mais ce trait de leur caractère n'explique pas, à lui seul, tous ces mouvements. Les principales causes de ces véritables "marées humaines et bovines" sont à chercher dans les assauts répétés des diverses pathologies du bétail. La péripneumonie, la terrible épidémie de peste bovine de 1938-39, les trypanosomoses et les maladies transmises par tiques sévissant à l'état endémique ont largement entravé les tentatives aventureuses de ces pionniers Mbororo. Grâce aux campagnes de vaccination, le développement de la peste bovine et de la péripneumonie a pu être enrayé. En l'absence de vaccin, les trypanosomoses et les maladies transmises par tiques continuent de subsister. Seuls les efforts du Service de l'Elevage en R.C.A. et l'arrivée sur le marché de traitements prophylactiques efficaces (trypanocides en particulier) ont rendu possible une installation durable de cet élevage Mbororo.

En définitive, depuis plus d'un demi-siècle en R.C.A., les projets des éleveurs attirés par les potentialités fourragères des savanes humides et les espaces disponibles, sont en grande partie bousculés par l'importance de l'obstacle que constituent les glossines et les trypanosomoses.

Dans la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun, l'installation "officielle" des premiers éleveurs revient au Dr. V. MALBRANT, et date de 1937 (DESROTOUR, com. pers.). La dernière intervention du Service d'Elevage dans l'aménagement de cette zone à vocation pastorale s'est effectuée en 1948-1949, avec la bienveillance du Dr. J. DESROTOUR, alors directeur de ce Service. La plupart des éleveurs partenaires de notre recherche sont issus de ces mouvements. Après avoir suivi les pérégrinations de leurs parents, ces jeunes éleveurs ont par la suite pu installer leur propre élevage. Leur situation géographique actuelle n'est pas le reflet du passé. En effet, les pâturages ne retiennent les éleveurs en un même point que quelques années, en moyenne 7,8 ans en 1980 et 8,7 ans en 1990 (LE MASSON et REMAYEKO, 1990).

3.2.2. Mouvements saisonniers

Une enquête récente indique qu'en moyenne, dans la région d'Ouro-Djafoun, 80 % des éleveurs Mbororo pratiquent une transhumance de saison sèche, d'une durée moyenne de 5,5 mois (LE MASSON et REMAYEKO, 1990). Selon ce schéma, chaque année, l'éleveur et son troupeau quittent le campement de saison des pluies et le retrouvent dès la fin de la transhumance. Les deux principales raisons invoquées par les éleveurs pour expliquer ces déplacements sont d'une part, la recherche d'un nouveau pâturage plus riche et d'autre part, d'un point d'eau pour les bovins. Beaucoup d'éleveurs avouent tout simplement suivre leur bétail (BOUTRAIS, 1988). Des motivations sociales s'y ajoutent sans aucun doute. Dans la région de Bambari, 61 % des itinéraires de transhumance n'atteignent pas 50 kilomètres, seulement 11 % dépassent 100 kilomètres (LE MASSON et REMAYEKO, 1990). D'après la même enquête, et pour la même région, 68 % des transhumances sont itinérantes, le reste se faisant en un lieu fixe.

Ardo Sae et Ardo Hodi ont pu être suivis dans leur déplacement pendant deux années. Tous deux effectuent un court trajet (fig. 5). Seul le second adopte un campement de saison sèche stable, identique d'une année sur l'autre. Les itinéraires suivis et les noms des rivières fréquentées apparaissent aux figures 53 et 54.

Ardo Sae pratique une transhumance totale puisque l'ensemble du troupeau se déplace. Pendant l'année 1990-91 celui-ci est parti de novembre à mai. L'année suivante, le départ a eu lieu début novembre 1991 tandis que le retour s'effectua début avril 1992. D'une année à l'autre, l'itinéraire suivi a changé, ainsi que les sites d'installation des campements temporaires (fig. 54). En général, les campements successifs (2 à 3) sont édifiés sur un pâturage brûlé peu de temps auparavant, afin que le troupeau bénéficie des repousses très appréciées.

Ardo Hodi pratique une transhumance partielle puisqu'une partie seulement du troupeau part tandis qu'une faible fraction composée des vaches mères, de leurs veaux et d'individus malades reste au

campement de saison des pluies (fig. 53). Pendant l'année 1990-91, il est parti de décembre à avril. A son retour, sans changer de campement, l'éleveur a déplacé son troupeau sur un autre pâturage, au sud de la rivière Goubou. L'année suivante, la transhumance s'est déroulée entre fin novembre et fin avril.

3.2.3. Déplacements quotidiens

L'exécution des pratiques pastorales au quotidien s'accompagne également de mouvements. L'éthologie des zébus n'est pas facile à cerner, leur comportement farouche interdisant tout suivi complet à l'observateur étranger. Le troupeau de l'A.N.D.E., moins farouche du fait de son caractère expérimental, mais surtout parce que nous avons travaillé en sa compagnie plus longtemps et plus intensément, nous a offert de bonnes conditions pour cerner les pratiques pastorales au quotidien. Comme nous le verrons (chapitre V), celles-ci ne sont pas indifférentes, en termes d'épidémiologie, dans les modalités de circulation des trypanosomes.

3.2.3.1. Cas de l'élevage A.N.D.E.

3.2.3.1.1. Organisation d'une journée pastorale

Deux paramètres caractérisent l'activité quotidienne d'un troupeau de zébus Mbororo. Le premier est d'ordre temporel (chronologie et durée des événements) tandis que le second touche l'aspect spatial de l'activité bovine (parcours et occupation de l'espace pastoral). Nous examinons successivement ces deux aspects.

a) Composante temporelle

Le matin, au lever du jour, les bêtes spontanément rassemblées à l'aire de repos attendent l'arrivée de l'éleveur. Les vaches laitières sont traites par la femme et ses filles généralement. Ensuite, l'ensemble des bêtes est inspecté individuellement, par l'éleveur et ses fils, pour la recherche des tiques et des plaies éventuelles. Le détiquage manuel nécessite souvent le maintien des bêtes au moyen de cordes. Cette opération est longue, pouvant atteindre une heure ou deux. Vers 9 heures, le troupeau est poussé par l'éleveur à l'abreuvoir. Les zébus, par petits groupes, s'égayent dans la savane. La pâture est entrecoupée d'une phase de repos, sur une place ombragée, pour la rumination. Dans l'après-midi, le troupeau regagne spontanément le campement et continue à pâturer à proximité. Ce retour est largement étalé dans le temps, les bêtes arrivant par petits groupes. A titre d'exemple, le cas de la journée pastorale du 16 août 1992 est présenté en détail (fig. 9). En tout premier lieu, apparaissent les vaches-mères, suivies quelque temps après d'autres petits groupes de vaches accompagnées de génisses; les mâles rentrent généralement en tout dernier. En fin d'après-midi, entre 17 et 18 heures le troupeau est rassemblé par les fils de l'éleveur à l'aire de repos, autour d'un feu de feuilles vertes destiné à éloigner les insectes. Une deuxième traite a lieu à ce moment. A la nuit tombée, vers 20 heures, le troupeau quitte l'aire de repos pour une longue pâture nocturne, qui finalement conduira à nouveau les bovins à l'aire de repos.

Ce schéma ne s'applique que partiellement aux veaux. En effet, pendant leur première année de vie, les zébus répondent à une conduite pastorale différente du reste du troupeau. Bien que l'activité des veaux se modifie considérablement avec leur âge, globalement, le schéma suivant peut être proposé. Les nouveau-nés restent toute la nuit attachés à une corde tendue à proximité de la place de repos des adultes. Le matin, à l'occasion de la traite ils sont détachés un à un pour aller téter et stimuler la lactation; ils sont aussitôt séparés de la mère afin que la traite s'effectue. Dès la fin de celle-ci, le veau est remis sous la mère et tire le lait restant. Pendant les tout premiers mois, les veaux sont attachés à nouveau pour la journée. Après 4 à 5 mois, ils sont libérés de cette contrainte mais ne sont pas autorisés à suivre leurs mères. Les veaux, organisés en petits troupeaux, vadrouillent autour du campement, s'enhardissent avec le temps et s'éloignent un peu plus du campement. En début d'après-midi, ils rentrent avant leurs mères. Dès leur retour, ils se précipitent pour la tétée. Ensuite, ils restent en compagnie de leurs géniteurs, autour du camp, jusqu'au soir où ils sont séparés et attachés à nouveau pour la nuit.

b) Composante spatiale

Comme nous l'avons vu, les zébus traversent tous les domaines de leur espace pastoral au cours de la journée. Des abords du camp et de la place de repos, rayonnent de nombreuses sentes bien tracées jusqu'à l'abreuvoir Bandapa en particulier et au pâturage.

Le parcours quotidien des adultes, au départ de l'aire de repos, atteint la rivière Bandapa et se poursuit dans la savane, sur la rive opposée en général. Le retour s'effectue par plusieurs chemins, en

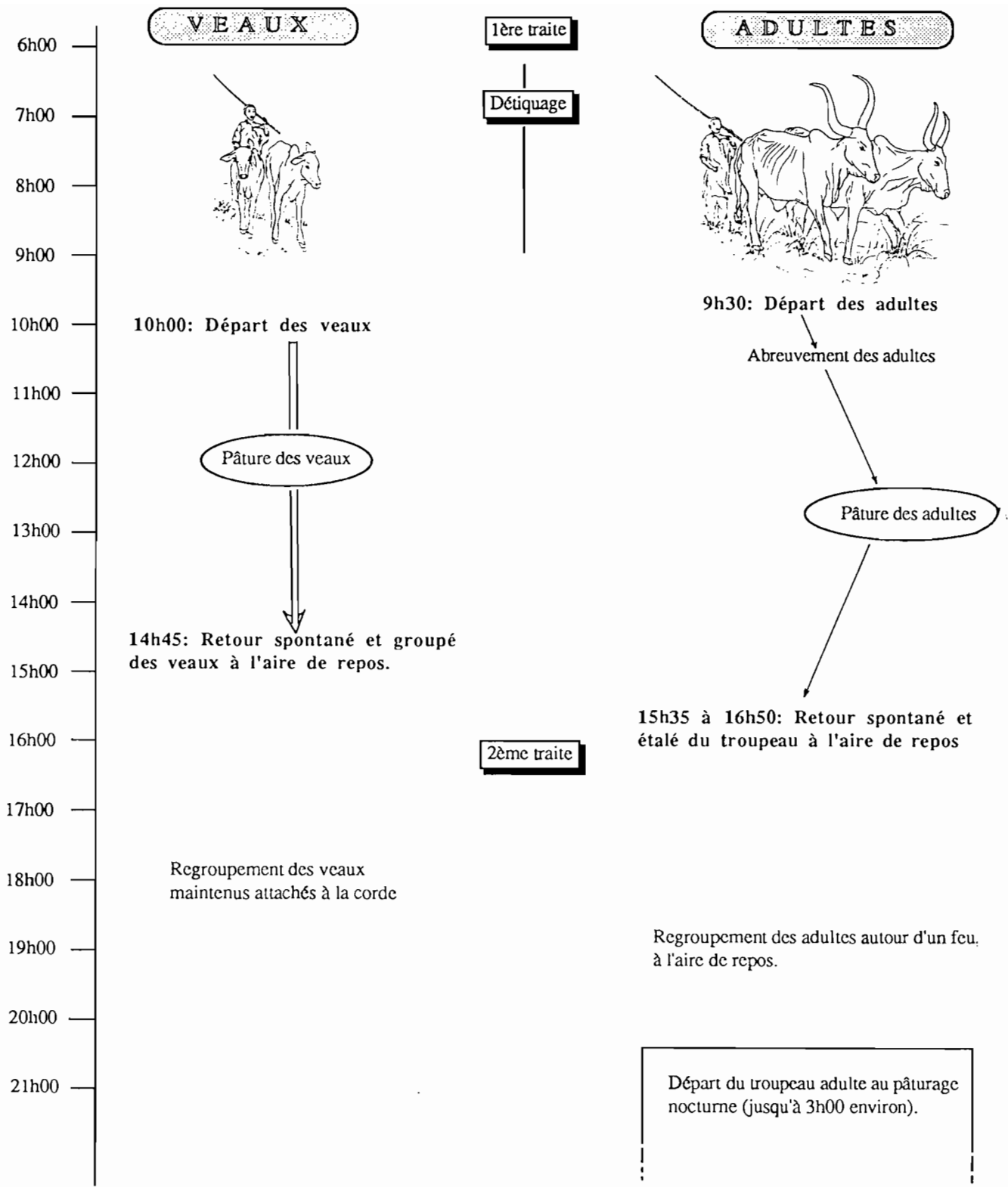


Figure 9 : Chronologie des activités pastorales quotidiennes. Cas de la journée du 18 août 1992, sur le site A.N.D.E. Au matin, tout le troupeau est regroupé à l'aire de repos. Après la traite et le détiage, le troupeau part à la pâture, les adultes un peu avant les veaux. L'après-midi, les veaux rentrent les premiers. Le retour des adultes est étalé entre 15h35 et 16h55, avec la répartition suivante : 15h35 : 14 vaches mères, 16h00 : 5 vaches et génisses, 16h10 : 12 jeunes mâles et vaches, 16h35 : 3 génisses, 16h50 : 5 génisses et 16h00 : 2 mâles). Le soir, le troupeau est à nouveau réuni à l'aire de repos. LA nuit, les adultes effectuent un parcours nocturne.

provenance du sud-est. Le pâturage nocturne emprunte toujours un itinéraire différent au sud-ouest et à l'ouest du campement (fig. 11).

Les veaux ne s'éloignent guère du campement, sauf quand ils atteignent l'âge d'un an, âge auquel ils passent à l'abreuvoir et effectuent un circuit pastoral déjà différencié (fig. 11).

Dans la zone d'élevage de Yérémo (Ouest de la R.C.A.), la longueur moyenne du parcours quotidien diurne est comprise entre 3 et 7 kilomètres, tandis que le circuit nocturne est plus court, inférieur à 4 kilomètres (MATHIEU, 1988). En juillet et août 1992, la distance moyenne du parcours diurne des zébus de l'A.N.D.E. a été estimée à 5 kilomètres, le point maximal fréquenté se trouvant à un peu moins de 2 kilomètres du campement. Le parcours nocturne est plus difficile à estimer; le seul indice est constitué de traces de sabot, observées à 1,2 kilomètres à l'ouest du camp. Dans le cas des veaux, la distance maximale effectuée avoisinerait 500 mètres et n'atteindrait qu'exceptionnellement 1 kilomètre.

3.2.3.1.2. Variations journalières

La répartition des activités journalières du troupeau et leur organisation en circuit restent relativement constants. Cependant, quelques variantes existent et concernent autant la composante temporelle que spatiale. Elles sont consécutives à des décisions de l'éleveur, à une modification du comportement des bovins ou suivent un événement climatique. L'heure de départ au pâturage est variable; chez Bouba Djaodi, en août 1992, elle est comprise entre 8h00 et 10h00 (fig. 12). Le bétail peut éventuellement s'abreuver une deuxième fois dans la journée, en cours d'après-midi. Les vaches mères arrivent généralement bien avant les autres, dès 15h00, mais parfois elles se font attendre jusqu'à 17h00 probablement parce qu'elles ont insuffisamment pâture. Dans ce cas, la deuxième traite de la journée peut ne pas avoir lieu. En saison des pluies, les fortes précipitations perturbent sérieusement le rythme habituel. Lorsque les rivières sont en crue, le troupeau hésite à les franchir et répugne à rentrer dans l'herbe haute. De ce fait, le parcours total d'une journée peut être réduit à moins d'un kilomètre. Inversement, cet itinéraire peut être sérieusement allongé, lorsque les bêtes cherchent une nouvelle station de pâturage par exemple ou lorsque les mâles recherchent des vaches.

Ces variations quotidiennes d'emploi du temps ne sont pas sans importance épidémiologique, comme nous le verrons ultérieurement. En effet, le temps passé dans chacun des domaines constitutifs de l'espace pastoral varie considérablement. Le temps consacré à l'abreuvement, dans la galerie forestière, reste sensiblement constant, avec une valeur ne dépassant pas 5 à 10 minutes. Par contre, au cours d'une journée (entre 6h00 et 18h00), l'aire de repos et le pâturage accueillent les zébus pendant des périodes de temps très variables. Entre le 15 et le 26 août 1993, les veaux ont ainsi passé entre 40 et 60% de leur journée au pâturage diurne; le 21 août, ce chiffre n'atteint que 21% en raison d'une pluie continue le matin ayant empêché les bêtes de rejoindre le pâturage (fig. 12). Cet intervalle est comparable dans le cas des vaches-mères (42 à 58%); par contre, les mâles et le reste du troupeau restent beaucoup plus longtemps au pâturage (54 à 70%).

3.2.3.1.3. Variations mensuelles

Le cycle des saisons et les modifications climatologiques mensuelles entraînent des changements profonds de la végétation, tant du point de vue quantitatif que qualitatif. La figure 10 illustre le changement survenant dans la durée des phases d'abreuvement et surtout de pâturage pendant la saison des pluies, entre mai et août 1992. En mai et juin, l'alimentation en eau est assurée au cours de deux passages à l'abreuvoir, sur la Bandapa le matin et sur la Mbounou l'après-midi; l'itinéraire de pâturage en est modifié puisque l'on observe un deuxième parcours de pâturage au Nord-Ouest du camp cette fois-ci. En juillet et août, on retrouve le schéma évoqué aux paragraphes précédant, avec une seule prise d'eau et une unique boucle de pâture diurne. Tout se passe comme si, avec l'augmentation de l'humidité et de la pluviométrie, le bétail demandait moins d'eau et moins d'espace.

En saison sèche, les observations directes, ajoutées aux remarques de Bouba Djaodi, font état d'un allongement significatif du parcours de pâture, en rapport avec la diminution de la valeur fourragère des espèces végétales appréciées (MATHIEU, 1988). En février 1992, le troupeau a été vu à 7 kilomètres au sud-est du campement, en milieu de journée. Le parcours de saison sèche peut donc être estimé à au moins 14 kilomètres, dans certains cas. Le troupeau s'abreuve à cette saison deux fois par jour, et d'après l'éleveur, aussi pendant la nuit.

3.2.3.2. Cas des autres élevages

Les observations éthologiques concernant les zébus des autres élevages sont plus disparates, pour au moins deux raisons. En premier lieu, l'éleveur, ne faisant confiance qu'aux membres de sa famille, n'apprécie pas qu'on essaye de suivre et comprendre les mouvements de ses bêtes. En second

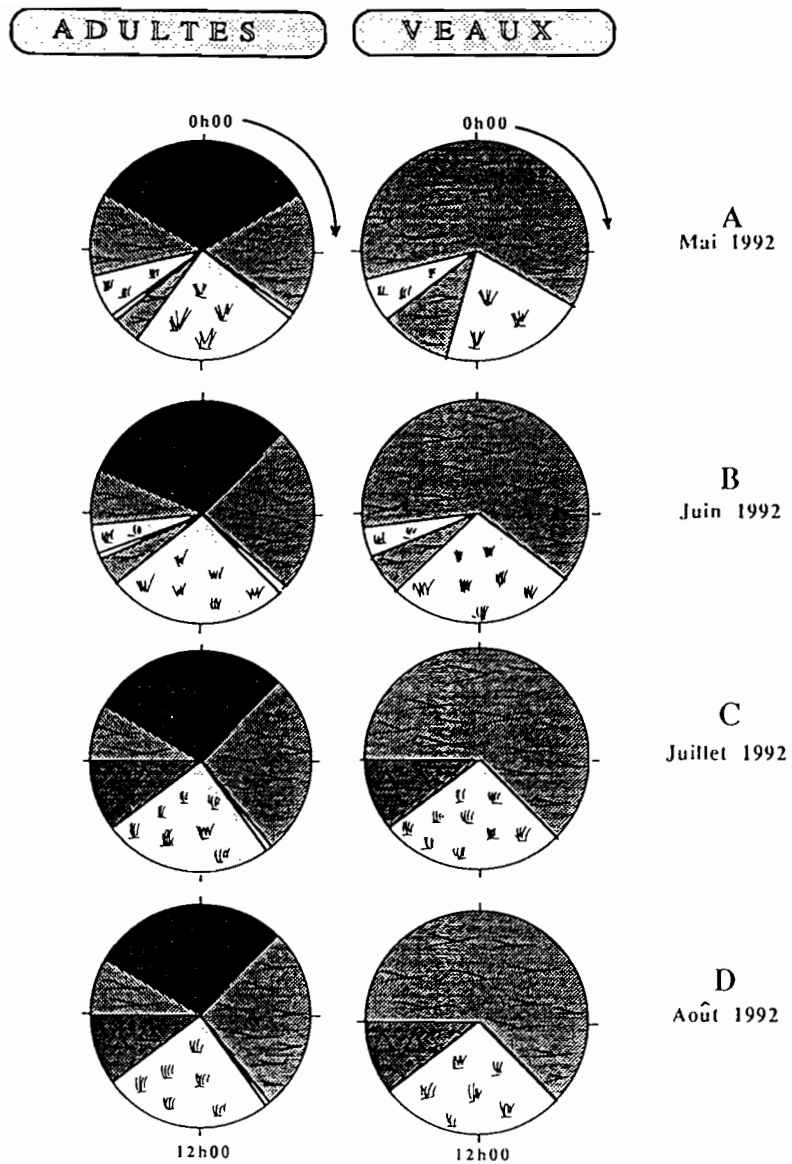
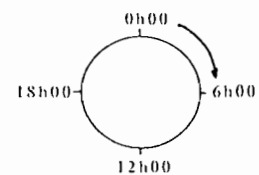
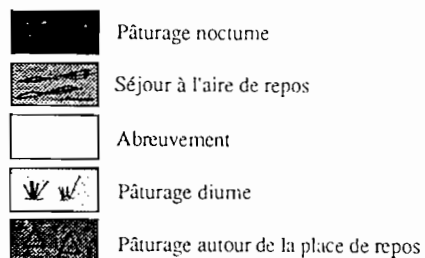


Figure 10 : Activité horaire des veaux et des zébus adultes Mbororo et variations au cours de la saison des pluies en mai (A), juin (B), juillet (C) et août 1992 (D). En mai et juin, les zébus passent deux fois à l'abreuvoir mais plus qu'une seule fois en juillet et août. Noter l'absence de pâture nocturne chez les veaux, attachés à l'aire de repos. Les périodes d'abreuvement des veaux, encore méconnues, ne sont pas figurées.

Légende:



lieu, les zébus, parce qu'ils ne connaissent que l'éleveur et les membres de sa famille, ne se laissent que très difficilement approcher et étudier.

Cependant, concernant les rythmes d'activité et les circuits des bovins pendant la journée, la plupart des observations réalisées chez les autres éleveurs s'inscrivent bien dans le schéma proposé ci-dessus. Il existe également un parcours nocturne de pâture, bien différencié du circuit diurne. Deux abreuvoirs différents sont fréquentés par les adultes, celui d'Iby le matin et celui de Yakerekpa en cours de journée (fig. 14).

3.3. Le partage de l'espace pastoral par les troupeaux

Nous venons de considérer l'activité d'un troupeau de zébus pris isolément. En prenant de la hauteur, on s'aperçoit rapidement que l'espace pastoral d'un troupeau chevauche souvent celui de troupeaux voisins. A la périphérie de l'élevage ANDE, au moins trois autres élevages sont recensés (fig. 13). A l'exception du troupeau de taurins de Ndemayo, ils sont composés de zébus Mbororo. A l'exception du petit troupeau (6 bêtes) de Maloum Issa, installé à 100 mètres de l'élevage ANDE depuis décembre 1991, aucun chevauchement géographique des espaces propres à chaque troupeau n'est consigné, mais il est certain qu'au cours de la journée, les zébus de différents troupeaux sont amenés à se rencontrer comme le démontrent les observations réalisées chez Ardo sae. Autour du campement de cet éleveur, les contacts entre troupeaux d'éleveurs apparaissent aussi bien au niveau du pâturage que de l'abreuvoir (fig. 14). Dans ce secteur, cinq élevages cohabitent : celui d'Ardo sae, de son frère (El Adji Hiafta), ceux de deux peuls appartenant à des clans éloignés de mauvaise réputation (gadjawa) et celui d'un éleveur centrafricain, possesseur d'une vingtaine de taurins Baoulés. Des contacts répétés entre troupeaux différents se produisent au niveau des abreuvoirs Iby (Hiafta/Sae) et Yakerekpa (Sae/gadjawa 2). De même, des interactions plus durables s'observent au sein même du pâturage, à l'ouest (Sae/gadjawa 1) et au sud (Sae/Hiafta) mais aussi autour des points d'eaux temporaires (Sae/Hiafta/gadjawa 1). Les "mélanges" entre les bêtes des frères Sae et Hiafta sont bien tolérés, d'autant plus qu'une tradition bien ancrée et largement pratiquée d'échanges et de prêt de bétail existe au sein d'une même famille peul. En revanche, le passage des troupeaux gadjawa sur la pâture et les abreuvoirs de Ardo Sae est très mal considéré par ce dernier. Ces événements sont d'ailleurs une source fréquente de disputes, Ardo Sae reprochant notamment aux bêtes de ses voisins "d'apporter des maladies, de voler la nourriture de son troupeau, d'endommager la pâture et de contaminer l'eau!"

3.4. L'abreuvement aux points d'eau temporaire

Les bêtes d'Ardo Sae s'abreuvent parfois à deux points d'eaux temporaires situés près du campement (fig. 33). En effet, pendant la saison des pluies, l'augmentation de la biomasse végétale s'accompagne d'une modification de la physionomie de l'espace pastoral. A Iby, la croissance spectaculaire des herbes entraîne une quasi-fermeture de l'abreuvoir; la hauteur des graminées peut dépasser deux mètres en Août. En définitive, avec l'avancée de la saison des pluies, le bétail délaisse cette zone et compense en s'abreuvant à Yakerekpa mais aussi aux points d'eau temporaire, en dehors des galeries infestées de glossines.

3.5. La conduite pastorale chez les taurins Baoulés

Toutes les races bovines ne pâturent pas de la même façon (WACHER *et al.*, 1987 ; DESROTOUR, com. pers.). L'étude réalisée chez Ndemayo montre que les taurins Baoulés n'ont pas un comportement hiérarchisé et organisé comme cela est observé chez les zébus. Bouba Djaodi dit lui-même que ces vaches Baoulés sont des "animaux sauvages et indisciplinés". En effet, aucune individualisation de rythmes d'activité ou d'itinéraires de pâture n'est décelable. L'alimentation en eau s'effectue principalement sur la Mbounou, en différents points, ainsi qu'au niveau d'une mare temporaire (fig. 13). L'herbe est prise au hasard des pérégrinations quotidiennes, le long de parcours aléatoires, autant de jour que de nuit. Il semble que les dégâts occasionnés par les taurins au pâturage soient plus importants que ceux des zébus ; ce fait serait à mettre en relation avec un piétinement très prononcé des taurins sur l'herbe (DESROTOUR, com pers). Contrairement aux zébus Mbororo, le troupeau Baoulé est toujours éclaté en petits groupes dispersés dans la savane, et qui ne rentrent qu'exceptionnellement au campement. A proximité de celui-ci, une aire de repos existe, mais elle n'occupe pas la même importance que chez les zébus.

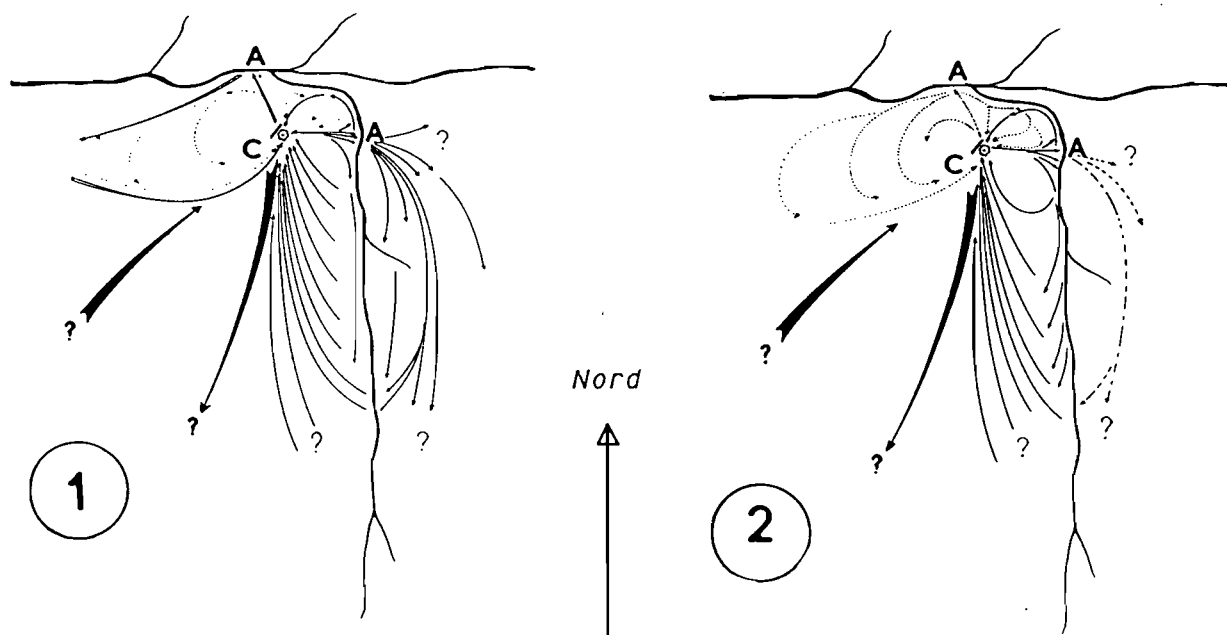
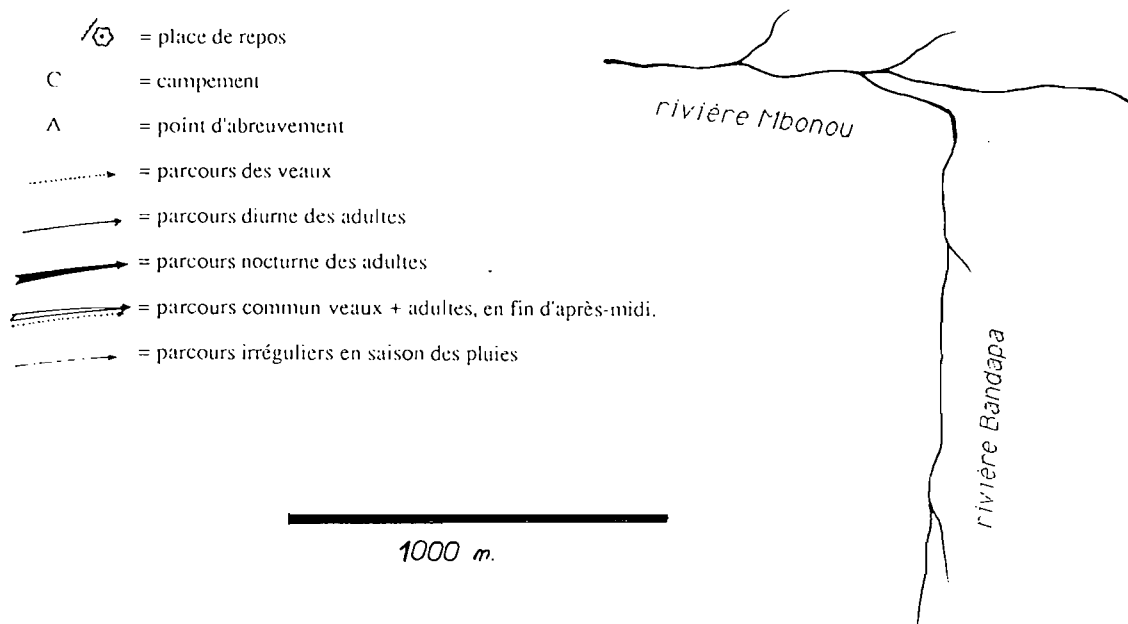


Figure 11: Schéma du parcours pastoral quotidien des zèbus Mbororo pendant la saison des pluies, en mai (1) et en août 1992 (2) sur le site d'élevage A.N.D.E.. Le parcours des veaux est limité au nord du campement. Les adultes, pendant la journée, circulent dans la partie sud-est tandis que la zone sud-ouest supporte les activités nocturnes. En mai, en fin d'après-midi, veaux et adultes fréquentent ensemble un itinéraire court à l'ouest. Au plus fort de la saison des pluies, les crues barrent souvent l'accès au pâturage situé à l'est de la rivière Bandapa (2).

Légende:
(Les points d'interrogation traduisent l'absence de données précises sur le trajet pratiqué dès qu'il s'éloigne du campement).



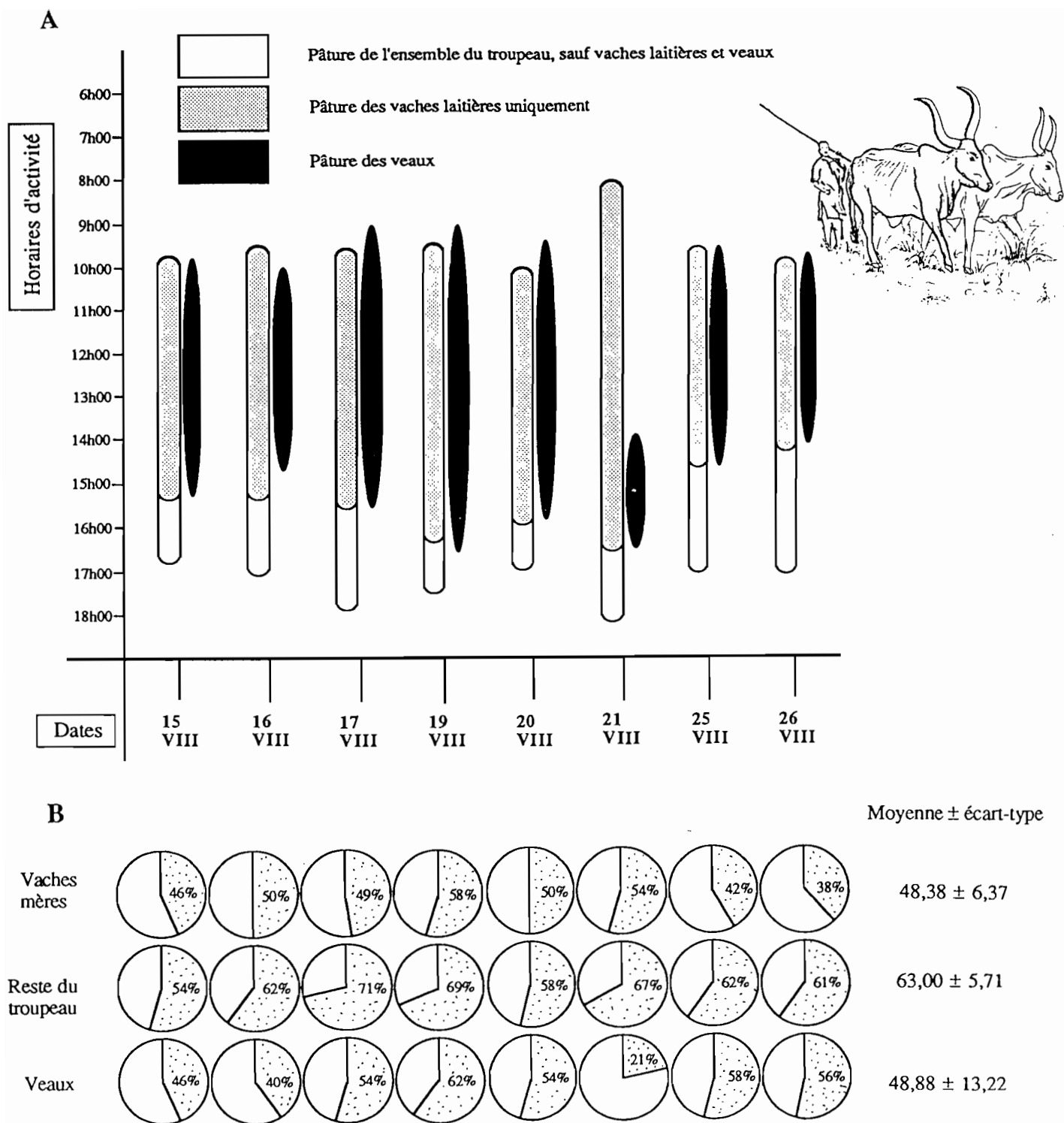


Figure 12: Activité horaire liée à la pâture des zébus Mbororo de l'élevage A.N.DE.

Le troupeau est divisé en trois groupes: 1) les veaux dont la conduite est totalement séparée du troupeau adulte, 2) les vaches mères et 3) le reste du troupeau adulte (vaches, génisses et taureaux). A: variations enregistrées dans les horaires de départ et de retour du pâturage, entre le 15 et 26 août 1992. Le 21 août, les pluies violentes survenues dans la matinée ont retenu les veaux à l'aire de repos. B: temps consacré au pâturage chaque jour par les trois groupes précédemment définis, pendant la même période. Les valeurs sont indiquées en pourcentage (100 % équivaut à une journée, entre 6h00 et 18h00).

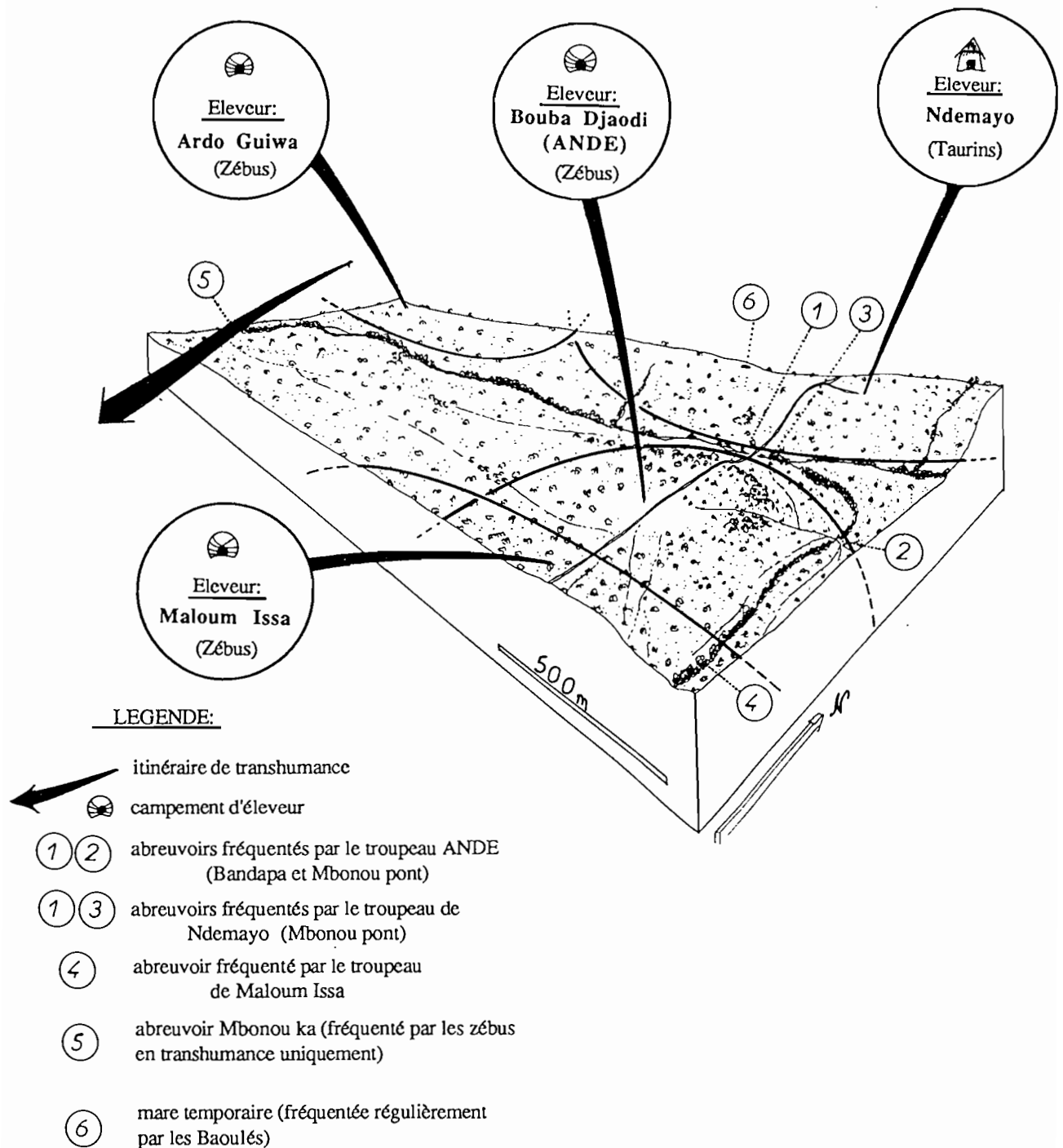


Figure 13: Partage de l'espace pastoral autour du campement de l'élevage A.N.D.E. Dans la zone étudiée, inscrite dans le bloc-diagramme, quatre troupeaux se partagent les pâturages, toute l'année durant. L'espace pastoral de chacun de ces troupeaux est délimité de façon schématisée par le trait noir continu. A l'exception de l'abreuvoir Mbonou-pont (n° 1), partagé par les troupeaux de l'A.N.D.E. et Ndemayo, chaque troupeau se rend à un ou deux abreuvoirs propres. En saison des pluies, les taurins s'abreuvent préférentiellement à la mare temporaire (n° 6). La figure montre que l'espace pastoral des zébus A.N.D.E. recoupe amplement celui de Maloum Issa. L'ouest de cette zone, normalement inoccupée, accueille des éleveurs et leurs troupeaux lors des transhumances, notamment au mois de mai. Le passage de ces troupeaux s'accompagne probablement d'une modification des caractéristiques des infections trypanosomiennes chez les populations de glossines résidentes (cf. Chapitres IV et V).

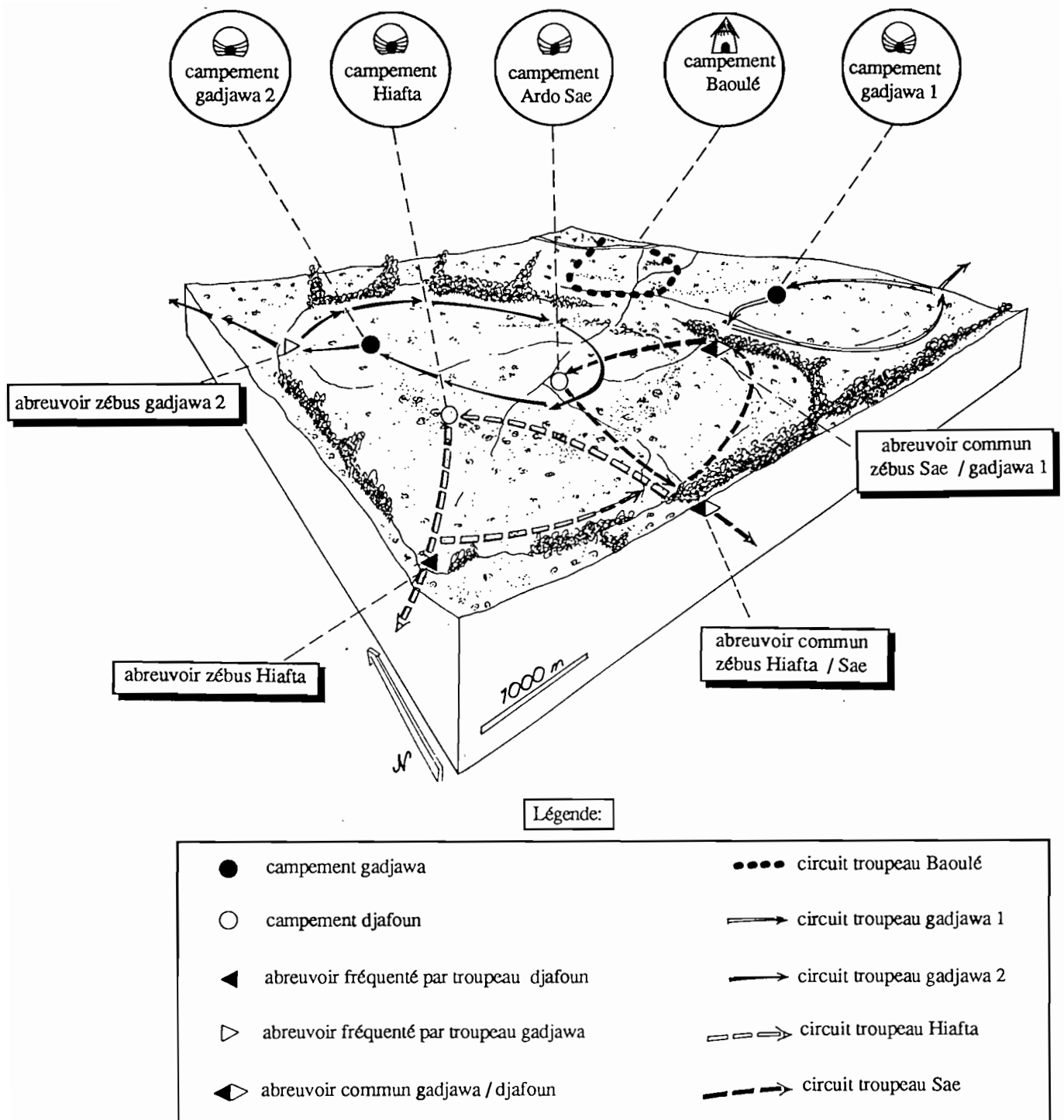


Figure 14 : Partage de l'espace pastoral autour du campement d'Ardo Sae, en saison des pluies. Cinq campements d'éleveurs sont installés: quatre possèdent des zébus et un détient des taurins Baoulés. Le parcours pastoral des taurins est confiné au nord-est de la zone. Le troupeau gadjawa 1 utilise la savane à l'est. Les troupeaux gadjawa 2, de Hiafta et Ardo Sae se rencontrent sur le plateau central, bien qu'ils puissent en franchir les limites, constituées par les galeries forestières. La figure met en évidence une intrication de certains parcours pastoraux et l'existence d'abreuvoirs communs partagés par au moins deux troupeaux différents.

Les populations de glossines fréquentant les abreuvoirs lby et Yakerekpa (cf. Chap. III) sont donc en contact avec des zébus issus d'au moins deux troupeaux différents. Les populations de stomoxes (cf. Chapitre III) cantonnées au campement d'Ardo Sae ont également l'opportunité de se nourrir sur des zébus appartenant à trois troupeaux différents. Ces mouvements pastoraux conduisent probablement à un important brassage épidémiologique (cf. Chapitre V).

Ce schéma est compliqué par le fait que les troupeaux de Sae, Hiafta et gadjawa 2 s'abreuvent également au niveau de deux mares temporaires situées au sud du campement d'Ardo Sae (cf. figure 33). En saison sèche, les quatre troupeaux de zébus quittent cette zone; ils sont alors remplacés par au moins un troupeau appartenant à un éleveur différent.

Bilan du chapitre II

La production de viande et de lait en Centrafrique repose essentiellement sur l'élevage des **zébus Mbororo** (cheptel actuel de 2 millions de têtes), les **taurins trypanotolérants Baoulés** n'occupant qu'une place faible. Depuis leur arrivée dans les savanes humides centrafricaines, les zébus subissent d'importantes agressions dues autant aux maladies infectieuses que parasitaires. De ce fait, le maintien de leur élevage dans ces régions repose grandement sur l'emploi des médicaments trypanocides. **L'intensité des traitements trypanocides** effectués sur les troupeaux permet de définir un paramètre nommé **Index Bérénil**, qui sera utilisé comme marqueur épidémiologique au cours du chapitre V.

Notre travail montre que les troupeaux de zébus évoluent au sein d'un **espace pastoral** constitué de 3 domaines essentiels: (1) **l'aire de repos**, à proximité du campement de l'éleveur, (2) **l'abreuvoir**, aménagé dans la galerie forestière et (3) **le pâturage**. Ces trois domaines sont reliés par de nombreux sentiers tracés dans la savane. De plus, **l'élevage traditionnel chez les Peul Mbororo repose sur la mobilité**, perceptible à trois échelles de temps :

- **historique** : depuis leur arrivée, les éleveurs Mbororo et leur bétail effectuent d'importantes migrations sur quelques centaines de kilomètres parfois, successions d'avancées et de reculs, qui résultent de contraintes sociales et politiques mais également des agressions permanentes des parasitoses (en particulier les trypanosomoses),

- **saisonnière** : chaque année, à la saison sèche, la nécessité de trouver de nouveaux pâturages conduit beaucoup d'éleveurs et leurs troupeaux à effectuer des transhumances, longues de quelques dizaines de kilomètres et d'une durée de 4 à 5 mois,

- **quotidienne** : chaque jour, les troupeaux effectuent un parcours qui les conduit de l'aire de repos au pâturage, en passant par l'abreuvoir. (i) l'activité pastorale quotidienne se déroule selon une chronologie évoluant avec la saison, (ii) l'utilisation de l'espace pastoral par les bovins s'effectue le long de parcours diurne et nocturne, ceux-ci n'étant pas superposés, (iii) le bétail consacre très peu de temps à l'abreuvement (5 à 10 minutes), mais séjourne longuement à l'aire de repos et au pâturage et (iv) la conduite des veaux est différente de celle du reste du troupeau.

Comme nous le verrons au chapitre V, ces éléments peuvent être d'une importance capitale pour la compréhension de l'épidémiologie des ces trypanosomoses bovines. En particulier, nous nous efforcerons d'**intégrer la mobilité des zébus dans le contexte plus large de circulation des trypanosomes entre les vecteurs et les zébus**.

CHAPITRE III

CHAPITRE III

Des mouches... Le compartiment "vecteur"

1. Introduction

1.1. Rappels sur la notion de vecteur

Chez les glossines, mâles et femelles sont hématophages. Il en est de même chez les stomoxes. En revanche, chez les taons, seules les femelles se nourrissent de sang. A ce titre, l'attaque répétée de l'ensemble de ces insectes sur les bovins constitue une gêne pour ces animaux, et conduit aussi à des spoliations sanguines. Leur rôle d'agents vecteurs, en assurant la transmission active d'éléments pathogènes comme les trypanosomes, est cependant plus grave. Parmi ces vecteurs, on distingue ceux qui assurent une transmission biologique (ou cyclique, impliquant la réalisation d'une phase du cycle évolutif de ces protozoaires), de ceux qui sont responsables d'une transmission mécanique (BUXTON, 1955 ; FOIL, 1989). En fonction du rôle qu'ils jouent dans la transmission des parasites, les vecteurs sont qualifiés de principaux, accessoires ou accidentels.

1.2. Position du problème

En Afrique intertropicale, même si la transmission des trypanosomoses a toujours été principalement attribuée aux glossines, les espèces impliquées diffèrent selon les régions géographiques et les milieux écologiques (BUXTON, 1955 ; MULLIGAN, 1970). Cependant, la présence de zones d'endémies de "nagana" en l'absence de glossines a très rapidement amené les chercheurs à s'interroger sur le rôle d'autres insectes piqueurs, comme les taons et les stomoxes (BOUET et ROUBAUD, 1912 ; NAWATHE *et al.*, 1988 ; BAUER *et al.*, 1988a ; CHOLLET, 1992). Il n'est pas exclu non plus que ces autres insectes piqueurs interviennent conjointement aux glossines (BUXTON, 1955 ; GARDINER, 1992 ; DIRIE *et al.*, 1992 ; VAN DER MERWE, 1992).

En Centrafrique, 13 espèces de glossines ont été recensées sur l'ensemble du territoire (FINELLE *et al.*, 1963b), et très tôt les entomologistes du Service de l'Elevage se sont interrogés sur leur rôle respectif dans l'ouest du pays (FINELLE, 1957 ; FINELLE *et al.*, 1963a). Notre objectif est de définir le rôle vecteur de *G. f. fuscipes* et des autres insectes vecteurs potentiels dans le contexte épidémiologique du centre de la R.C.A. Plutôt que de réaliser une étude exhaustive de l'écologie de ces espèces, nous analysons seulement quelques facteurs parmi les plus utiles à la compréhension de l'épidémiologie des trypanosomoses bovines.

Avant toute chose, nous décrivons les méthodes employées pour la capture des différents vecteurs potentiels rencontrés.

2. Capture des insectes vecteurs potentiels

2.1. L'échantillonnage des glossines : un problème de techniques

Si la récolte des stades larvaires des glossines reste très hasardeuse (OKOTH, 1986), les techniques de collecte des individus adultes sont plus performantes et plus développées. Aucune cependant n'est encore pleinement satisfaisante (ROGERS, 1984). Pour une étude standardisée des populations de glossines, l'intérêt des pièges d'interception et des pièges attractifs est désormais reconnu (CHALLIER, 1982 ; GOUTEUX et DAGNOGO, 1986). Le piège biconique (CHALLIER et LAVEISSIERE, 1973 ; CHALLIER *et al.*, 1977) est le plus largement employé pour l'échantillonnage des glossines du groupe *palpalis*. Depuis, des pièges différents, bien que reposant sur le même principe, sont utilisés pour l'étude d'autres espèces de glossines. Pour l'espèce *G. f. fuscipes*, des travaux récents visant à comparer l'efficacité des différents dispositifs disponibles (GOUTEUX *et al.*, 1991) conduisent à adopter un modèle efficace : le piège bipyramidal (GOUTEUX, 1991).

2.2. Le piège bipyramidal (GOUTEUX, 1991) : un outil adapté à la capture de *G. f. fuscipes*

Le piège bipyramidal se compose de deux parties, le corps et le système de capture (fig. 15). Attirées par la forme, la taille, la couleur et les contrastes du piège, les glossines pénètrent dans le corps du piège et se trouvent prisonnières du système de capture.

Le corps, partie la plus complexe, est composé d'une pyramide supérieure de tulle moustiquaire apposée à une pyramide inversée de film plastique bleu (fig. 15). Cette dernière est percée de 3 ouvertures ovales, chacune conduisant à une chambre délimitée par un film plastique noir et ouverte

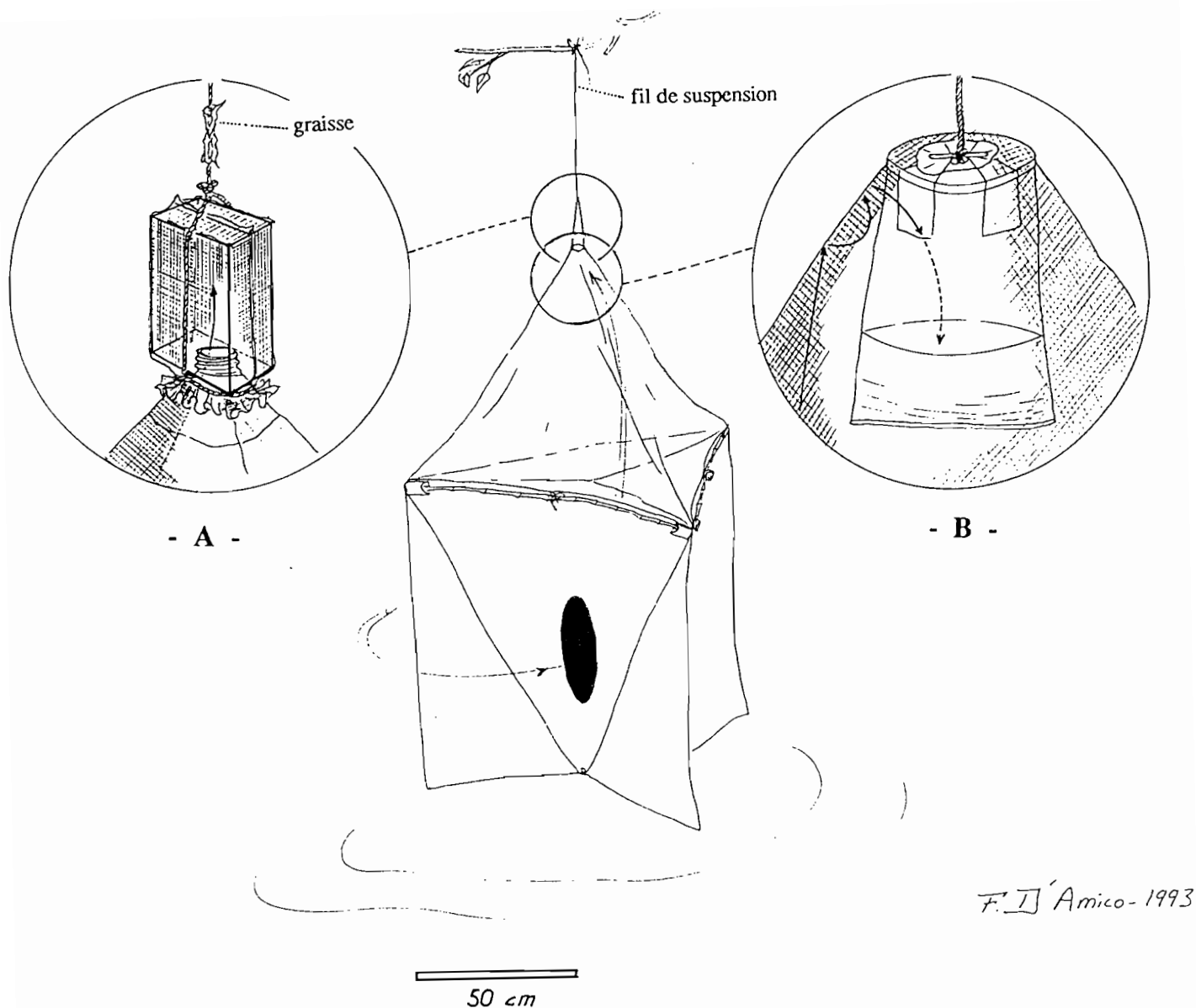


Figure 15 : Le piège bipyramidal (GOUTEUX, 1991) et ses systèmes de collecte des glossines.

A- cage Roubaud, utilisée pour recueillir les spécimens vivants pour la recherche des trypanosomes (protocole P1). De la graisse est déposée sur le fil de suspension pour éliminer les prédateurs dus aux fourmis. B- Sac à pétrole employé pour les études en transect, et la conservation des individus capturés (protocoles P2 et P3).

sur la pyramide supérieure. Trois ailettes latérales augmentent la surface attractive du piège, dont le maintien est assuré par l'adjonction de trois baguettes souples d'origine végétale.

Dans sa description *princeps*, le système de capture est une bouteille de plastique souple, imprégnée d'insecticide (K-OthrineR dosée à 10 mg/l), et connectée à un cône de plastique. Pour les besoins de notre étude, une partie de ce dispositif est changée et adaptée à la finalité du travail. D'une part, l'étude de la dispersion de ces insectes (annexe A-3) repose sur l'emploi d'un sac plastique rempli de pétrole (fig. 15-B), ce système offrant l'avantage de collecter et conserver les spécimens tués dans de bonnes conditions. D'autre part, la recherche des trypanosomes s'effectuant chez des glossines vivantes (annexe A-3), il importe d'utiliser un dispositif efficace ne tuant pas ces insectes. Le système retenu est la cage Roubaud (fig. 15-A), placée sur le cône plastique décrit précédemment.

2.3. L'échantillonnage des stomoxes et des tabanides

La capture des taons repose sur l'emploi du filet à main ou de pièges, par exemple le piège Malaise, avec ou sans attractifs olfactifs comme le dioxyde de carbone (ITARD *et al.*, 1963 ; RAYMOND, 1987). Bien que le rendement des captures varie fortement d'une espèce à l'autre, l'utilisation du piégeage permet d'estimer l'abondance relative de ces insectes (RAYMOND, 1988). Dans notre travail, une partie des taons capturés provient de récoltes au filet à main, l'autre partie résulte de captures au piège bipyramidal.

La capture des stomoxes reste basée également sur l'usage du filet à main (ROBERTSON, 1982) et des pièges. Parmi les modèles de pièges utilisés, le piège Williams a été l'un des plus employés (RUGG, 1988) jusqu'à ce que HOLLOWAY et PHELPS (1991) démontrent que certaines espèces sont capturées de façon efficace par plusieurs pièges à glossines. Dans leurs travaux, ils réussissent à mettre en évidence le rôle important de la couleur bleue dans la capture de ces mouches piqueuses. Nos captures sont faites principalement au piège bipyramidal, le filet à main n'est employé qu'en complément.

3. Inventaire des insectes vecteurs potentiels dans la zone d'Ouro-Djafoun

Le piège bipyramidal capture, en plus des glossines, de nombreux autres insectes appartenant à des ordres très divers (Hyménoptères, Homoptères, Lépidoptères, Diptères et Odonates principalement). De nombreux stomoxes et quelques taons se laissent également prendre à ce piège. Nous reviendrons sur les capacités de ce type de piège à la fin de ce travail. Dans l'immédiat, voici les insectes vecteurs potentiels observés dans notre zone et qui méritent toute notre attention. Leur position systématique est rappelée à la figure 18.

3.1. Les glossines

FINELLE *et al.* (1963b) recensent 13 espèces de glossines en Centrafrique. Dans la commune d'Ouro-Djafoun, seulement deux espèces sont régulièrement rencontrées (CUISANCE *et al.*, 1991 et 1992 ; BLANC *et al.*, 1991a).

G. fuscipes fuscipes Newstead, 1910 est la plus abondante (fig. 17). Elle appartient au "groupe *palpalis*" qui rassemble des espèces ripicoles (fig. 18). Cette glossine très proche de *G. f. quanzensis* Pires, 1948 et de *G. f. martinii* Zumpt, 1935 s'en distingue par l'aspect morphologique des forcipules inférieurs chez les mâles (MACHADO DE BARROS, 1954). Des études isoenzymatiques confirment sa validité taxonomique (GOODING, 1982 ; RAJENDRAM, 1991). Son aire de distribution (fig. 19) occupe toute l'Afrique centrale et s'étend jusqu'à l'ouest de l'Ethiopie ainsi qu'en Arabie saoudite où une population relicte vient d'être découverte (ELSEN *et al.*, 1990).

G. fusca congolensis Newstead et Evans, 1921 est plus rare (fig. 17). Elle appartient au "groupe *fusca*" qui réunit des espèces forestières (fig. 18). En R.C.A., elle a été bien étudiée par YVORE et ses collaborateurs (1965a,b). L'aire de distribution de cette espèce inféodée aux milieux forestiers s'étend depuis le Bénin jusqu'au Zaïre au sud et l'Ouganda à l'est.

3.2. Les stomoxes

Présents en Centrafrique (FINELLE, com. pers.), les stomoxes ont cependant été ignorés jusqu'à présent. La détermination spécifique des représentants de cette sous-famille des Stomoxyinae dans cette partie du monde est délicate et repose essentiellement sur les clés proposés par ZUMPT (1973). Parmi les exemplaires capturés au cours de notre étude, nous reconnaissons deux genres: *Stomoxys* (fig. 16) et *Haematobia*. Dans le premier, quatre espèces sont identifiées. La quasi totalité des individus est rapportée à la sous-espèce *S. nigra nigra* Macquart, 1851. Quelques spécimens seulement sont rapportés aux espèces *S. taeniata* Bigot, 1888, *S. sitiens* Rondani, 1873 et *S. omega omega* Newstead, 1907. L'identification spécifique des représentants du genre *Haematobia*, petits stomoxes à la trompe

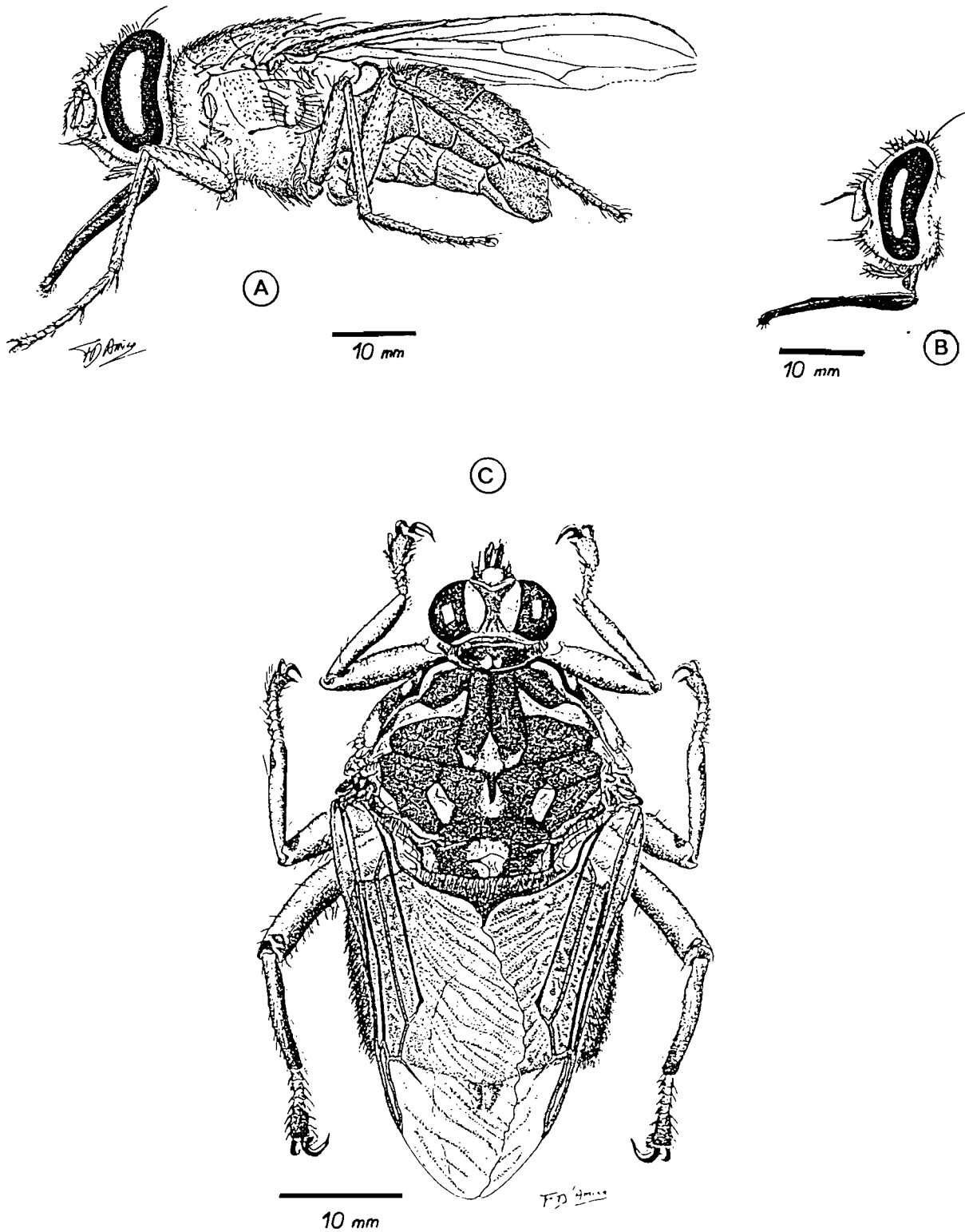


Figure 16 : Morphologie de *Stomoxys nigra* (A : profil de l'animal et B : tête) et de *Hippobosca sp.* (C).

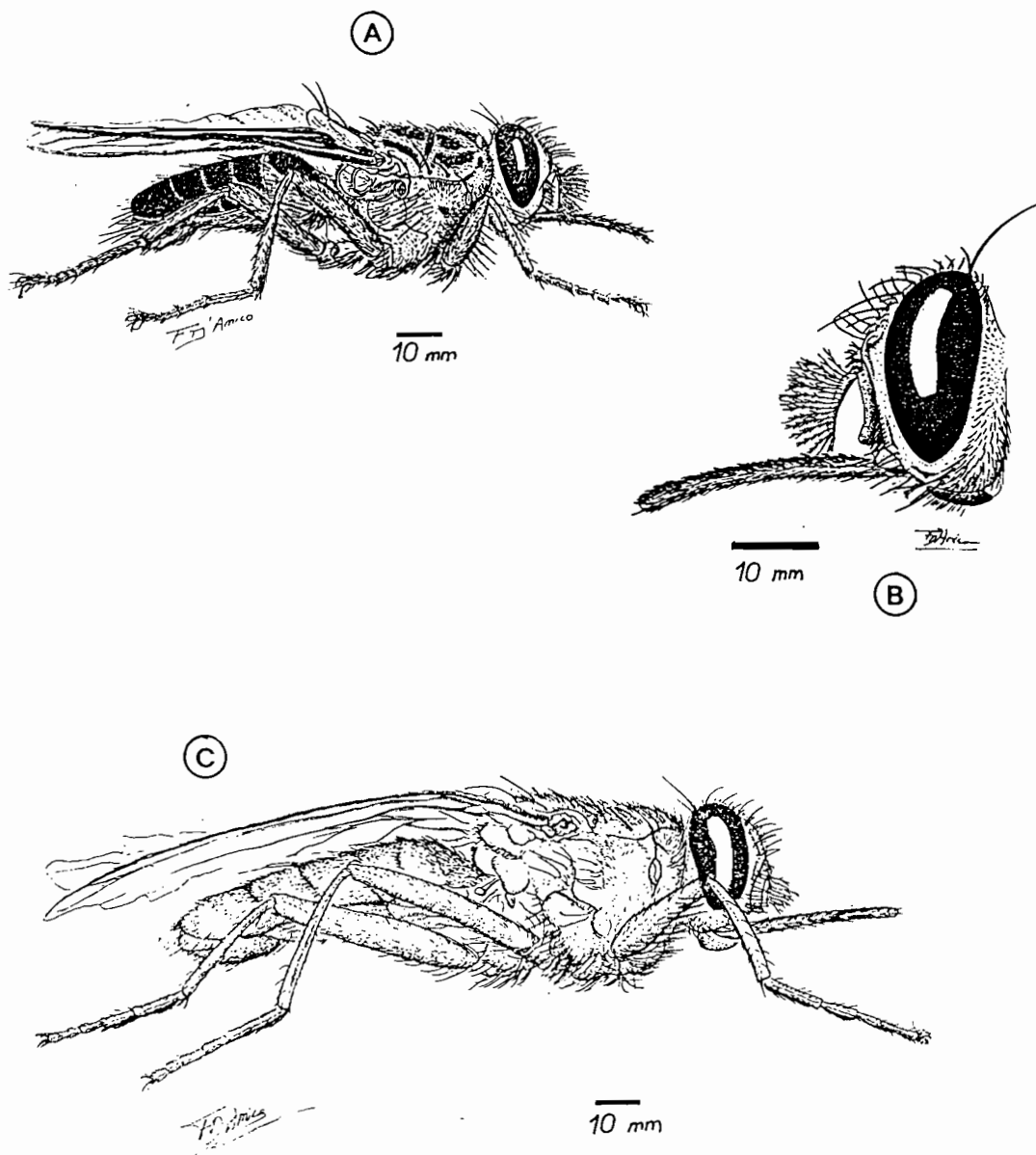


Figure 17: Morphologie de *Glossina fuscipes fuscipes* (A : profil de l'animal et B : tête) et de *Glossina fusca congolensis* (C).

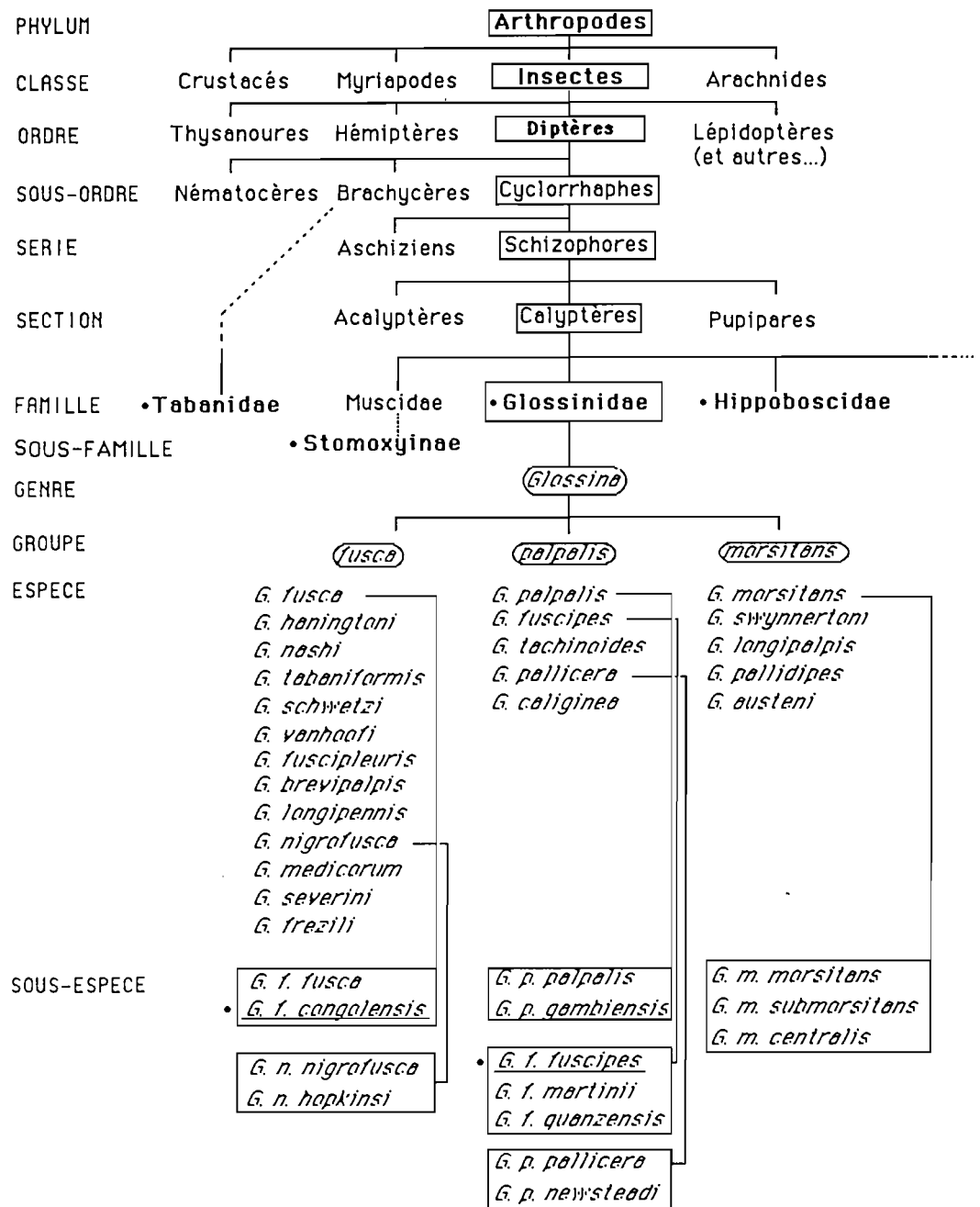


Figure 18 : Position systématique des Tabanidae, Stomoxiinae, Hippoboscidae et de *G. fuscipes fuscipes* et de *G. fusca congolensis* au sein de la famille des Glossinidae (adapté et actualisé d'après : "La trypanosomose africaine", O.M.S., Genève, 1986, 144 pp.).

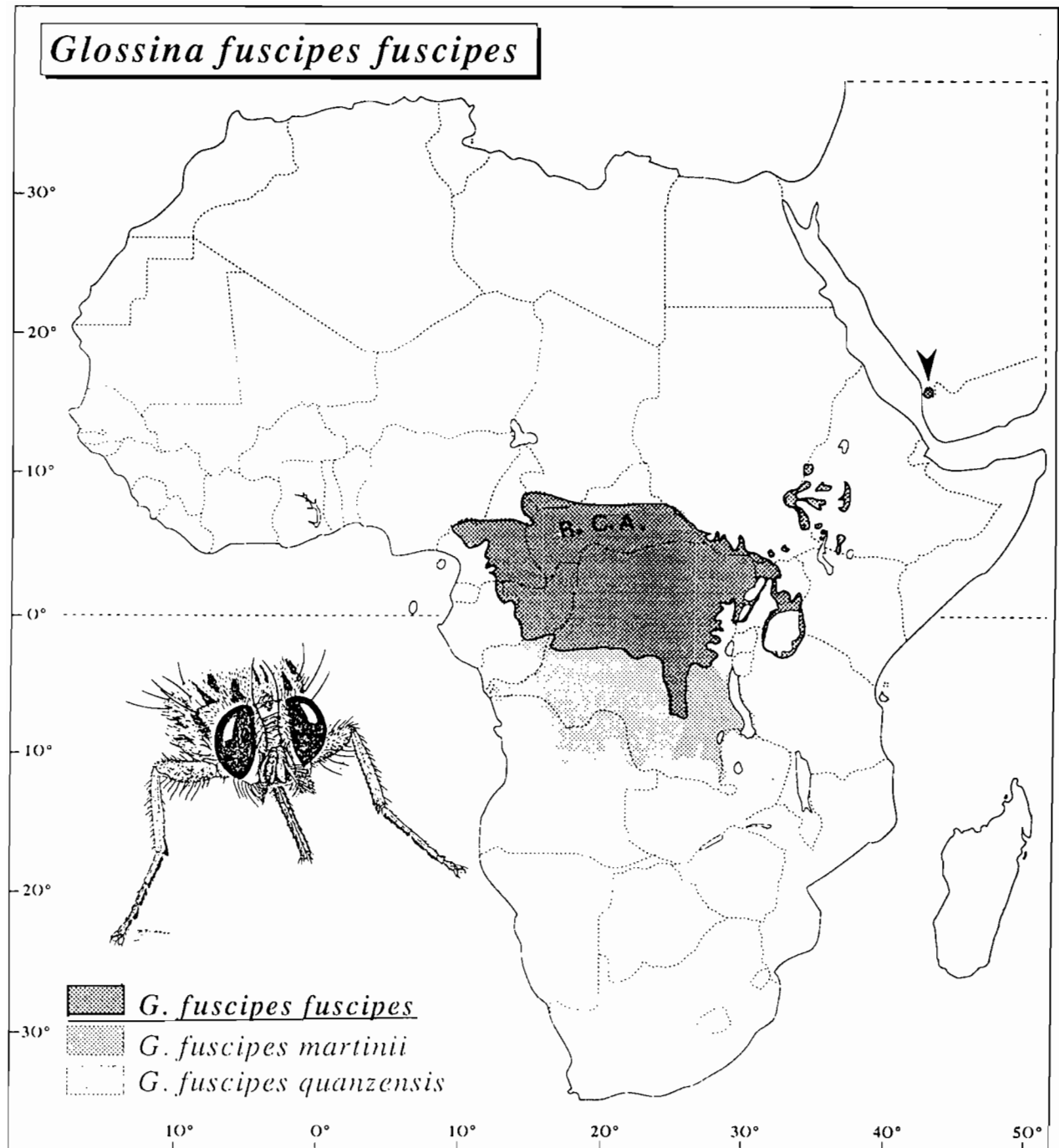


Figure 19 : Distribution géographique des trois sous-espèces de *G. fuscipes*. La sous-espèce étudiée, *G. f. fuscipes* occupe une grande partie du Cameroun et de la RCA, le nord du Congo, la moitié nord du Zaïre et les régions situées autour du lac Victoria. Des populations isolées s'observent à l'ouest de l'Ethiopie et en Arabie. Carte tirée de BRUNHES *et al.*, 1993 : Les glossines ou mouches tsé-tsé - Clé d'identification assistée par ordinateur. (ORSTOM - CIRAD/EMVT et UNIVERSITE PARIS VI).

courte et robuste, est encore incertaine. Une révision systématique de cette sous-famille est indispensable avant que soit possible une identification fiable.

3.3. Les taons

Les tabanides d'Afrique centrale font l'objet d'une étude publiée par TAUFFLIEB et FINELLE (1956). Un inventaire plus récent et limité à la République Centrafricaine porte à 54 le nombre d'espèces différentes au sein de cette famille (ITARD *et al.*, 1963). Le professeur TRAVASSOS SANTOS DIAS (Instituto de Investigacao Cientifica Tropical, Lisbonne, Portugal) s'est chargé d'identifier les tabanides récoltés par nos soins sur la commune d'Ouro-Djafoun. Treize espèces sont actuellement identifiées, dont cinq sont nouvelles pour la science et en cours de description. Il s'agit de: *Hippocentrum strigipenne* (Karsch, 1859), *H. versicolor* Austen, 1908, *Haematopota denshamii* Austen, 1908, *H. ochracea* (Bezzi, 1908), *H. touratieri* n. sp., *H. amicoi* n. sp., *Tabanus centroafricanus* n. sp., *T. coniformis* Ricardo, 1908, *T. cuisancei* n. sp., *T. par* Walker, 1854, *T. pluto* Walker, 1848, *T. pseudothoracinus* n. sp. et *T. thoracinus* Palisot de Beauvois, 1807.

3.4. Les autres

De nombreux autres insectes, notamment diverses espèces de muscidae non piqueuses sont susceptibles d'être rencontrés sur les bovins. On observe parfois quelques *Hippobosca spp.* (fig. 16). Toutefois, leur abondance irrégulière ne permet pas de leur attribuer un rôle épidémiologique sérieux.

4. Ecologie des insectes vecteurs potentiels

4.1. Les taons

La distribution géographique des tabanidae en Centrafrique est bien étudiée par ITARD *et al.* (1963). Cependant, très peu d'éléments relatifs à l'occupation de l'espace pastoral par ces insectes sont actuellement disponibles. Les pièges bipyramidaux disposés en transect pendant un an le long de l'itinéraire du bétail (annexe A-3) ont capturé quelques représentants de cette famille, les plus communément rencontrés appartenant au genre *Haematopota*. Cette expérience tend à montrer que ces insectes sont plutôt rares et qu'ils s'observent de façon irrégulière. Ils sont présents indifféremment à l'abreuvoir, dans la savane et à l'aire de repos. Il est cependant probable que ces observations sont plus le reflet du mode de capture de ces insectes, peu attirés par le piège bipyramidal, que de leur stratégie réelle d'occupation de l'espace. Des essais avec des pièges plus spécifiques devraient être tentés pour vérifier ces observations.

4.2. Les stomoxes

Jusqu'à présent, les stomoxes n'ont pas été étudiés en Centrafrique. Les données présentées ici sont donc originales. L'essentiel de ce qui va suivre concerne les deux représentants les plus importants, *Stomoxys nigra* et *Haematobia sp.*

Sur le site d'élevage A.N.D.E., l'expérience du transect montre que les stomoxes sont présents toute l'année, tout au long des itinéraires fréquentés par le bétail. Leur abondance maximale est enregistrée en saison des pluies (fig. 20). Leur domaine de prédilection est l'aire de repos et ses environs comme le confirment les captures faites aux pièges 9, 10 et 11. En août 1992, le piège n° 10 a pris en moyenne 10 stomoxes par jour. Les stomoxes paraissent donc très liés au bétail, notamment lorsqu'il stationne à l'aire de repos. Mais les captures réalisées dans la savane environnante laissent supposer que ces insectes peuvent suivre le troupeau au cours de ses pérégrinations. Il est d'ailleurs facile de constater que lorsque le bétail rentre du pâturage en fin d'après-midi, beaucoup d'animaux sont escortés d'un nuage de stomoxes mêlés à d'autres mouches non piqueuses.

Chez Ardo Sae, aucun insecte n'est capturé sur le transect réalisé ponctuellement en juillet 1991 (fig. 35). L'expérience conduite en juin, juillet et août au niveau des points d'eau temporaires (annexe A-3) indique que ces mouches piqueuses fréquentent de manière assidue ces points d'abreuvement du bétail (fig. 33).

Chez Ardo Hodi, le transect installé temporairement laisse apparaître nettement une prédilection des stomoxes pour les zones proches de l'aire de repos (fig. 35).

D'un point de vue épidémiologique, il serait intéressant de savoir si les populations de stomoxes observées au niveau de l'aire de repos sont strictement inféodées à ce domaine, ou bien si, comme nous le supposons, une fraction de la population quitte ce site pour suivre le bétail au cours de ses déplacements quotidiens.

4.3. Les glossines

Au cours de nos travaux, près de 3000 glossines ont été capturées. Seulement 14 appartiennent à l'espèce *G. fusca congolensis*. Dans les paragraphes suivants, il est donc essentiellement question de l'espèce dominante, *G. f. fuscipes*. Néanmoins, nous n'hésiterons pas à mentionner *G. fusca congolensis* lorsque des données pertinentes, utiles à la compréhension de l'épidémiologie des trypanosomoses, seront disponibles.

4.3.1. Densité

Une bonne estimation de l'abondance des glossines est obtenue par la mesure de la densité apparente au piège (D.A.P.). Elle mesure le nombre de mouches capturées par jour et par piège, selon la formule :

$$D.A.P. = n / p \times j$$

où :
n = nombre de glossines capturées
p = nombre de pièges utilisés
j = nombre de jours de piégeage.

Cet indice n'indique pas les densités réelles de glossines présentes dans un biotope donné mais constitue un moyen simple et standardisé d'obtenir des informations sur l'abondance relative de ces insectes (GOUTEUX et DAGNOGO, 1986). Dans notre cas, il est calculé à partir de données obtenues en 2 ou 3 jours consécutifs de piégeage chaque mois. Ce choix permet, d'une part, de limiter les variations journalières des captures, elles-mêmes liées aux conditions climatiques ainsi qu'à l'activité des glossines (WILLIAMS *et al.*, 1990a,b) et d'autre part, d'éviter un abaissement artificiel des densités. Dans la suite de ce travail, à moins que ce ne soit mentionné expressément, toutes les D.A.P. sont obtenues à partir d'un piégeage réalisé au niveau des points d'abreuvement du bétail.

Des études préliminaires montrent que les densités chez *G. f. fuscipes* sont très variables selon les régions, certaines galeries forestières en étant dépourvues alors que d'autres en hébergent de fortes populations (CUISANCE, 1988 ; CUISANCE *et al.*, 1992 ; BLANC *et al.*, 1991). De notre travail (fig. 21, 22 et 23), il ressort que les populations sont très importantes sur la rivière Mbounou (D.A.P. pouvant atteindre une valeur proche de 60 glossines par piège et par jour), moyennement développées sur les rivières Iby et Yakerekpa (D.A.P. voisine de 7, avant la campagne de piégeage) et très faibles sur la rivière Goubou (D.A.P. inférieure à 1).

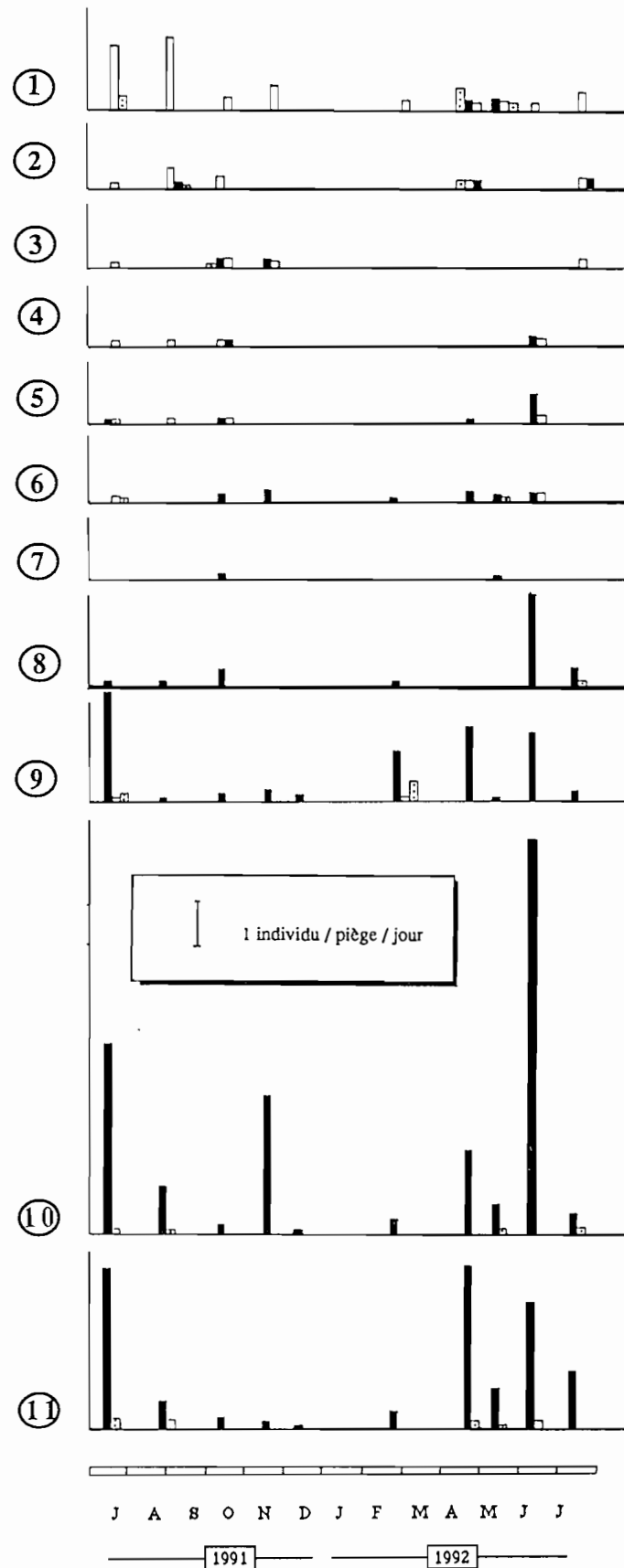
La valeur de cet indice démographique suit une évolution mensuelle et saisonnière marquée. L'étude menée sur notre site de référence fournit la courbe la plus complète et la plus représentative. La valeur maximale est atteinte au cœur de la saison des pluies (juillet pour l'année 1991 et août en 1992), tandis que durant la saison sèche on enregistre les valeurs minimales (fig. 23). Le même profil évolutif, avec des valeurs nettement plus faibles cependant, s'observe chez les glossines sur la rivière Goubou (fig. 23). Chez Ardo Sae (fig. 23) l'évolution saisonnière de cet indice est différente, en relation avec le piégeage permanent, et sera commentée au chapitre VI.

Ce phénomène de variation annuel des effectifs est bien connu chez les glossines. Chez certaines espèces, il a pu être relié aux variations des conditions microclimatiques notamment (BUXTON, 1955 ; ROGERS et RANDOLPH, 1984 et 1986). Chez les populations de *G. f. fuscipes* d'Ouganda, des études similaires montrent une courbe évolutive très distincte de celle que nous avons obtenue, avec des effectifs maximums pendant la saison sèche principale, en janvier et février (OGWAL et KANGWAGYE, 1989). Cette différence est à mettre sur le compte de la forte dissemblance de milieux et de cadre climatique entre la R.C.A. et l'Ouganda. D'ailleurs, les seuls autres travaux portant sur l'évolution des densités de *G. f. fuscipes* en R.C.A., tant à l'Ouest du pays (CUISANCE *et al.*, 1991) qu'au Centre, sur la même commune d'élevage d'Ouro-Djafoun, (LE GALL *et al.*, à paraître) font état de courbes identiques à celles que nous avons obtenues.

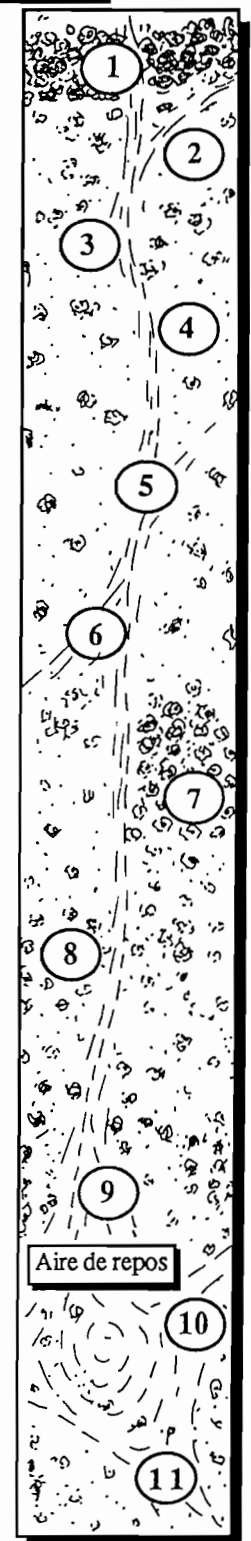
4.3.2. Sex-ratio

La sex-ratio, qui traduit la proportion d'individus mâles, est un paramètre important dans l'étude d'une population (CHALLIER, 1973). Cette donnée a pu être utilisée pour définir une typologie des gîtes à glossines, seuls les gîtes de reproduction présentant une population à la sex-ratio équilibrée (GOUTEUX *et al.*, 1986 ; D'AMICO *et al.*, 1992a). Elle est utile aussi pour contrôler l'efficacité d'un piège et d'une campagne de lutte contre les glossines.

Densité apparente au piège (D.A.P.)



Abreuvoir



Glossinidae
Stomoxys
Tabanidae

Figure 20 : Distribution et abondance des stomoxes, des glossines et des taons le long d'un sentier utilisé par le troupeau adulte de l'A.N.D.E. pour se rendre de l'aire de repos à l'abreuvoir Bandapa, chaque matin. (Protocole P2).

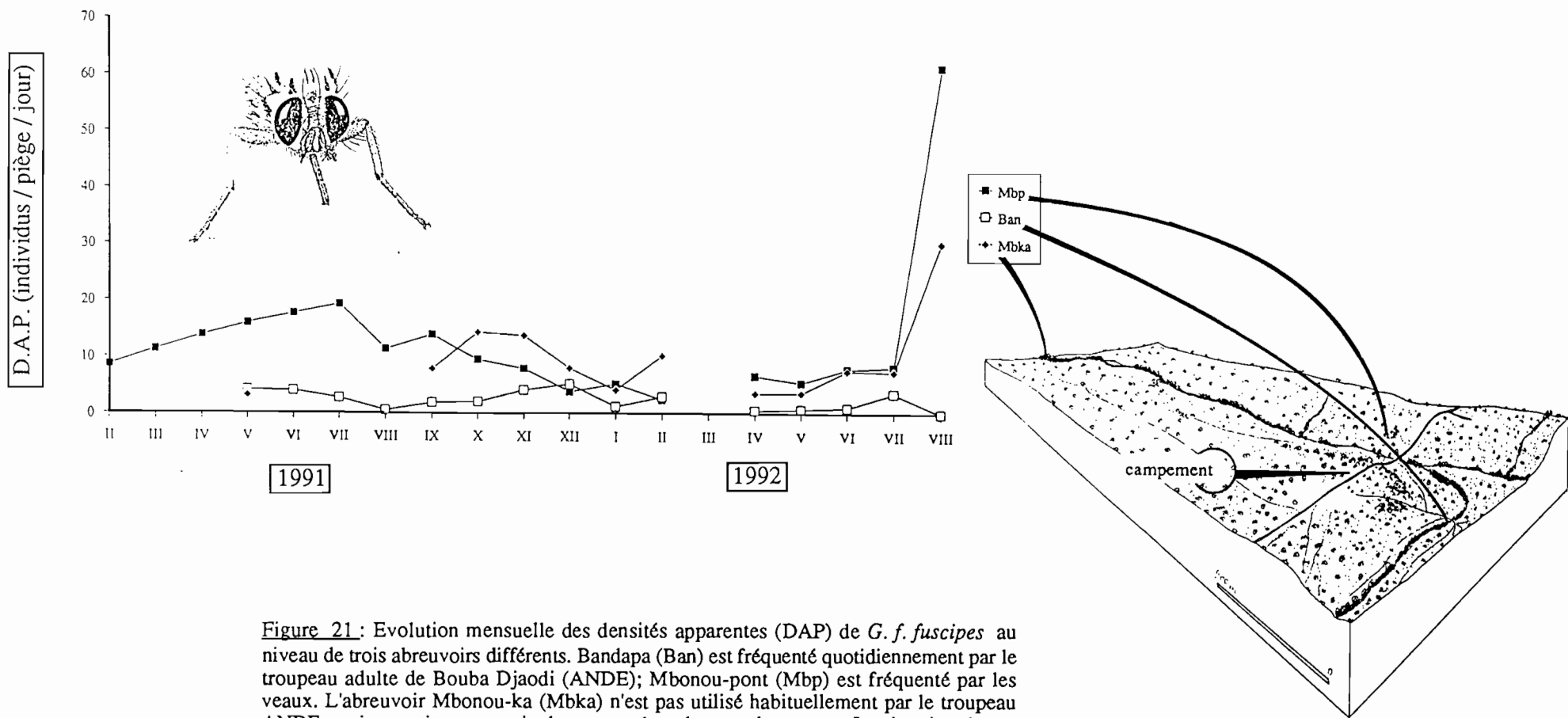


Figure 21 : Evolution mensuelle des densités apparentes (DAP) de *G. f. fuscipes* au niveau de trois abreuvoirs différents. Bandapa (Ban) est fréquenté quotidiennement par le troupeau adulte de Bouba Djaodi (ANDE); Mbonou-pont (Mbp) est fréquenté par les veaux. L'abreuvoir Mbonou-ka (Mbka) n'est pas utilisé habituellement par le troupeau ANDE, mais constitue une voie de passage lors des transhumances. La situation de ces abreuvoirs est rappelée à droite.

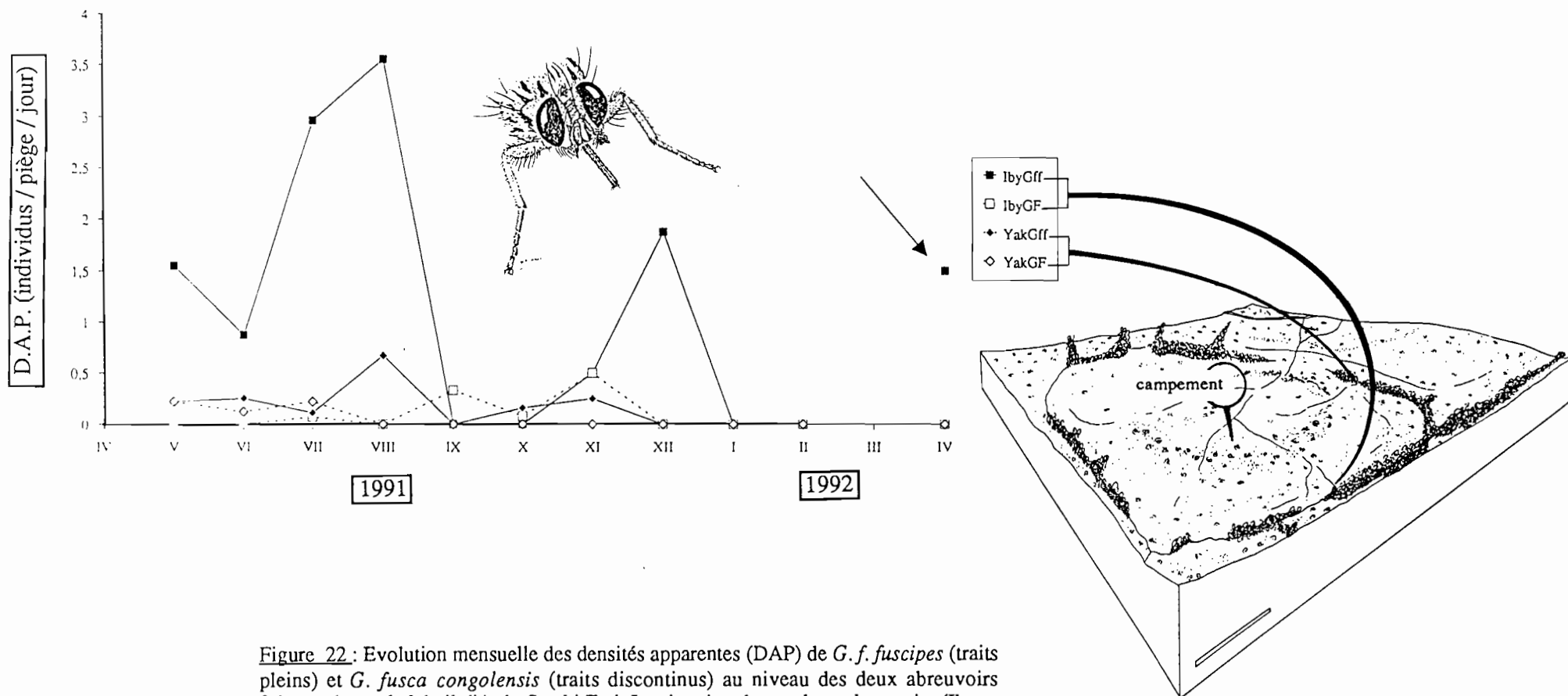


Figure 22 : Evolution mensuelle des densités apparentes (DAP) de *G. f. fuscipes* (traits pleins) et *G. fusca congolensis* (traits discontinus) au niveau des deux abreuvoirs fréquentés par le bétail d'Ardo Sae bi Ewi. La situation de ces deux abreuvoirs (Iby et Yakerekpa) est rappelée à droite.

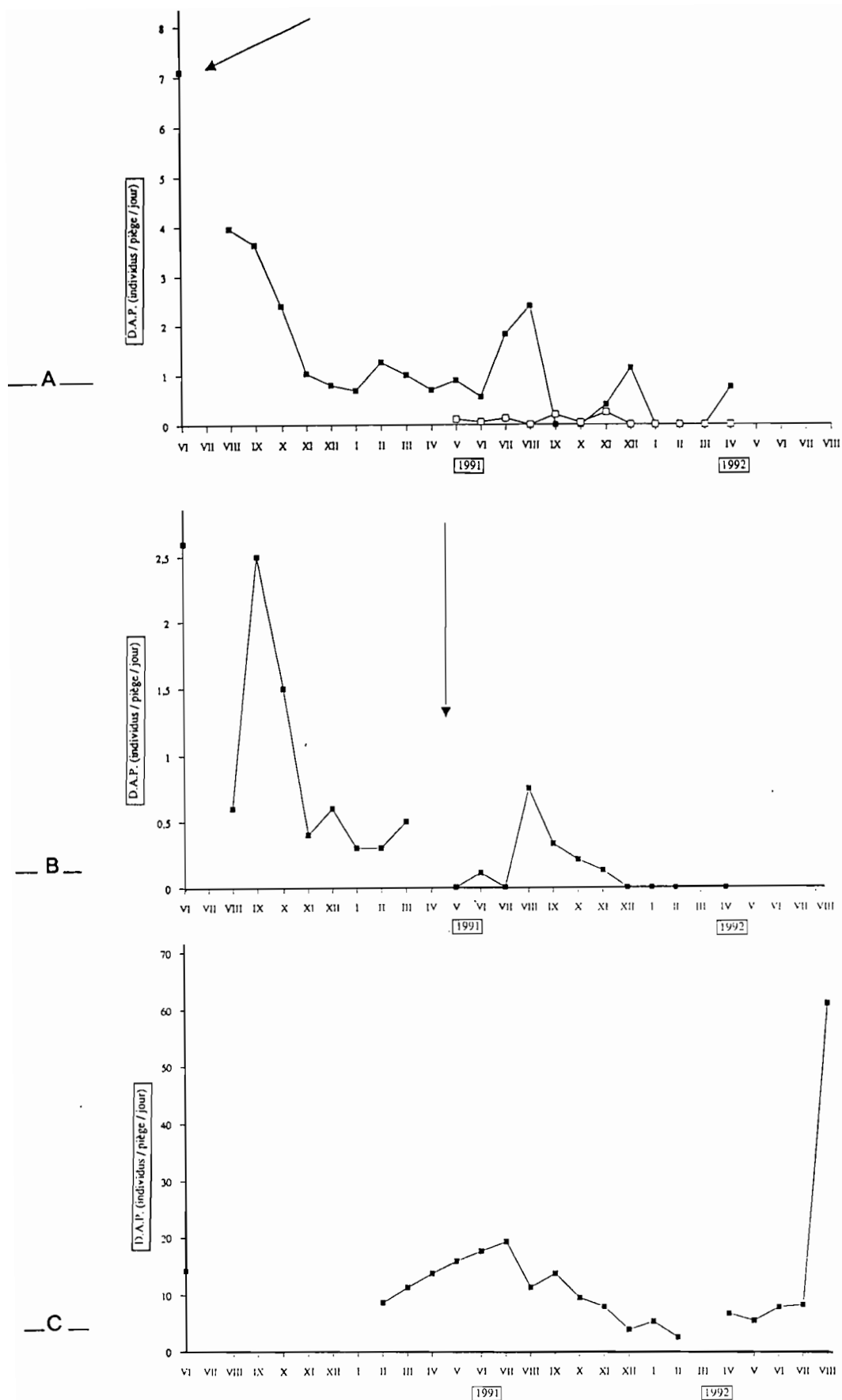


Figure 23 : Evolution des densités (DAP) globales d'une population de *G. f. fuscipes* au niveau des trois sites d'élevages étudiés, entre juin 1990 et août 1992. Une partie des données (juin 1990 - février 1991) est empruntée à F. BLANC et D. DEMBA. A). Elevage d'Ardo Sae. Les DAP sont obtenues à partir des captures réalisées aux deux abreuvoirs Iby et Yakerekpa. Les DAP de *G. fusca congolensis* sont matérialisées par des carrés blancs. B). Elevage d'Ardo Hodi. La flèche indique l'époque de changement d'abreuvoir du bétail. Avant, les DAP proviennent de captures à l'abreuvoir Nzangbateu. Après, elles proviennent de captures à l'abreuvoir Goubou. C). Elevage ANDE. Les DAP ne concernent que l'abreuvoir Mbonou-pont.

Sur notre site de référence (élevage A.N.D.E.), entre février 1991 et août 1992, la sex-ratio moyenne de la population échantillonnée ($n = 2365$) est égale à $44,3 \pm 5,8 \%$ (tableau III.3. - annexe B). La valeur de ce paramètre oscille entre $35,4 \%$ et $55,7 \%$ (fig. 25). Les valeurs minimales sont enregistrées en mai et juin, tandis que les maxima sont atteints en octobre et décembre. Les extrêmes sont donc notés aux intersaisons, les minima l'étant pendant la période de transition entre saison sèche et saison des pluies, les maxima pendant l'intersaison suivante (saison des pluies/ saison sèche).

Chez Ardo Sae, sur l'ensemble des deux rivières étudiées (protégées par des pièges), la sex-ratio moyenne obtenue entre mai 1991 et avril 1992 égale $47,4 \pm 11,2 \%$ ($n = 220$). Au cours de l'année, cette valeur se distribue entre 25% et $63,3 \%$ (fig. 25). La courbe représentative de l'évolution de ce paramètre est très différente de la précédente; l'interprétation en sera donnée au chapitre VI, en relation avec la stratégie de piégeage.

Chez Ardo Hodi, le très faible nombre de mouches capturées ($n = 15$) rend impossible l'interprétation de ce paramètre.

Il en va de même pour l'espèce *G. fusca*, capturée de manière trop sporadique ($n = 14$).

Les valeurs de la sex-ratio obtenues par l'emploi du piège ne sont cependant pas le reflet exact de la réalité (ROGERS, 1984). En effet, le piège bipyramidal en capturant plus de femelles que de mâles (GOUTEUX, com. pers.) introduit un biais, faible mais constant, dans la mesure de cette sex-ratio. Les captures au filet introduisent également un biais sensible, dans le sens inverse (BUXTON, 1955). L'appréciation de ce paramètre reste cependant d'une grande importance, ne serait-ce qu'à des fins comparatives.

4.3.3. Age

La détermination de l'âge des glossines est particulièrement importante, pour contrôler l'efficacité d'une campagne de lutte (chapitre VI), pour des études de dynamique des populations ou bien encore pour des études d'épidémiologie. En effet, l'aptitude des glossines à transmettre des trypanosomes est liée à l'âge (chapitre IV, § 4.1.).

Les trois méthodes disponibles actuellement sont utilisées dans cette étude. Dans un premier temps, nous présentons les résultats obtenus avec une méthode simple et rapide permettant de se faire une idée de la composition grossière d'une population.

4.3.3.1. Etat ténéral

Une première possibilité, simple, permet d'isoler immédiatement les glossines ténérales qui sont des individus très jeunes, âgés de quelques jours seulement et se définissant par le fait qu'ils n'ont pas encore pris de repas de sang. Bien que d'autres caractères aient été proposés (CHALLIER, 1973 ; LAVEISSIERE, 1975), les critères habituellement retenus sont l'aspect soyeux de l'animal et l'élasticité du tégument thoracique. Cette méthode, quoique relativement imprécise, donne une image globale de la proportion de jeunes individus dans une population.

La population de *G. f. fuscipes* fréquentant la rivière Mbounou (élevage ANDE), pour la période comprise entre février 1991 et août 1992, se compose de $14,8 \pm 8,4 \%$ d'individus ténéraux (tableau III.4.- annexe B). La proportion d'individus ténéraux est supérieure chez les mâles, sauf de septembre à janvier, période à laquelle cette tendance s'inverse (fig. 25). Les deux sexes confondus, la proportion d'individus ténéraux est comprise entre $34,6 \%$ (janvier 1992) et $2,5 \%$ (juillet 1992). On note une baisse continue de l'effectif des individus ténéraux entre mai et novembre et dont l'évolution est à associer à celle des événements pluvieux (fig. 3) qui entraînent une montée des eaux et l'engloutissement des gîtes à pupes. Dès la fin du mois de novembre, avec le retour de conditions de pupaison moins contraignantes (fin des pluies), on assiste à une spectaculaire remontée de la proportion des individus ténéraux jusqu'à janvier 1992. En février, une nouvelle chute, très brutale, s'observe; elle peut être expliquée par l'apparition de nouvelles conditions hostiles, liées cette fois-ci à la rigueur de la saison sèche.

En définitive, les populations de *G. f. fuscipes* sont proportionnellement plus jeunes en saison sèche qu'en saison des pluies. L'évolution de la proportion de mouches ténérales correspond assez rigoureusement au déroulement des saisons.

Nous essayons maintenant de valider ces observations en utilisant des méthodes plus précises d'estimation de l'âge.

4.3.3.2. Age physiologique

Cette méthode repose sur l'existence d'un rythme alternatif et régulier des ovulations des quatre ovarioles trouvées chez les glossines (SAUNDERS, 1960 et 1962; CHALLIER, 1965). Un cycle ovarien dure environ 40 jours. A chaque ovulation, l'ovariole présente sur son pédicelle une relique folliculaire. La présence ou l'absence de celle-ci et la taille relative des follicules en développement permettent de

reconnaître 8 stades ovariens (O, I, II, III, IV+4n, V+4n, VI+4n, VII+4n). A partir du groupe d'âge IV, tous les ovarioles présentent une relique folliculaire et les groupes IV à VII ne sont pas déterminés à un cycle près, d'où la dénomination IV+4 à VII+4n. Chacune de ces catégories peut être reliée à une classe d'âge, dont la correspondance est donnée au tableau IV.6 (annexe B). Pratiquée sur 227 femelles, avec le concours de J.P. GOUTEUX, en février et décembre 1991, ainsi qu'en janvier et juin 1992, cette méthode précise nous sert de référence et d'étalon pour les deux autres.

4.3.3.3. Usure alaire

Le principe de cette méthode découle du fait que le bord postérieur des ailes d'une glossine s'use progressivement au fur et à mesure qu'elle vieillit (JACKSON, 1946 ; CHALLIER, 1973 ; RYAN *et al.*, 1980). Au moyen d'une loupe binoculaire, on attribue à chaque aile un coefficient compris entre 1 et 6, en fonction de l'importance et de la localisation des éraillures alaires (fig. 24). Cette mesure ne permet pas d'obtenir l'âge exact des individus mais elle donne une image de la proportion des individus plutôt jeunes (coefficient voisin de 1) par rapport à celle des vieux (coefficient proche de 6) au sein d'une population. De plus, ces données permettent de calculer un paramètre nommé valeur moyenne de l'éraillure alaire (VMEA) qui présente un intérêt lors d'études comparatives entre plusieurs populations. La VMEA se calcule selon la formule suivante :

$$VMEA = \frac{\sum_{i=1}^{i=6} n_i \times c_i}{N}$$

où, N est l'effectif total de l'échantillon, n_i est l'effectif dans chaque catégorie alaire ($i = 1$ à 6) et c_i est le coefficient appliqué à chaque catégorie alaire (pour $i=1$, $c=1$; pour $i=2$, $c=2$; pour $i=3$, $c=3$; pour $i=4$, $c=4,4$; pour $i=5$, $c=5,5$ et pour $i=6$, $c=6,9$).

Cette technique est appliquée à l'aile droite de 2006 individus (844 mâles et 1162 femelles) collectés de juillet 1991 à août 1992 (annexe A-1).

Sur la totalité de l'échantillon obtenu sur la rivière Mbonou, aucune différence significative n'est décelée entre les sous-populations mâle et femelle (annexe C). L'évolution mensuelle des effectifs dans chaque catégorie alaire est délicate à interpréter pour les classes intermédiaires, l'importance de ces effectifs restant relativement stable. Pour la classe 1, on note une nette diminution des effectifs en avril et mai et une hausse légère de décembre à janvier. Les individus de la classe 6, les plus âgés de tous, ne s'observent que pendant la saison des pluies (fig. 26).

La VMEA atteint sa valeur maximale juste avant la saison des pluies (2,69 et 2,68 respectivement en avril et mai 1992) et sa valeur minimale au coeur de la saison sèche (2,1 en janvier 1992). Une population glossinienne est d'autant plus jeune que la VMEA calculée sur cet échantillon est basse. L'interprétation de l'évolution mensuelle de cet indice (fig. 25) aboutit donc aux mêmes conclusions que celles données au paragraphe 4.3.3.1.. La VMEA semble donc être un bon indicateur démographique. En revanche, l'analyse des effectifs des glossines réparties dans les différentes classes (fig. 26) et de leur évolution saisonnière est plus difficile à interpréter. Cet état est probablement dû au fait que la catégorie 1 rassemble à la fois des mouches strictement ténérales et des individus plus âgés, ce qui conduit à une perte de précision de cette méthode.

4.3.3.4. Ptéridine céphalique

Le principe de cette méthode repose sur le fait qu'une famille de composés nommée ptéridine s'accumule régulièrement dans la capsule céphalique des glossines (LEHANE et MAIL, 1985). L'accroissement du taux céphalique de ptéridine avec l'âge est linéaire, chez les mâles comme chez les femelles. De ce fait, la valeur de ce taux peut être facilement converti en nombre de jours. D'un point de vue méthodologique, la tête de chaque glossine étudiée est placée dans un puits de microplaque ELISA et l'ensemble du matériel est envoyé au laboratoire sous quinze jours, dans un colis étanche à la lumière et contenant du dessiccant. La ptéridine est ensuite dosée par spectrophotométrie, après étalonnage de l'appareil avec des glossines ténérales provenant du même échantillon (LEHANE et MAIL, 1985 ; LANGLEY *et al.*, 1988). Lors du traitement des résultats, les valeurs individuelles obtenues sont regroupées dans neuf classes d'âge, identiques à celles utilisées dans la méthode physiologique de détermination de l'âge.

Les analyses, pratiquées par le Tsetse Research Laboratory (Dr. LANGLEY P.A. ; Bristol, Grande-Bretagne), portent sur 1118 individus (485 mâles et 633 femelles) capturés entre novembre 1991 et août 1992 (annexe A-1).

L'application de cette méthode à la même population de *G. f. fuscipes* fournit une image très proche des précédentes. Cette approche confirme l'absence de différence significative entre les sexes dans la répartition des individus par classes d'âge (cf. annexe C). L'évolution mensuelle des effectifs

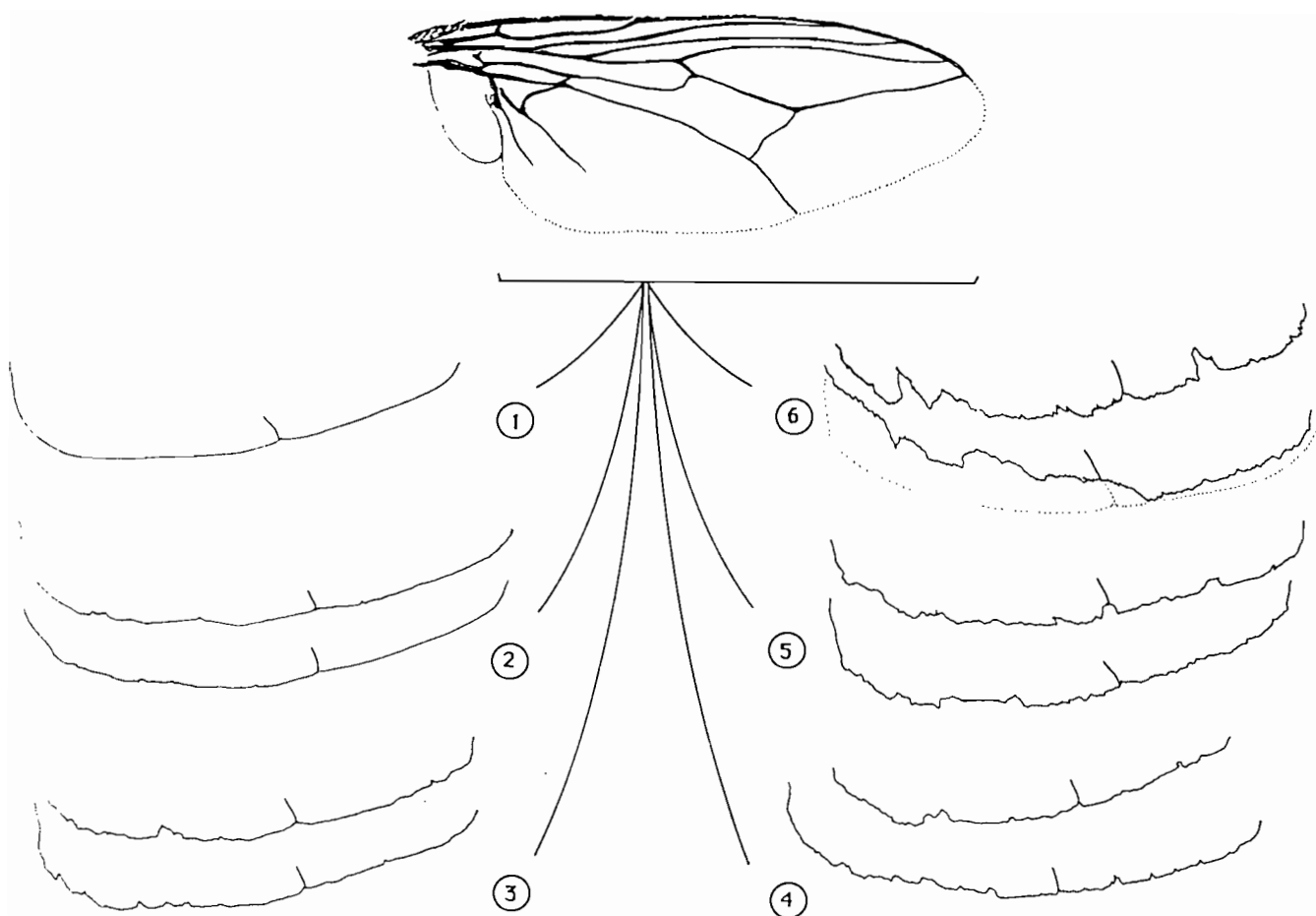


Figure 24 : Estimation de l'éraillure alaire chez *G. fuscipes*.

1. Pas d'éraillure
2. Eraillure légère
3. Eraillure plus accentuée, surtout dans la partie proximale, avec encore de longues et nombreuses portions intactes
4. Eraillure prononcée, sur toute la longueur, avec de rare parties non endommagées
5. Eraillure très marquée, sans aucune portion intacte
6. Eraillure maximale, avec des portions arrachées.

(modifié et adapté à *Glossina fuscipes fuscipes*, d'après JACKSON, 1946).

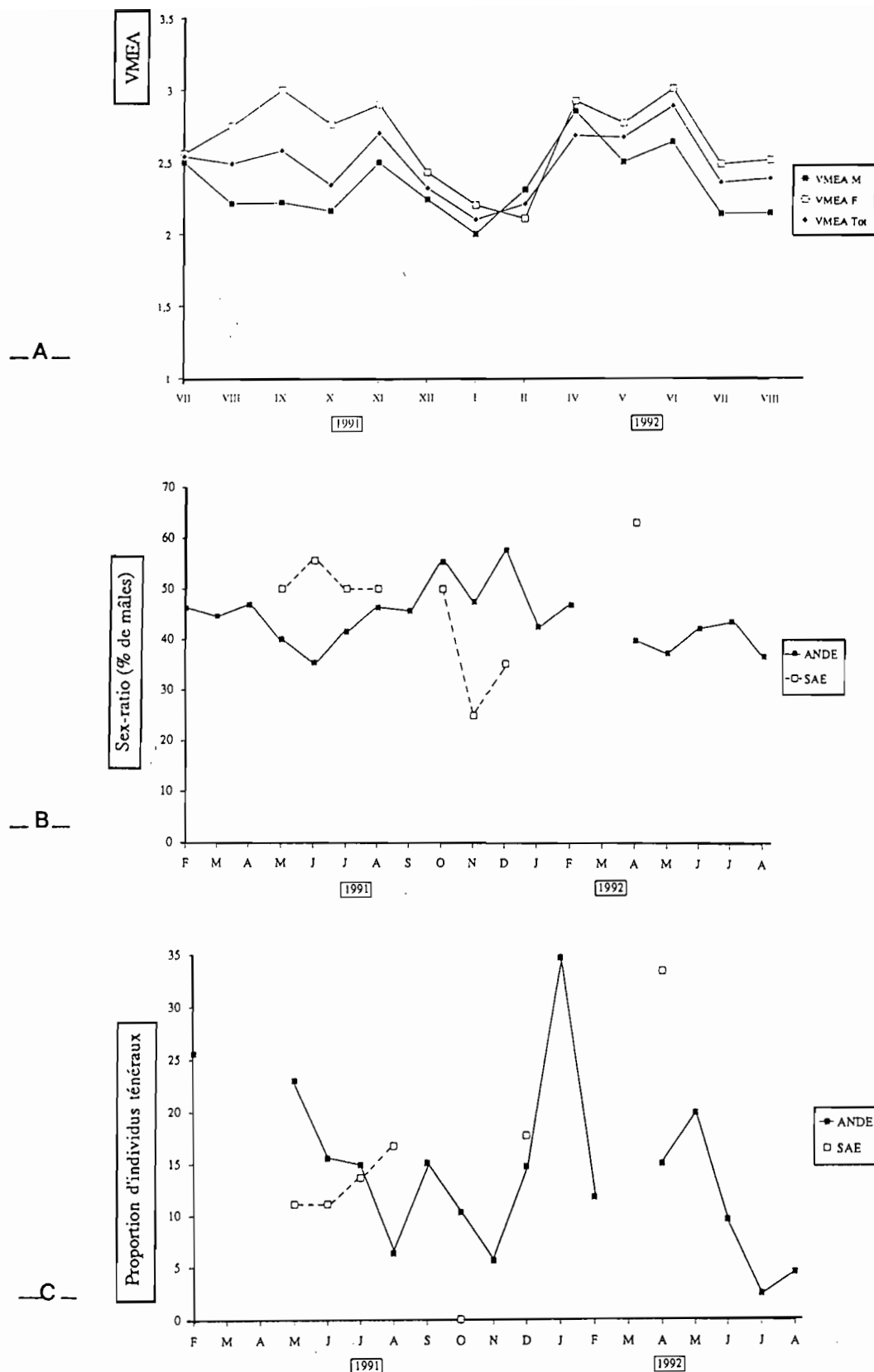


Figure 25 : Evolution de quelques paramètres relatifs à la structure des populations de *G. f. fuscipes*. A). Evolution de la valeur moyenne de l'éraillure alaire (VMEA) pour les mâles (VMEA M), les femelles (VMEA F) et les deux sexes confondus (VMEA Tot). Données obtenues sur le site d'élevage ANDE (Bouba Djaodi). B) Evolution de la sex-ratio dans deux populations de *G. f. fuscipes*. L'une (ANDE, carrés noirs) évolue naturellement tandis que l'autre (Sae, carrés blancs) est contrôlée par pièges bipyramidaux disposés à l'abreuvoir. C) Evolution de la proportion d'individus ténéreaux dans deux populations de *G. f. fuscipes*. L'une (ANDE, carrés noirs) évolue naturellement tandis que l'autre (Sae, carrés blancs) est contrôlée par pièges bipyramidaux disposés à l'abreuvoir.

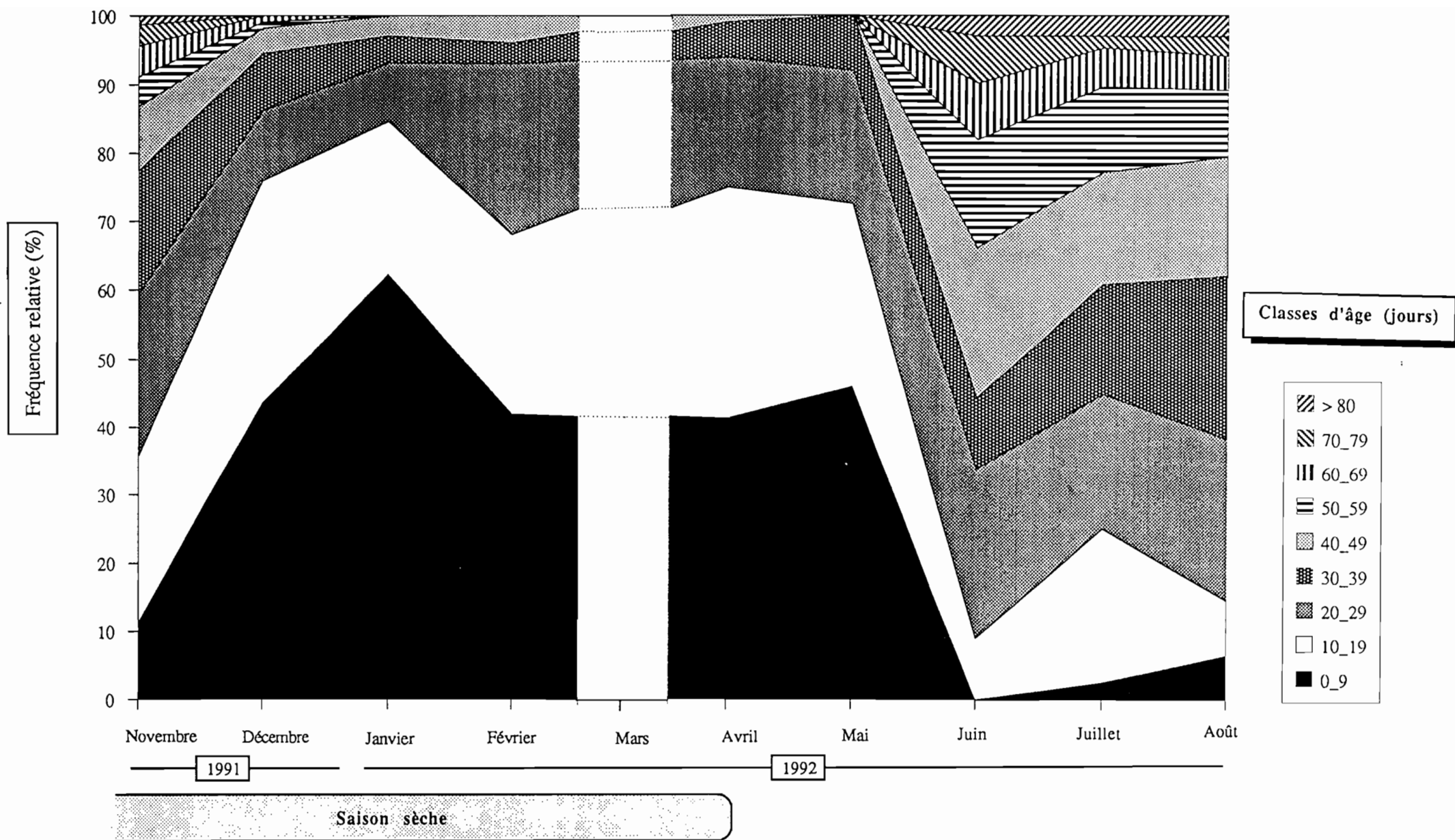


Figure 27: Evolution mensuelle de la structure par classes d'âge ptéridinien d'une population de *G. f. fuscipes* sur la rivière Mbonou, entre novembre 1991 et août 1992.

montre que la proportion d'individus jeunes (0-9 jours) augmente sensiblement en saison sèche (presque 60 % de la population en janvier 1992), tandis qu'aucun individu des classes d'âge supérieures (au-dessus de 50 jours) n'est observé (fig. 27). En saison des pluies, la situation inverse se rencontre. Bien que cette méthode traduise une même tendance évolutive que celles décrites plus haut, la répartition par classes d'âge se trouve sérieusement modifiée. Ainsi, la proportion de jeunes individus en saison sèche semble anormalement élevée (plus de 50%) et sous-représentée en saison des pluies.

Ces considérations nous amènent donc à discuter de la validité et de l'intérêt de ces méthodes.

4.3.3.5. Comparaison des différentes techniques

Bien qu'imprécise, la technique de reconnaissance des glossines ténérables décrite au § 4.3.3.1. est très simple et permet d'estimer grossièrement et rapidement la structure d'une population de glossines.

Les deux autres approches fondées sur l'éraillure alaire et le dosage de la ptéridine céphalique donnent une image satisfaisante de la composition en individus jeunes et vieux d'une population sans égaler l'efficacité et la précision de la méthode physiologique. Toutefois, cette dernière ne renseigne que sur l'âge des femelles. En revanche, l'absence de correspondance précise entre les résultats apportés par ces deux techniques et l'approche physiologique indiquent qu'elles ne peuvent pas être employées pour donner un âge individuel précis (tableau D).

Nous signalons que la présente étude est la première à utiliser la méthode de dosage de la ptéridine chez l'espèce *G. f. fuscipes*. Jusqu'à présent, cette méthode a été appliquée avec succès à la détermination de l'âge individuel de *G. morsitans morsitans* Westwood, 1850, *G. pallidipes* Austen, 1903, *G. palpalis palpalis* Robiniau-Desvoidy, 1830 et *G. tachinoides* (LANGLEY *et al.*, 1988). En revanche, elle n'est pas applicable à l'espèce *G. austeni* Newstead, 1912. Des travaux plus récents montrent cependant que la méthode de dosage de la ptéridine céphalique ne peut pas être employée à la détermination exacte des âges individuels mais est utile à la description de la structure d'âge au sein d'une population (MSANGI et LEHANE, 1991). Ces auteurs montrent également que la reconnaissance des individus très jeunes n'est possible qu'en mesurant le taux de ptéridine dans l'abdomen, où ce composé est trouvé en abondance à la naissance. Après 4 à 5 jours ce taux abdominal décroît progressivement tandis qu'il s'accroît dans la capsule céphalique.

4.3.4. Activité journalière

Les glossines restent inactives la majeure partie du temps, ne déployant une activité qu'une trentaine de minutes dans la journée (BURSELL et GLASGOW, 1960 ; BRADY, 1972 ; BURSELL et TAYLOR, 1980 ; RANDOLPH *et al.*, 1991). *G. f. fuscipes* n'échappe pas à cette règle. Ses sites de repos diurne et nocturne ont été bien étudiés en Ouganda (VAN VEGTEN, 1971 ; OKOTH et KAPAATA, 1987); il ressort de ces investigations que les individus se reposent principalement sur les feuilles et les fines branches, jusqu'à une hauteur de 3,66 mètres. Par ailleurs, les femelles restent inactives pendant de plus longues périodes. Le contexte écologique ougandais étant très différent du nôtre, notamment en ce qui concerne la végétation, il est peu probable que ces résultats s'appliquent à cette espèce dans les galeries forestières de Centrafrique.

En avril 1992, sur la rivière Mbounou, des relevés horaires permettent de suivre les variations des captures, donc de l'activité probable de *G. f. fuscipes* en cours de journée. Il apparaît que des individus de cette espèce sont actifs très tôt dans la journée (une heure après le lever du jour) et jusqu'au crépuscule. Les captures augmentent significativement entre 9h00 et 16h00. Les mâles sont plus actifs entre 9h00 et 11h00, tandis que les femelles sont capturées majoritairement l'après-midi avec un pic entre 14h00 et 15h00 (fig. 28). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus en Ouganda, où des individus sont actifs entre 5h00 et 19h00, avec une augmentation nette entre 10h00 et 16h00 (HARLEY, 1966a ; MWANGELWA *et al.*, 1990). D'après le travail le plus récent, le maximum d'activités s'observe le matin seulement, à 9h00 chez les mâles et à 10h00 chez les femelles. Cependant, selon HARLEY (1966a), la tranche horaire d'activité maximale varie selon les régions et les saisons. Nous retiendrons cette hypothèse, que semblent confirmer nos observations étalées sur le reste de l'année, où des relevés effectués à divers moments de la journée montrent que l'activité des mâles et des femelles peut se dérouler indifféremment dans la matinée ou l'après midi.

D'après MWANGELWA *et al.* (1990), l'activité de *G. f. fuscipes* est corrélée avec l'intensité des radiations solaires, alors que l'humidité relative, la température et la vitesse du vent n'ont que peu d'impact. GOUTEUX et MONTENY (1986) aboutissent aux mêmes conclusions pour l'espèce *G. palpalis*, alors que pour *G. pallicera* ils retiennent plutôt l'influence de l'humidité ambiante.

Nous signalons en outre que des expérimentations pratiquées au laboratoire démontrent également que *G. f. fuscipes* est une espèce qui peut être active à n'importe quel moment de la journée (DEN OTTER, com. pers.)

		A								
		Classes d'âge physiologique								
		0	I	II	III	IV + n	V + n	VI + n	VII+ n	Tot.
A.p.	0 9	19	12	2		1		1		35
	10 19	18	14	7	3	4	5	1	1	53
	20 29	5	18	8	6	3	4	4	5	53
	30 39	1	3	7	4	5	7	4	3	34
	40 49		3	2	5	9	5	7	2	33
	50 59	1			1	4	4	5		15
	60 69		1	1		3	2	3	4	14
	70 79						4	3	1	8
	> 80							2	2	4
Tot.		44	51	27	19	29	31	30	18	249

		B								
		Classes d'âge physiologique								
		0	I	II	III	IV + n	V + n	VI + n	VII+ n	Tot.
U. a.	1	31	12	5	4					52
	2	27	25	9	5	10	5	2		83
	3	4	11	4	8	7	11	6	6	57
	4		2	1	2	5	7	9	4	30
	5					1	4	4	3	12
	6					1	2	1	1	5
Tot.		62	50	19	19	24	29	22	14	239

Tableau D :

Correspondance des différentes méthodes d'estimation de l'âge chez *G. f. fuscipes*

A : Correspondance entre classes d'âge ovarien et classes d'âge ptéridinien (A. p.)

B : Correspondance entre classes d'âge ovarien et catégories d'usure alaire (U. a.)

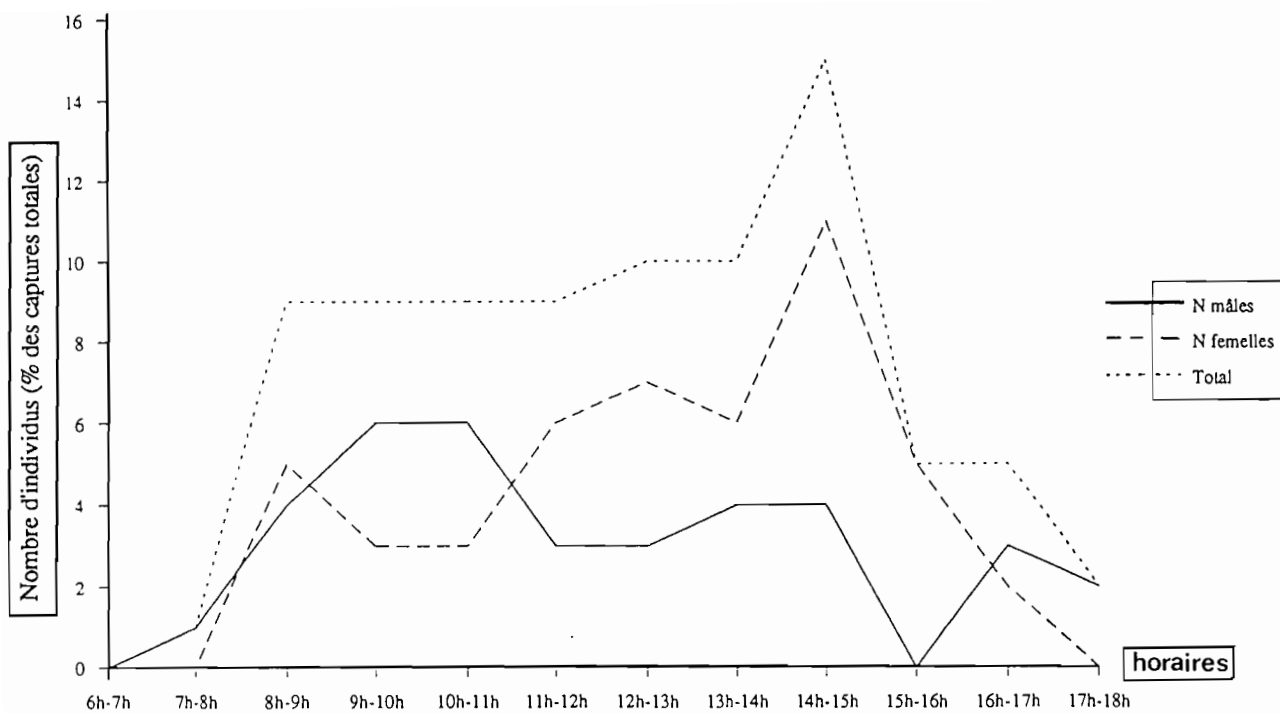


Figure 28 : Cycle d'activité (exprimé en pourcentage de l'échantillon capturé chaque heure par piège bipyramidal) des mâles et des femelles d'une population de *G. f. fuscipes* sur la rivière Mbonou, en avril 1992 (début de saison des pluies).

4.3.5. Préférences trophiques

La connaissance de l'origine des repas sanguins, donc des préférences trophiques d'une espèce, est d'une importance pratique considérable, notamment pour la compréhension de l'épidémiologie des trypanosomoses (LAVEISSIERE et BOREHAM, 1976 ; GOUTEUX *et al.*, 1982 a,b; LAVEISSIERE *et al.*, 1986a) mais aussi pour l'adoption d'une stratégie de contrôle de cette espèce (CUISANCE, 1989).

4.3.5.1. Matériel et méthodes

L'identification des hôtes vertébrés des glossines repose sur l'emploi de techniques sérologiques, associant un test de fixation du complément à un test ELISA (STAAK *et al.*, 1981 et 1986). Sur le terrain, lorsque du sang en cours de digestion est découvert dans l'intestin des glossines disséquées, une fraction est recueillie sur du papier Whatmann n° 2, séchée à l'air libre et maintenue dans un récipient contenant du dessicant (annexe A-1). Ces échantillons sont rapidement envoyés à l'Institut für Veterinärmedizin des Bundesgesundheitsamtes (Berlin; Allemagne) et traitées par l'équipe du Dr. C. STAAK.

Sur un lot total de plus de 2600 *G. f. fuscipes* disséquées, 276 échantillons différents de sang sont recueillis. Cependant, 92 (soit 33,3%) ne sont pas identifiés, en raison d'une mauvaise conservation du matériel ou d'un état déjà trop dégradé par digestion. Sur 14 *G. fusca congolensis* disséquées, 2 fournissent un repas de sang identifiable, tous deux étant pris sur suidae.

4.3.5.2. Résultats globaux

L'essentiel de nos informations provient du site de référence (élevage A.N.D.E.). *G. f. fuscipes* se nourrit aux dépens d'un large spectre d'hôtes (fig. 29). Les plus recherchés sont, par ordre décroissant d'importance (fig. 29), les varans (32 %), les suidae (21,1 %), l'être humain (12 %), les oiseaux (10,9 %), les bovins (10,4 %) et les ruminants sauvages (5,7 %). Les crocodiles, les rongeurs, les canidae et les felidae constituent des hôtes exceptionnels (tableau III.9. - annexe B). Seulement deux repas ont une origine mixte (poule/crocodile dans un cas et suidae/bovin dans l'autre).

Sur ce site, une différence significative est notée entre les mâles et les femelles ($\chi^2 = 15,54$, $p < 5$ %, 4 d.d.l.; annexe C). Nous précisons d'ores et déjà que cette constatation est à relativiser puisque des travaux portant sur un plus grand échantillon et englobant l'ensemble de la commune d'Ouro-Djafoun ne concluent pas à une différence significative de comportement alimentaire entre les mâles et les femelles (GOUTEUX *et al.*, à paraître).

4.3.5.3. Variations saisonnières

Les reptiles, la faune sauvage et l'homme constituent la base alimentaire de cette espèce, toute l'année (fig. 30). Sur les rivières Mbonou et Bandapa, la diminution de la proportion de faune sauvage en saison des pluies (août-novembre) et la forte prépondérance de repas pris sur reptiles à l'intersaison (novembre-décembre) sont des tendances à noter. Le caractère saisonnier des repas pris sur oiseaux et bovins est plus difficile à comprendre. En effet, sur ce site les bovins (baoulés et zébus rappelons-le) sont bien représentés, toute l'année. L'absence de repas sur oiseaux entre septembre et janvier est peut-être à mettre en relation avec d'éventuelles migrations des espèces piquées.

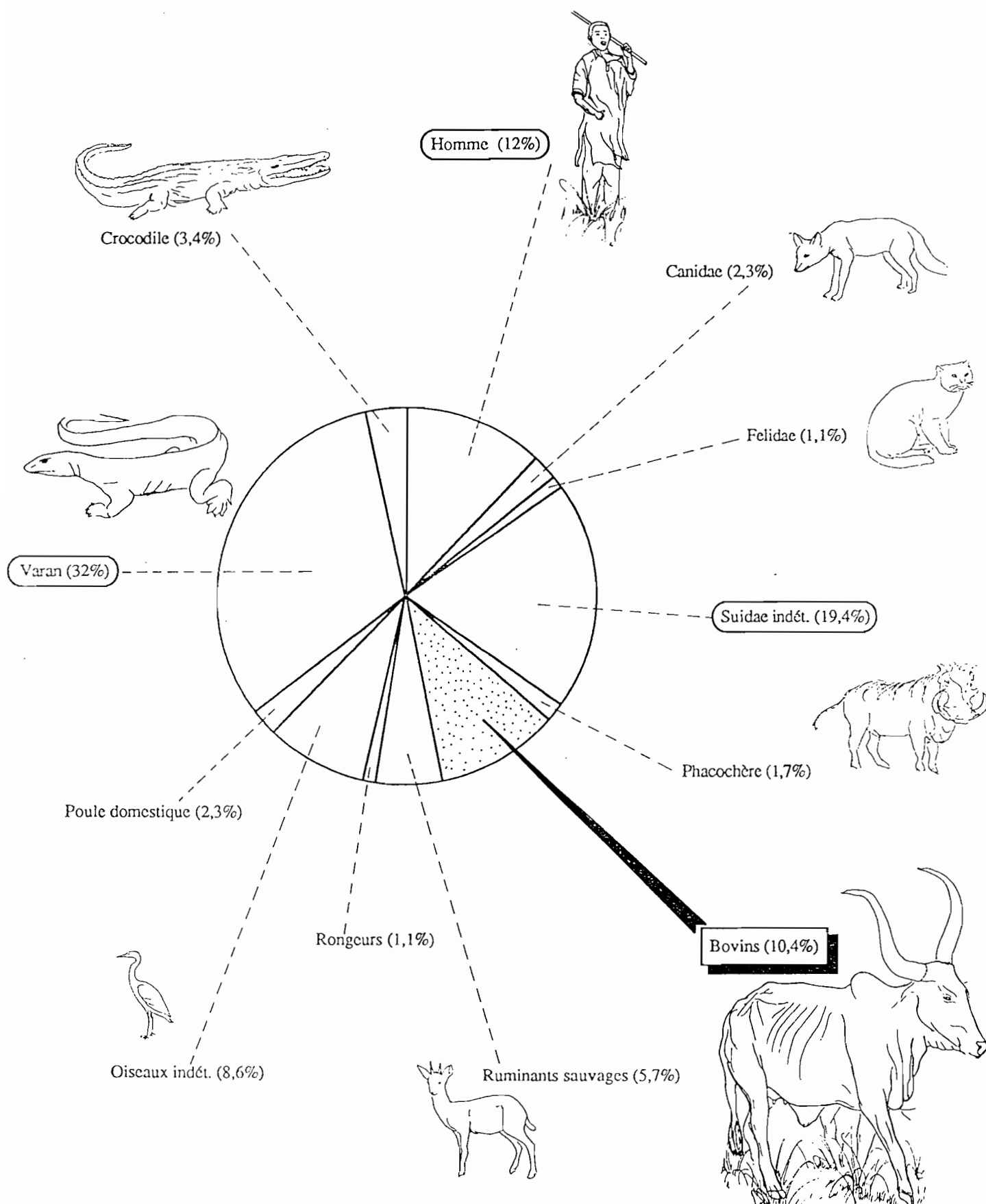
4.3.5.4. Variations géographiques

Dans un autre travail, nous montrons qu'au sein de la même zone d'élevage d'Ouro-Djafoun, des différences significatives existent (GOUTEUX *et al.*, à paraître). Ainsi, par rapport au reste de la zone d'élevage, la population de *G. f. fuscipes* vivant sur la Mbounou autour de notre site d'étude se nourrit moins sur bovins et relativement plus sur suidae et reptiles.

De la même façon, nous observons des différences significatives dans le comportement alimentaire de populations de *G. f. fuscipes* provenant de zones d'élevage différentes. Ainsi, entre la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun et celle de Yérémo située à l'est du pays (fig. 32), les différences portent principalement sur la proportion de repas pris sur l'ensemble chiens/chats /rongeurs/oiseaux, qui apparaît plus importante à Yérémo (39% contre 18%). Dans ce même travail, nous constatons des divergences alimentaires entre les populations de *G. f. fuscipes* habitant les points d'abreuvement à bétail et celles trouvées plus loin dans les galeries forestières denses : chez ces dernières, la part des repas pris sur les ruminants sauvages est plus importante.

En dehors du Centrafrique, les préférences alimentaires de cette espèce ont été assez bien étudiées en Ouganda et autour du Lac Victoria, essentiellement en rapport avec des épidémies de maladie du sommeil humaine. Un trait frappant remarqué par tous les auteurs est la prédilection de cette espèce pour les crocodiles et les varans (FISKE, 1920 ; VAN VEGTEN, 1971). Cependant en

Figure 29 : Préférences trophiques de *G. f. fuscipes* sur la rivière Mbonou. Données obtenues entre février 1991 et août 1992, à partir de 175 individus.



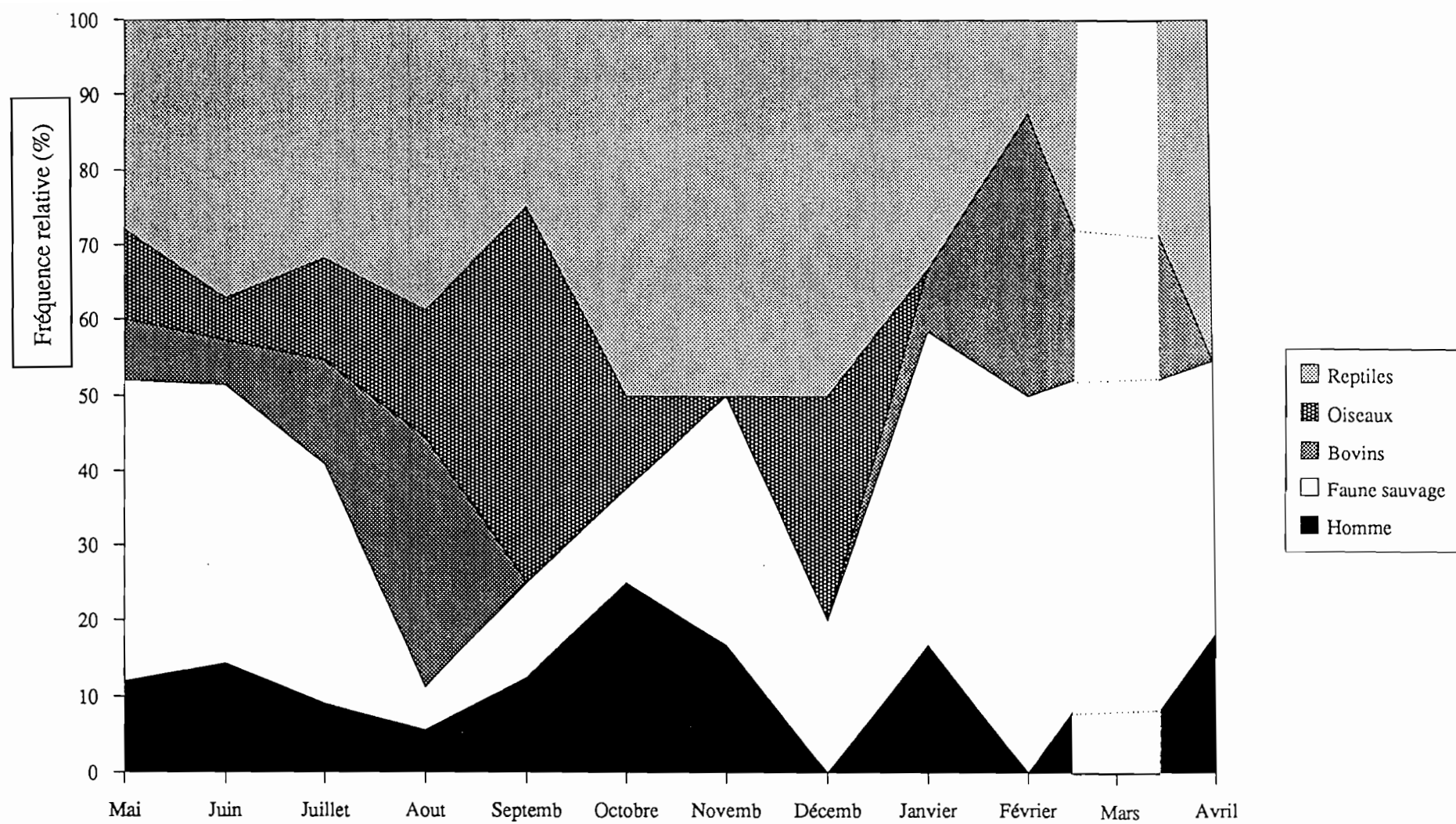


Figure 30 : Evolution mensuelle des préférences trophiques d'une population de *G. f. fuscipes*, sur la rivière Mbonou (site d'élevage ANDE).

Zone d'élevage de Yérémo	
Hôtes	%
Bovins	10,6
Reptiles	16,7
Suidés	6,1
Homme	10,7
Oiseaux	18,2
Autres	37,7

(n= 66)

Zone d'élevage d'Ouro-Djafoun	
Hôtes	%
Bovins	22,1
Reptiles	26,0
Suidés	11,7
Homme	12,3
Oiseaux	9,1
Autres	18,8

(n = 154)



Figure 31 : Comparaison des préférences trophiques de *G. f. fuscipes* dans deux zones d'élevage différentes de Centrafrique : Yérémo et Ouro-Djafoun (d'après GOUTEUX, D'AMICO *et al.*, à paraître). La carte indique également la répartition et l'importance du cheptel en Centrafrique au sein des principales sous-préfectures (d'après les résultats des campagnes de vaccination 1989 ; *in* BLANC, 1991).

Légende : 1 : Bambari (commune d'Ouro-Djafoun), 2 : Bossembélé (commune de Yérémo), 3 : Bouar, 4 : Bozoum, 5 : Bocaranga, 6 : Baboua, 7 : Paoua, 8 : Yaloké, 9 : Boda, 10 : Boali, 11 : Bossangoa, 12 : Bouca et 13 : Mobaye).

Saison sèche	
Hôtes	%
Bovins	8,2
Reptiles	32,7
Suidés	24,5
Ruminants sauvages	10,2
Autres	24,5

(n = 49)

Saison des pluies	
Hôtes	%
Bovins	23,3
Reptiles	43,3
Suidés	6,7
Ruminants sauvages	0
Autres	26,7

(n = 33)

Figure 32 : Comparaison des préférences trophiques de *G. f. fuscipes* dans la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun en saison sèche et en saison des pluies (d'après GOUTEUX, D'AMICO *et al.*, à paraître).

l'absence de tels hôtes, cette espèce peut jeter son dévolu sur l'homme (BUXTON, 1955 ; VAN VEGTEN, 1971). VAN VEGTEN (1971), en replaçant ses résultats dans le contexte général de données antérieures parues dans la littérature, conclue à un caractère opportuniste de *G. f. fuscipes*. C'est ce que confirment les travaux ultérieurs qui démontrent que la proportion de repas pris sur les hommes, les ruminants sauvages et les reptiles est très variable suivant les contextes épidémiologiques (MOLOO *et al.*, 1980 ; LEAK *et al.*, 1993).

4.3.5.5. Place des bovins dans l'alimentation de *G. f. fuscipes*

L'importance des bovins dans l'alimentation de *G. f. fuscipes* revêt une grande importance d'un point de vue épidémiologique. En effet, le taux de repas pris sur ces mammifères traduit l'intensité du contact entre *G. f. fuscipes* et les bovins.

En Centrafrique, dans les deux zones d'élevages étudiées, le taux global de repas pris sur les bovins par *G. f. fuscipes* est égal à 12% (GOUTEUX *et al.*, à paraître). Ce chiffre varie cependant de 4,5% à 22%, selon la zone et le contexte de capture. Il est toujours plus faible en saison sèche qu'en saison des pluies (fig. 31) (CUISANCE, 1988 ; GOUTEUX *et al.*, à paraître).

En dehors du Centrafrique, ce taux s'avère également très variable puisque compris entre 0,5% et 2,6% selon certains auteurs (SOUTHON, 1964 ; LUMSDEN *et al.*, 1961 ; PERSOONS, 1966, cités par VAN VEGTEN, 1971), de l'ordre de 7,6% à 8,3% (WINCKEL *et al.*, 1991 ; VAN VEGTEN, 1971) ou exceptionnellement 40% dans le foyer de maladie du sommeil d'Alego en 1964 (VAN VEGTEN, 1971). En Ethiopie, dans la région de Ghibe, des travaux récents indiquent que *G. f. fuscipes* se nourrit pour 63% sur les bovins (LEAK *et al.*, 1993); la validité de cette information doit cependant être relativisée dans la mesure où elle est tirée d'une analyse de 24 repas de sangs seulement. En Ouganda, lors de l'épidémie de maladie du sommeil survenue à la fin de l'année 1988 dans le sous-district de Ilowa, une étude récente indique que les populations locales de *G. f. fuscipes* impliquées dans la transmission se nourrissaient alors sur le bétail et sur le varan (MAUDLIN *et al.*, 1990).

Devant le caractère opportuniste de cette espèce, de nombreuses interrogations surgissent. Le taux de repas de sang pris sur bovins traduit-il réellement l'intensité du contact glossine/bovin? Les différences faunistiques existant entre les différentes zones suffisent-elles à expliquer les variations de comportement alimentaire? Faut-il invoquer l'existence de sous-populations spécialisées, ou entre d'autres termes, peut-on envisager l'existence d'individus se nourrissant plus spécialement sur les bovins que d'autres?

On peut d'ores et déjà remarquer que l'éclectisme alimentaire de cette espèce lui confère vraisemblablement de fortes capacités d'adaptation et une totale indépendance vis-à-vis des bovins. Nous verrons l'importance de ces questions au chapitre V.

4.3.6. Occupation de l'espace

Il est indispensable de connaître les modalités d'occupation de l'espace par les glossines et leur capacité de dispersion (GOUTEUX, 1983 et 1987). En effet, cette connaissance permet d'un point de vue épidémiologique de situer les lieux d'échanges des parasites entre la glossine et l'hôte définitif (LAVEISSIERE *et al.*, 1986b,c). Elle conditionne également le choix et la disposition géographique d'un système de lutte anti-vectorielle (CUISANCE, 1989 et 1991).

En R.C.A., aucune donnée n'est disponible sur la distribution et l'utilisation de l'espace chez *G. f. fuscipes*. Les déplacements des individus de cette espèce dans cette mosaïque de savanes et de galeries forestières demeurent toujours inconnus.

Classiquement, chez les glossines, ces aspects étaient étudiés par rapport à la diversité des biotopes et des facteurs climatiques (GOUTEUX, 1983 et 1987 ; CUISANCE et FEVRIER, 1983 ; HARGROVE et LANGE, 1980 ; ROGERS, 1977 ; VAN VEGTEN, 1971). Dans notre travail, la distribution de cette espèce est plus particulièrement envisagée en rapport avec les points fréquentés par les bovins et leur activité (cf. chapitre II, § 3).

4.3.6.1. Méthodes

Une recherche basée sur le marquage des individus et une recapture de ceux-ci en des lieux et des temps espacés apporte des renseignements d'une très grande précision (HARGROVE, 1990). Cependant, cette technique est très lourde (CUISANCE et FEVRIER, 1983) et implique l'existence de populations glossiniennes très denses, condition absolument pas réalisée dans notre cas. Aussi, avons-nous retenu le principe de l'échantillonnage en transect (BRIGHTWELL *et al.*, 1992). Les protocoles sont détaillés à l'annexe A-3.

4.3.6.2. Résultats

a) Elevage A.N.D.E.

L'exploitation du transect longitudinal révèle un aspect hétérogène de la distribution spatiale et temporelle de la population locale de *G. f. fuscipes* (fig. 20). Les densités maximales sont enregistrées à l'abreuvoir et en bordure de la galerie forestière (pièges 1 et 2). Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la galerie, les valeurs de la D.A.P. diminuent (piège 1 à 6) et sont nulles aux pièges 7 et 8, situés à quelques mètres du sentier. Autour de la place de repos du bétail (pièges 9 et 10) et du campement (piège 11), la présence sporadique d'individus est à nouveau notée. Dans la galerie forestière et en lisière de celle-ci, des individus s'observent quasiment toute l'année. En revanche, dans la savane périphérique (pièges 2 à 6), les glossines ne sont capturées qu'en saison des pluies. Autour de la place de repos, seulement 4 individus sont capturés, en juillet et août 1991, ainsi qu'en mars et juin 1992. Lors de ce travail, les mâles et les femelles sont capturés en nombre égal ($n = 44$).

L'expérience réalisée en août 1992 permet de mieux isoler l'effet dû à la circulation du bétail (fig. 34). Les pièges n° 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15 et 18, situés en dehors des sentiers fréquentés et entretenus par le troupeau, n'ont pris aucune glossine. En revanche, ceux numérotés 1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 16, 17 et 19, placés sur le passage des zébus ont capturés ces insectes en quantité comparable à celles obtenues dans l'expérience en transect. Bien entendu, le piège 1 situé à proximité de l'abreuvoir de la Mbounou donne un résultat positif, avec une D.A.P. élevée (1,11 en août 1992).

Ces observations permettent de conclure à une influence de la fréquentation bovine sur la distribution de *G. f. fuscipes*. Rien n'indique cependant que l'odeur *sui generis* du zébu ou de ses produits soit un facteur déterminant. On peut envisager tout simplement que le passage répété des bovins, en maintenant des couloirs dégagés dans la végétation haute de saison des pluies, favorise le vol des individus erratiques. Toutefois, il est prouvé que le comportement de vol des espèces *G. morsitans*, *G. austeni*, *G. pallidipes* et *G. palpalis* est souvent orienté et dépend de plusieurs facteurs, notamment les traînées d'odeur laissées par les hôtes (GIBSON et BRADY, 1988 ; BURSELL, 1990). Par ailleurs, un travail récent met en évidence le rôle important des sentiers bovins dans les déplacements en savane et la recherche des hôtes de *G. pallidipes* (PAYNTER et BRADY, 1992). L'odeur des bovins laissés à leur passage favorise également l'utilisation des sentiers par les individus de cette espèce.

Il est important de signaler qu'une femelle appartenant à l'espèce *G. fusca congolensis* est découverte dans le piège 9, en juillet 1991, alors qu'aucun représentant de cette espèce n'est signalé dans cette zone au cours des prospections antérieures (CUISANCE, com. pers. ; BLANC *et al.*, 1991a) et pendant toute la durée de notre étude. Cette observation soulève le problème des capacités de dispersion chez cette espèce.

b) Elevage d'Ardo Sae

Le transect (annexe A-3) réalisé avec seulement cinq pièges installés pendant une très courte durée de temps n'apporte guère d'informations pertinentes (fig. 35). L'existence d'une multitude de sentiers bovins et la distance plus importante séparant le campement de la rivière sont des facteurs qui contribuent probablement à cet échec.

En revanche, les quatre pièges disposés au niveau des deux points d'eau temporaires fréquentés par le troupeau (annexe A-3) ont capturé 5 *G. f. fuscipes*. Les D.A.P. sont égales à 0,33, en juin 1991, et 0,83 en août 1991 (fig. 33). La distance minimale séparant ces points de la rivière est de 1200 mètres. Ces deux mares peu profondes, d'un diamètre de 4 à 5 mètres seulement, sont installées sur un bombement latéritique (bowal) à cinquante mètres au dessus du niveau de la rivière, d'où ils restent invisibles. Les déplacements des glossines entre ces deux zones reposent sur des critères aléatoires ou orientés (traînée d'odeur ou suivi de couloirs de vol), mais en aucun cas visuels. Aucune *G. fusca congolensis* n'a été capturée en dehors de la galerie.

c) Elevage d'Ardo Hodi

La rareté des glossines à l'abreuvoir laissait présager d'un insuccès de ce transect. Parmi les cinq pièges disposés entre l'abreuvoir et l'aire de repos du bétail, le piège 2, situé à la lisière de la galerie forestière (fig. 35) a néanmoins pris une femelle appartenant à l'espèce *G. f. fuscipes*. Cette observation, ajoutée à celle réalisée sur notre site de référence (cf. supra), semble attribuer un rôle important à cette lisière de galerie forestière. Dans ce contexte pastoral, cette zone installée à cheval sur deux milieux constitue un écotone et, à ce titre, pourrait constituer un lieu de prédilection pour les glossines. La galerie forestière fermée fournit les gîtes de reproduction et de repos, mais aussi une partie de l'alimentation (cf. § 4.3.5.), tandis que la savane ouverte, en accueillant une grande partie de la journée des zébus en pâture, procure une autre partie de la ration alimentaire.

D.A.P. mesurées au niveau des mares temporaires:

Mois	D. A. P.		
	<i>G. fuscipes</i>	<i>G. fusca</i>	<i>S. nigra</i>
Juin	0,33	0	0,17
Juillet	0	0	1,44
Août	0,83	0	0,41

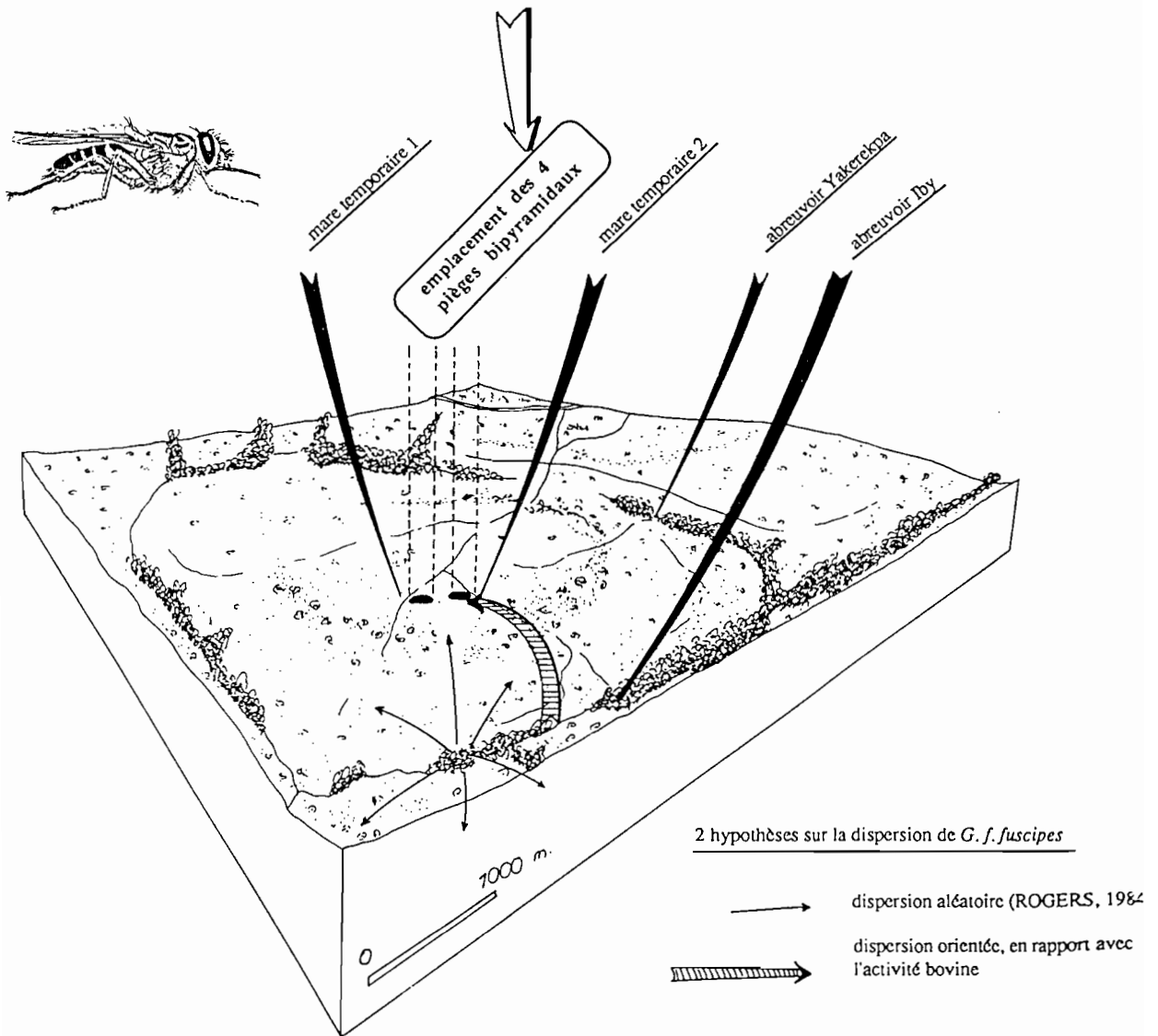
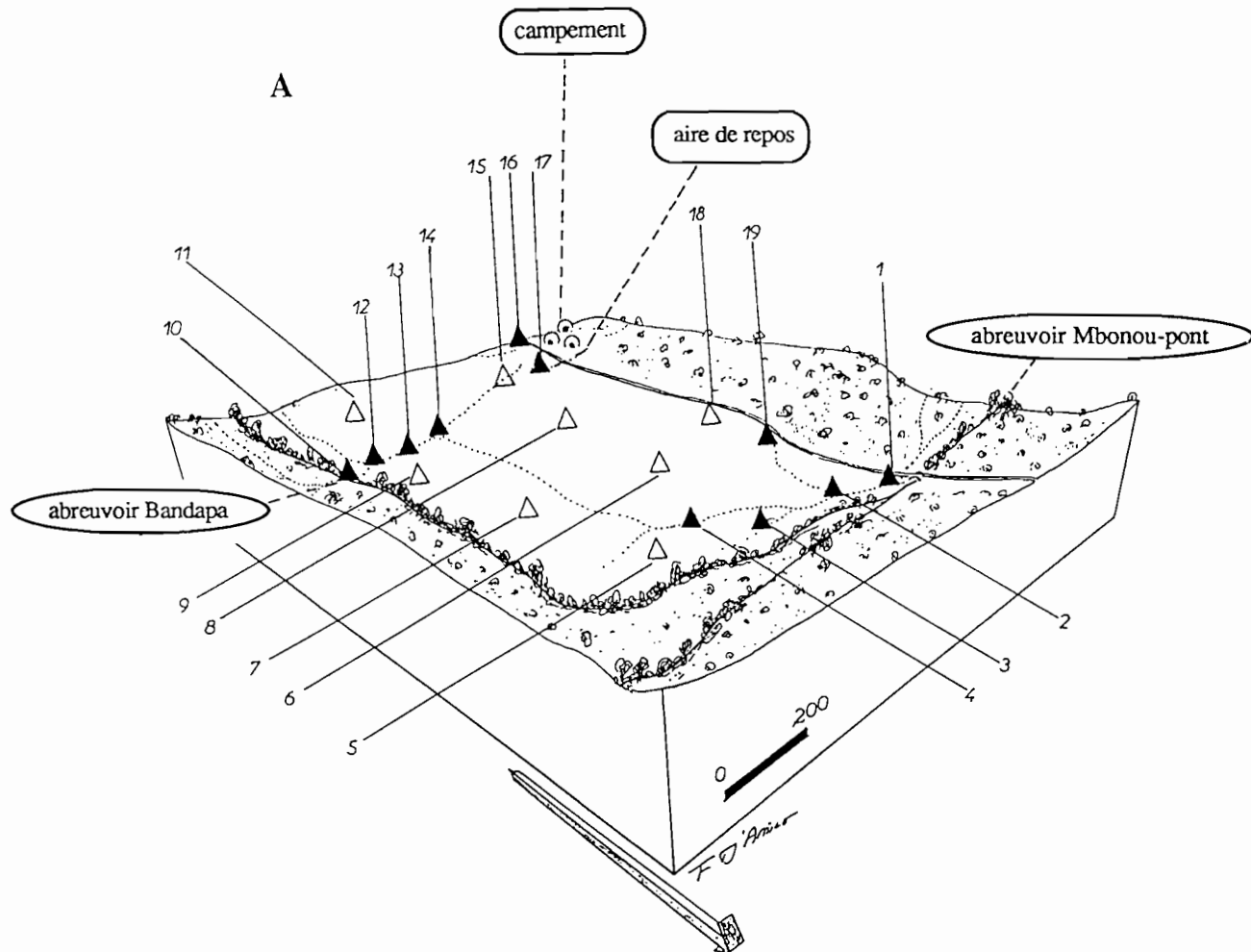


Figure 33: Fréquentation des mares temporaires par *G. f. fuscipes*, *G. fusca congolensis* et les stomoxes. Chez Ardo Sae (protocole P4), en saison des pluies, la croissance des herbes entraîne une diminution de la fréquentation par le bétail des abreuvoirs habituels (Iby et Yakerekpa). Les deux mares temporaires indiquées sur ce schéma sont alors régulièrement visitées. Le tableau livre les valeurs des densités (DAP) obtenues sur ce schéma, à la périphérie desquelles ont été installés quatre pièges bipyramidaux en juin (3 jours), juillet (4 jours) et août 1991 (3 jours).

Figure 34 : Comparaison des captures de *G. f. fuscipes* le long des sentiers bovins et en dehors, dans la savane environnante (Protocole P3: 15-23 août 1992 - élevage ANDE). A- Localisation des 19 pièges utilisés et résultats des captures, B- Densités apparentes des stomoxes, des tabanidae et de *G. f. fuscipes* capturés à chaque piège.



B

N° piège	D. A. P.		
	<i>G. f. fuscipes</i>	<i>Stomoxys sp.</i>	Tabanidae
1	1,11	0,11	0,11
2	0,44	0	0
3	0,22	0,44	0
4	0,11	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0,77	0	0
11	0	0	0
12	0,22	0	0
13	0,33	0	0
14	0,11	0	0
15	0	0,11	0
16	0,11	0,55	0
17	0,14	6,86	0
18	0	0	0
19	0,22	0,11	0

▲ piège ayant capturé *G. f. fuscipes*

△ piège n'ayant pas capturé *G. f. fuscipes*

3 numéro de piège

... sentier fréquenté par le troupeau lors du circuit de pâture

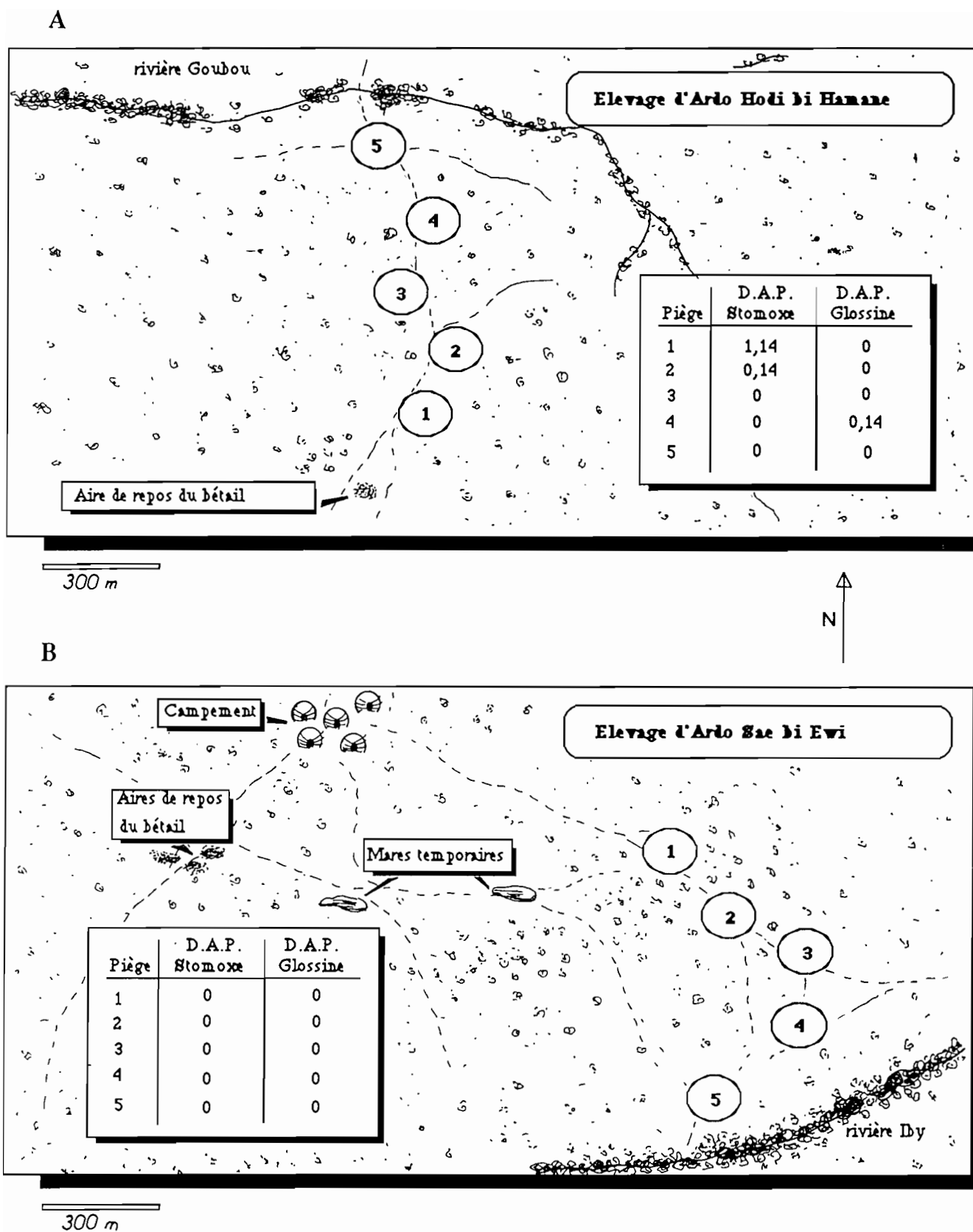


Figure 35 : Distribution de *G. f. fuscipes* et des autres insectes vecteurs potentiels le long d'un sentier habituellement fréquenté par le bétail en juillet 1991 (protocole P2). A: schéma et résultats du transect installé chez Ardo Hodi et B: schéma et résultats du transect installé chez Ardo Sae bi Ewi. L'absence de captures est peut-être liée à un mauvais choix du sentier, parmi les multiples layons tracés dans la végétation chez cet éleveur.

4.3.6.3. Discussion

Bien que peu de mouvements en dehors des berges des cours d'eau n'aient été observés chez cette espèce, *G. f. fuscipes* est cependant connue pour son aptitude à effectuer de longs déplacements le long des cours d'eau (BUXTON, 1955). En Ouganda, divers auteurs ont d'ailleurs tenté d'expliquer l'apparition de deux épidémies de maladie du sommeil (1940-1944 et 1964-1965) par l'extension soudaine du vecteur supposé, *G. f. fuscipes*, cette invasion étant consécutive à des événements climatiques anormalement pluvieux (MacKIHAN, 1944 et WILLET *et al.*, 1965, cités par VAN VEGTEN, 1971). Dans le foyer de trypanosomose humaine de Samia Bugwe en bordure est de l'Ouganda, VAN VEGTEN (1971) a tenté une expérience de capture, marquage, lâcher et recapture de cette espèce. Avec 1115 glossines étudiées et un taux de recapture de l'ordre de 20%, cet auteur aboutit à la conclusion que les populations locales de cette espèce sont relativement localisées géographiquement et peu mobiles. Il n'exclue cependant pas l'existence de mouvements de plus grande ampleur puisqu'il a pu capturer un individu à 3000 mètres de son point de capture initial, 9 jours après son lâcher.

Sur le lac Victoria, la mobilité de certains individus est par ailleurs suspectée entre l'île de Buvuma et la côte, éloignée de quelques centaines de mètres (OGWAL et KANGWAGYE, 1989). Dans un travail plus récent, réalisé également en Ouganda au bord du lac Victoria, ROGERS (1977) montre que les mouvements de cette glossine s'effectuent au hasard (fig. 33) et que la distance moyenne parcourue par jour est 338 mètres.

Ces travaux sont effectués dans des régions au contexte écologique et floristique particulier et de surcroît souvent dans des foyers de trypanosome humaine. Pour ces raisons, il est très probable que la distribution spatiale et la dispersion de cette même espèce en Centrafrique et en particulier dans une zone endémique de trypanosomoses bovines soient fortement dissemblables.

On peut noter à ce propos que les travaux concernant les déplacements des glossines en rapport avec les mouvements des bovins sont peu développés jusqu'à présent (WACHER *et al.*, 1987 ; WACHER, 1989 ; SNOW, 1992).

Bilan du chapitre III

Les insectes hématophages liés aux bovins et susceptibles d'intervenir dans la transmission des trypanosomes pathogènes sont les taons (13 espèces rencontrées pendant l'étude), les stomoxes (5 espèces) et les glossines (2 espèces : *G. f. fuscipes* et *G. fusca congolensis*).

Pour une étude standardisée de ces populations le mode d'échantillonnage est le piège bipyramidal.

G. fusca congolensis et les taons sont rarement capturés. En revanche, les stomoxes sont abondants et s'observent principalement au niveau de l'aire de repos du bétail bien que quelques individus soient capturés aux abreuvoirs et dans la savane environnante.

G. f. fuscipes est le vecteur présumé des trypanosomes aux bovins. Nous étudions essentiellement les aspects de son écologie qui peuvent avoir des conséquences importantes dans la compréhension de son rôle vecteur (densités des populations, structure d'âges, préférences trophiques, distribution spatiale et rythmes d'activité). Notre étude permet également d'apprécier l'intérêt de trois méthodes d'estimation de l'âge de cette espèce. Les aspects importants de l'écologie de *G. f. fuscipes* sont les suivants :

- une prédilection pour les galeries forestières,
- des densités apparentes fluctuantes, plus élevées en saison des pluies,
- un rajeunissement relatif des populations en saison sèche,
- un grand opportunisme alimentaire avec cependant une préférence nette pour les varan (32 % des repas) tandis que l'importance des repas de sang pris sur les bovins (10,4 % sur l'année) varie selon les régions et les saisons,
- une activité répartie sur toute la journée,
- une aptitude à la dispersion en saison des pluies, pouvant conduire quelques individus à l'aire de repos du bétail et aux mares temporaires, à plus de 1000 mètres de la rivière. Lors des déplacements, les glossines empruntent selon toute vraisemblance les sentiers aménagés par les bovins.

Contrairement aux stomoxes, *G. f. fuscipes* n'est pas étroitement liée aux bovins. Plutôt confinée aux abords des rivières, elle y trouve facilement toute sa nourriture, en particulier des varans. Nous essayons maintenant de vérifier si son écologie correspond bien à son comportement vectoriel.

CHAPITRE IV

CHAPITRE IV

Des trypanosomes...Le compartiment "parasite"

1. Introduction

Les trypanosomes pathogènes pour les bovins sont *Trypanosoma congolense* Broden, 1904, *T. vivax*, Ziemann, 1905 et dans une moindre mesure *T. brucei brucei* Plimmer et Bradford, 1899. Les zébus en Centrafrique hébergent aussi *T. theileri* Laveran, 1902, espèce non pathogène transmise par les tabanidae. *G. f. fuscipes* est susceptible d'abriter les trois espèces d'intérêt vétérinaire mais aussi d'autres espèces comme *T. grayi* Novy, 1906 et *T. simiae* Bruce *et al.*, 1912 que nous évoquons succinctement dans le paragraphe suivant. La position systématique de ces parasites est rappelée à la figure 36.

1.1. Cycle vital des trypanosomes

Au cours de leur vie, les trypanosomes subissent de profonds changements morphologiques, physiologiques et biologiques (MULLIGAN, 1970 ; VICKERMAN, 1985 ; MOLYNEUX et ASHFORD, 1983). La réalisation de leur cycle vital nécessite l'intervention de deux hôtes, l'un vertébré et l'autre invertébré. Le premier constitue l'hôte définitif, tandis que le second est un hôte intermédiaire qui assure de surcroît un rôle vecteur et un rôle de réservoir du parasite. Le cycle chez la glossine conduit, à partir de formes immatures prélevées chez le bétail, à la multiplication et à la production de formes matures infectantes pour le bétail. *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* et *T. b. brucei* appartiennent à la section des salivaria décrite par HOARE (1972), en raison de leur transmission par les pièces buccales des glossines. Le cycle de *T. vivax* est court, localisé à l'intérieur de la trompe et de l'oesophage de la glossine où cohabitent les formes immatures et matures (fig. 37). Chez *T. congolense*, les formes immatures se développent dans l'intestin moyen et migrent ensuite jusqu'à la trompe où l'on rencontre les formes infectantes (fig. 37). Le cycle de *T. b. brucei* est plus complexe puisqu'il comprend également une phase de maturation dans les glandes salivaires (fig. 37).

T. simiae réalise un cycle identique à celui de *T. congolense* (GASHUMBA *et al.*, 1986). Dans ce cas, l'hôte définitif est un suidae (fig. 38).

T. grayi est un trypanosome parasite du crocodile (HOARE, 1931 ; BUXTON, 1955). Le varan est aussi porteur de trypanosomes, probablement différents de *T. grayi* (DIRIE *et al.*, 1991). Devant l'incertitude systématique et pour des raisons de commodité, les trypanosomes de ces deux reptiles seront désormais regroupés dans ce travail sous la dénomination de *T. groupe grayi*. Le cycle est très différent des précédents (MOLYNEUX et ASHFORD, 1983 ; DIRIE *et al.*, 1991). En effet, la transmission ne se fait plus par injection dans le sang de l'hôte définitif, mais par les déjections de la glossine. Les formes immatures de ce trypanosome se rencontrent dans l'intestin moyen de la glossine, tandis que les formes matures se groupent dans l'intestin postérieur (fig. 38).

1.2. Position du problème

Contrairement à ce qui se passe dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique de l'Est où *T. brucei* (STEVENS et GODFREY, 1992), *T. vivax* (GARDINER, 1992) et *T. congolense* (GASHUMBA *et al.*, 1988) font l'objet de nombreux travaux, les trypanosomes présents en Centrafrique sont encore relativement mal connus, tant d'un point de vue infraspécifique qu'épidémiologique. Notre objectif est donc de rechercher ces parasites, chez les bovins et chez les glossines, et de les identifier. De cette connaissance, nous pourrions tirer les principaux arguments qui nous conduiront à la compréhension de l'épidémiologie de ces parasitoses. Toutefois, la détection et l'identification des trypanosomes revêtent encore des aspects controversés (DUKES *et al.*, 1991). En effet, ces objectifs sont encore largement dépendants des techniques employées. Au cours de ce chapitre, nous aurons l'occasion de débattre de l'importance des techniques disponibles pour répondre à ces objectifs.

2. Des trypanosomes chez les bovins

2.1. Méthodologie

En l'absence de symptômes cliniques pathognomoniques, le diagnostic des trypanosomoses chez les bovins repose sur l'observation de l'agent causal ou sur l'utilisation d'un test diagnostique (LUCKINS, 1992 ; DUVALLET *et al.*, 1993). L'examen de sang à l'état frais, ou bien fixé puis coloré (frottis, goutte épaisse) et les techniques de concentration des parasites (centrifugation en tube capillaire) sont les principales méthodes parasitologiques classiquement employées (MOLYNEUX,



73

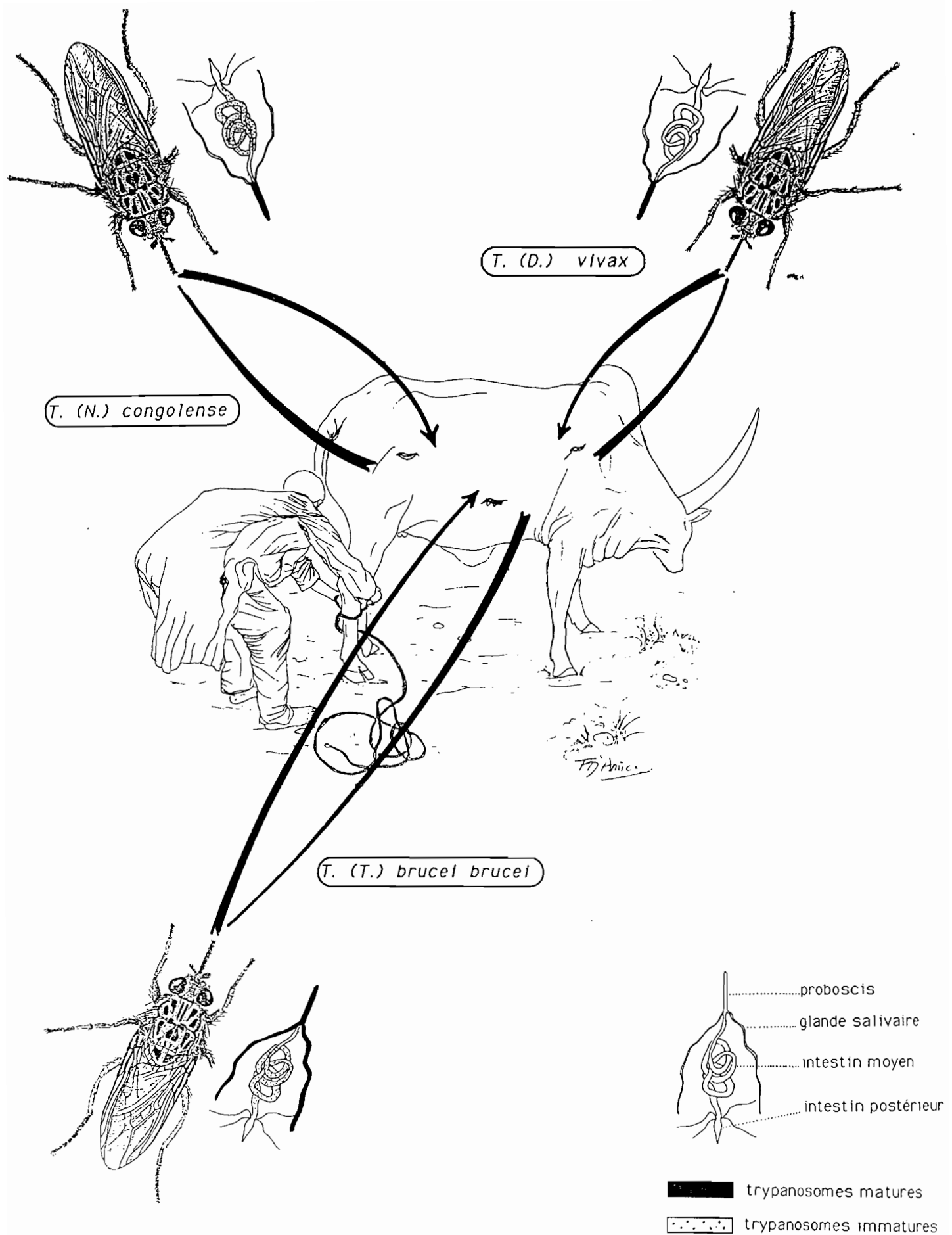


Figure 37 : Cycle vital de *T. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense*. Il implique un hôte définitif (ici un zébu Mbororo) et un insecte vecteur (ici *G. f. fuscipes*). La transmission se fait toujours par les pièces buccales de la glossine, à l'occasion d'un repas de sang. Chez la glossine, la localisation des trypanosomes matures et immatures est rappelée par le schéma du tractus digestif. Seul *T. brucei* passe par les glandes salivaires

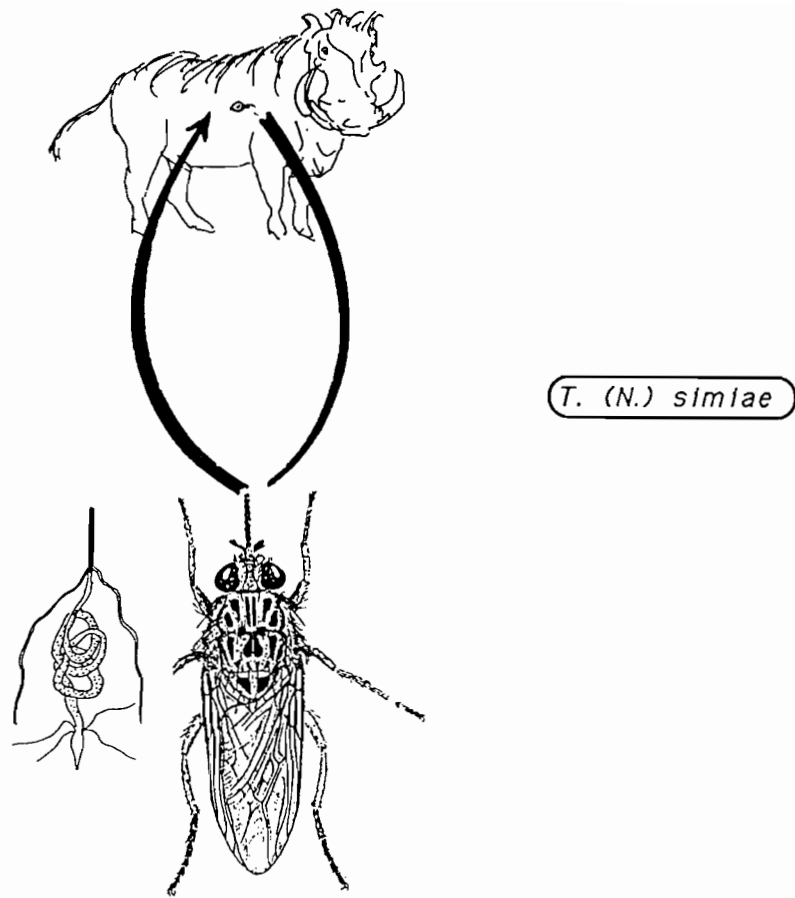
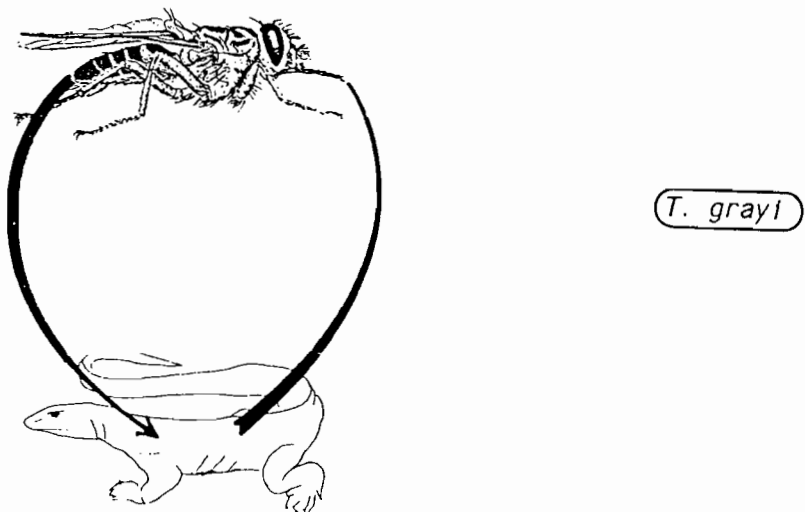


Figure 38 : Cycle vital de *T. simiae* et *T. groupe grayi*.

Le premier est un parasite de suidae (ici un phacochère) et son cycle est identique à celui de *T. congolense*. Le second est un parasite de reptiles (ici un varan) et la transmission se fait par écrasement de la glossine où à l'occasion de l'émission des fèces par la glossine.



1975 ; ITARD, 1981 ; NANTULYA, 1990). Parmi les tests diagnostiques, basés sur des principes immunologiques, figurent principalement les tests de fixation du complément (CFT), d'agglutination indirecte (IHAT), d'immunofluorescence indirecte (IFAT) et d'agglutination sur carte (CATT). La plupart sont utilisés pour la détection des trypanosomes chez l'homme (FREZIL, 1983). Les essais d'immuno-absorption enzymatique (ELISA) constituent une approche prometteuse, actuellement en plein essor (NANTULYA, 1990). Initialement appliquée à la détection des anticorps sériques, la technique ELISA est désormais appliquée à la détection des antigènes trypanosomiens circulant chez les animaux (NANTULYA et LINDQVIST, 1989 ; NANTULYA *et al.*, 1992).

Parmi cette large palette, quatre techniques de détection des trypanosomes ont été retenues pour notre étude. Avant de présenter les résultats obtenus avec ces techniques, nous rappelons leur principe.

2.1.1. Techniques parasitologiques microscopiques (annexe A-2)

2.1.1.1. Etalement de sang (frottis)

Une goutte de sang obtenue de la veine auriculaire est étirée rapidement sur une lame au moyen d'une autre lame placée obliquement. Sur le terrain, la préparation est séchée à l'air et fixée à l'alcool méthylique. De retour au laboratoire (Service d'Entomo-Protozoologie de l'Agence Nationale pour le Développement de l'Elevage en R.C.A.), la recherche des trypanosomes s'effectue au microscope, après une étape de coloration au May-Grünwald ou au Giemsa (ITARD, 1981).

2.1.1.2. Goutte épaisse

Une goutte de sang, provenant également de la veine auriculaire, est déposée sur une lame puis défibrinée. Après séchage complet à l'air libre, à l'abri des insectes et sans aucune fixation, la préparation est colorée au Giemsa dilué au laboratoire. Comme dans le cas précédent, les trypanosomes sont recherchés en microscopie optique, en utilisant un objectif à immersion x50 ou x100 (ITARD, 1981).

2.1.1.3. Centrifugation en tubes capillaire (CTC)

Contrairement aux deux précédentes, cette technique repose sur le principe de concentration préalable des parasites (MURRAY *et al.*, 1977). Celle-ci est obtenue par centrifugation à 12 000 tours/min pendant 3 minutes des échantillons, constitués de sang veineux prélevé à l'oreille et recueilli dans un microtube à hématocrite hépariné de 75 millimètres de long et 0,5 millimètres de diamètre intérieur. Après centrifugation, les trypanosomes se trouvent regroupés à l'interface plasma / globules rouges. Sous un délai de 15 minutes maximum, l'échantillon est examiné au microscope optique, après section du microtube au niveau de l'interface et dépôt entre lame et lamelle de la fraction d'éléments figurés qui contient les trypanosomes. Cette méthode permet de détecter directement sur le terrain les zébus malades. Elle présente en outre l'avantage de pouvoir estimer la valeur de l'hématocrite (chapitre VI, § 2.2.2.2.1.) qui est un paramètre zootechnique révélateur d'un état d'anémie, souvent lié à des affections trypanosomiennes.

2.1.2. Technique immunodiagnostique ELISA

Ce test de détection des antigènes circulants, mis au point par l'I.L.R.A.D. (International Laboratory for Researches on Animal Disease; Nairobi, KENYA), fait encore actuellement l'objet d'évaluations (DUVALLET, com. pers. ; GARDINER, com. pers.).

Le principe de cette technique repose sur l'utilisation d'anticorps monoclonaux spécifiques pour *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei*. Ils sont utilisés dans des tests ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay) pour capturer les antigènes circulants des trypanosomes présents chez le bétail (NANTULYA *et al.*, 1987 ; NANTULYA et LINDQVIST, 1989). La visualisation des antigènes utilise les mêmes anticorps monoclonaux conjugués à un composé dont la couleur est révélée après action enzymatique de la peroxydase (annexe A-4).

D'un point de vue méthodologique, sur le terrain, les échantillons sont obtenus à partir de 10 millilitres de sang prélevé à la veine caudale au moyen d'un vacutainer hépariné stérile. Après une centrifugation du sang à 2500 tours/min pendant 20 minutes, le sérum recueilli est rapporté dans un colis réfrigéré au laboratoire de l'A.N.D.E.. Une fraction est conservée en cryobanque à l'A.N.D.E. tandis qu'un autre lot est convoyé en France dans un colis réfrigéré (carboglace, - 20°C). Le test ELISA est appliqué au Laboratoire des Maladies à Vecteurs (Centre ORSTOM de Montpellier) à partir des anticorps monoclonaux fournis par l'I.L.R.A.D.

2.2. Résultats

2.2.1. Prévalences trypanosomiennes

Le taux de prévalence trypanosomienne (P) mesure la proportion de bêtes porteuses d'un ou plusieurs parasite(s) en un point particulier du temps. Dans notre travail, cet indice est calculé selon la formule :

$$P = \frac{\text{Nombre de zébus trouvés porteurs de trypanosomes à une date donnée}}{\text{Nombre total de zébus prélevés par troupeau à la même date}}$$

2.2.1.1. Résultats des examens microscopiques

2.2.1.1.1. Prévalence trypanosomienne globale

Toutes espèces confondues, le taux de prévalence chez les zébus non protégés par pièges est égal à 16,60 % (fig. 39).

2.2.1.1.2. Prévalences trypanosomiennes par espèces

Avec une prévalence de 12,9 %, l'espèce *T. vivax* est la plus souvent rencontrée chez le bétail. Les taux de prévalence de *T. congolense* et *T. b. brucei* atteignent respectivement 3,3 % et 0,8 % (fig. 39).

Parmi les zébus étudiés, les techniques parasitologiques détectent seulement 3 infections mixtes, correspondant à la cohabitation de deux espèces différentes de trypanosomes : une d'entre elles associe *T. vivax* et *T. b. brucei*, les deux autres révélant le couple *T. vivax* / *T. congolense*. Une infection multiple, correspondant à la présence simultanée des trois trypanosomes chez un même hôte, est observée (fig. 39).

2.2.1.1.3. Autres parasitoses

En outre, les techniques microscopiques permettent de détecter d'autres parasites, notamment *Trypanosoma theileri*, *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* et *Theileria mutans* et des microfilaires non identifiées (tableau E).

2.2.1.2. Résultats du test immunodiagnostique ELISA

2.2.1.2.1. Prévalence trypanosomienne globale

Toutes espèces confondues, le taux de prévalence chez les zébus non protégés par pièges est égal à 66,94 % (fig. 39).

2.2.1.2.2. Prévalences trypanosomiennes par espèce

La prévalence de *T. congolense* est la plus élevée, avec une valeur de 56,9 %. La prévalence de *T. b. brucei* atteint 34,8 %, celle de *T. vivax* est de 24,2 %. Les résultats sont donc différents de ceux révélés par les examens parasitologiques.

Par ailleurs, cette technique indique la présence d'associations d'espèces bien plus fréquentes que les techniques parasitologiques ne le laissent croire. Les prévalences des associations de deux espèces sont comprises entre 14,2 % (couple *T. b. brucei* / *T. vivax*) et 31,2 % (couple *T. b. brucei* / *T. congolense*). Enfin, 12,9 % des animaux abritent simultanément *T. b. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense*.

Cette technique révèle des prévalences très supérieures à celles obtenues avec les méthodes parasitologiques. Nous verrons plus loin comment peuvent s'expliquer de telles différences.

2.2.2. Evolution temporelle des prévalences trypanosomiennes

2.2.2.1. Techniques microscopiques

Au cours de l'année, les prévalences de *T. vivax* sont comprises entre 3 et 8% (tableau IV.9. - annexe B), avec un maximum de 42% chez le troupeau ANDE en octobre 1990. Pour *T. congolense* on enregistre des prévalences du même ordre de grandeur (autour de 5%), avec un maximum de 19,1%, chez le troupeau de Ardo Hodi, en octobre 1990. Les prévalences de *T. b. brucei* sont

Tableau E : Effectifs et prévalences des autres parasites sanguicoles parmi un effectif total de 779 zébus (troupeaux d'Ardo Hodi et A.N.D.E.) examinés en microscopie (frottis, goutte épaisse et centrifugation en microtubes).

Espèce	Effectifs	Prévalences (%)
<i>Trypanosoma theileri</i>	7	0,89
<i>Anaplasma marginale</i>	5	0,64
<i>Babesia bovis</i>	52	6,67
<i>Theileria mutans</i>	7	0,89
microfilaires	32	4,11

Méthodes parasitologiques

- frottis
- goutte épaisse
- concentration en microtubes

Méthode immunodiagnostique

- détection des antigènes circulants par ELISA

Prévalence globale :

16,63 %

66,94 %

Prévalence par espèces :

0,83 %
13,72 %
3,32 %

T. b. brucei
T. vivax
T. congolense

34,79 %
24,17 %
56,88 %

0,21 %
0 %
0,42 %

T. b. brucei / *T. vivax*
T. b. brucei / *T. congolense*
T. vivax / *T. congolense*

14,17 %
31,25 %
17,71 %

0,21 %

T. b. brucei / *T. vivax* / *T. congolense*

12,92 %

Figure 39 : Comparaison des prévalences trypanosomiennes révélées par les techniques parasitologiques et immunodiagnostiques ELISA.
Les résultats portent sur un même lot de zébus (n = 480) issus de deux troupeaux différents (A.N.D.E. et Ardo Hodi) non protégés par pièges bipyramidaux .

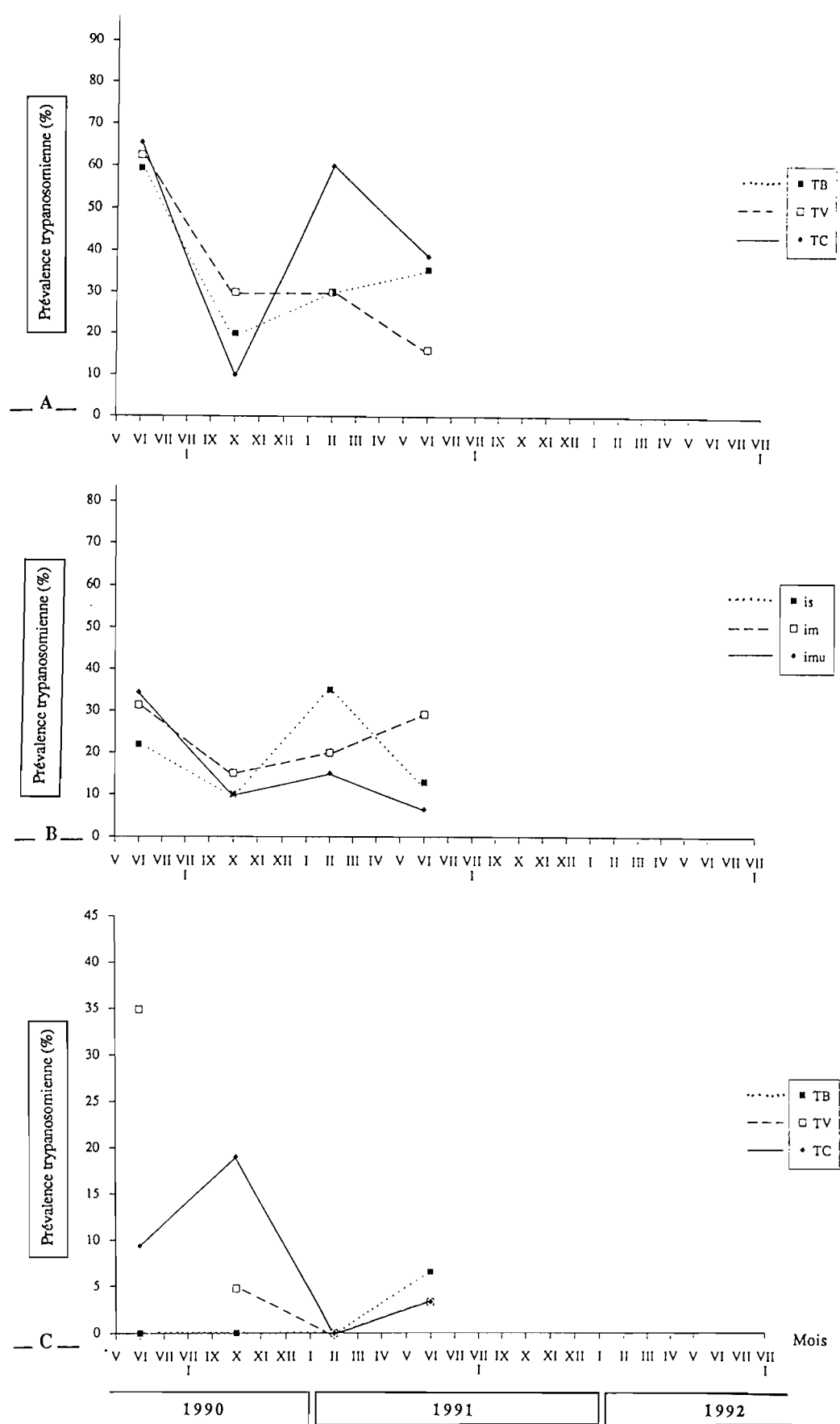


Figure 40 : Evolution des prévalences trypanosomiennes chez le troupeau d'Ardo Hodi, entre juin 1990 et juin 1991. A). Résultats obtenus avec la technique de détection des antigènes trypanosomiens circulants (ELISA). Légende: TB: *T. b. brucei*., TV: *T. vivax*et TC: *T. congolense*.. B). Evolution des infections simples (is), dues à une espèce de trypanosome, mixtes (im) liées à deux espèces et multiples (imu), impliquant les trois espèces, révélées par la technique ELISA et C). Résultats obtenus avec les trois techniques parasitologiques confondues.

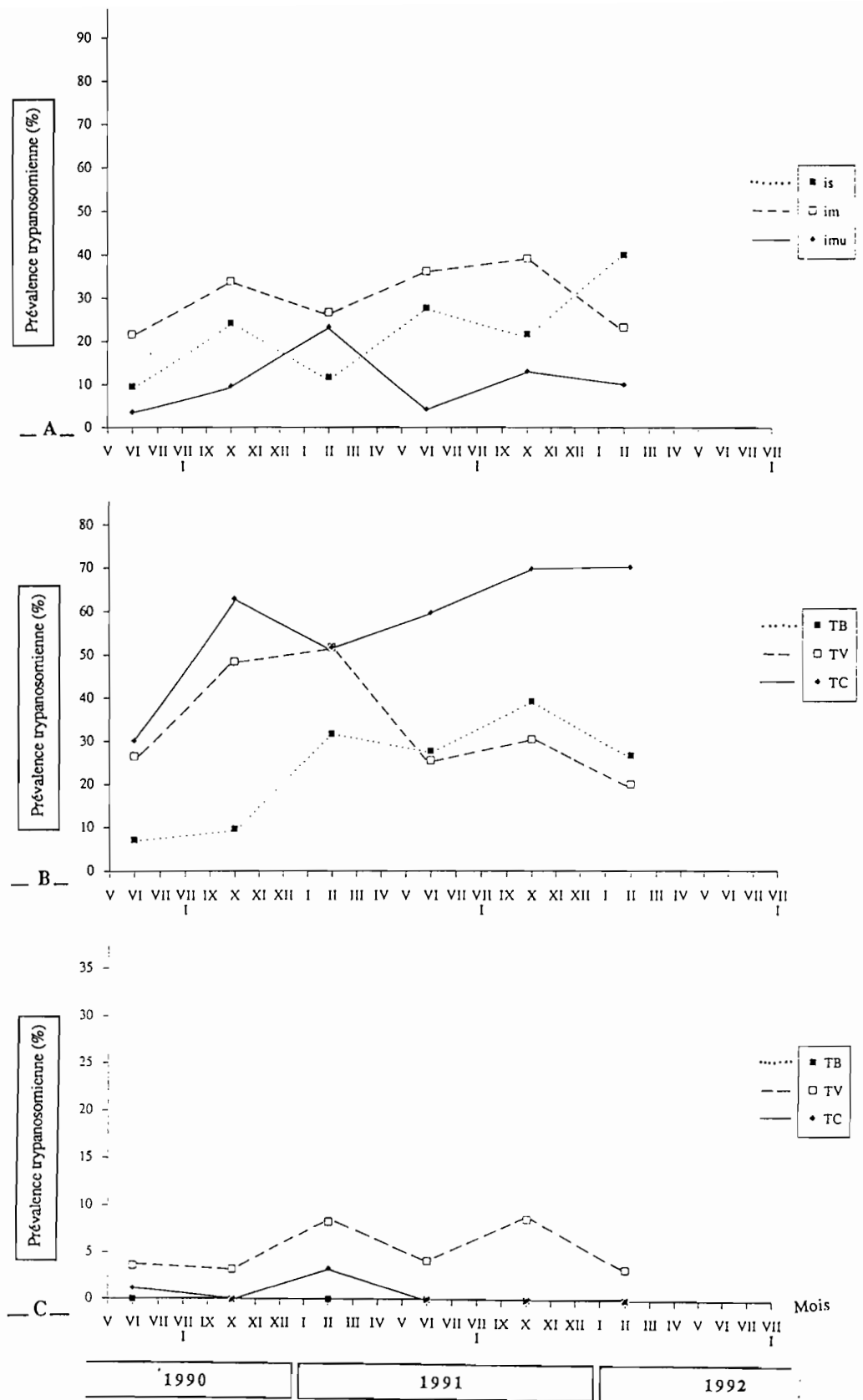


Figure 41 : Evolution des prévalences trypanosomiennes chez le troupeau d'Ardo Sae, entre juin 1990 et février 1992. A). Résultats obtenus avec la technique de détection des antigènes trypanosomiens circulants (ELISA). Légende: TB: *T. b. brucei*, TV: *T. vivax* et TC: *T. congolense*. B). Evolution des infections simples (is), dues à une espèce de trypanosome, mixtes (im) liées à deux espèces et multiples (imu), impliquant les trois espèces, révélées par la technique ELISA et C). Résultats obtenus avec les trois techniques parasitologiques confondues.

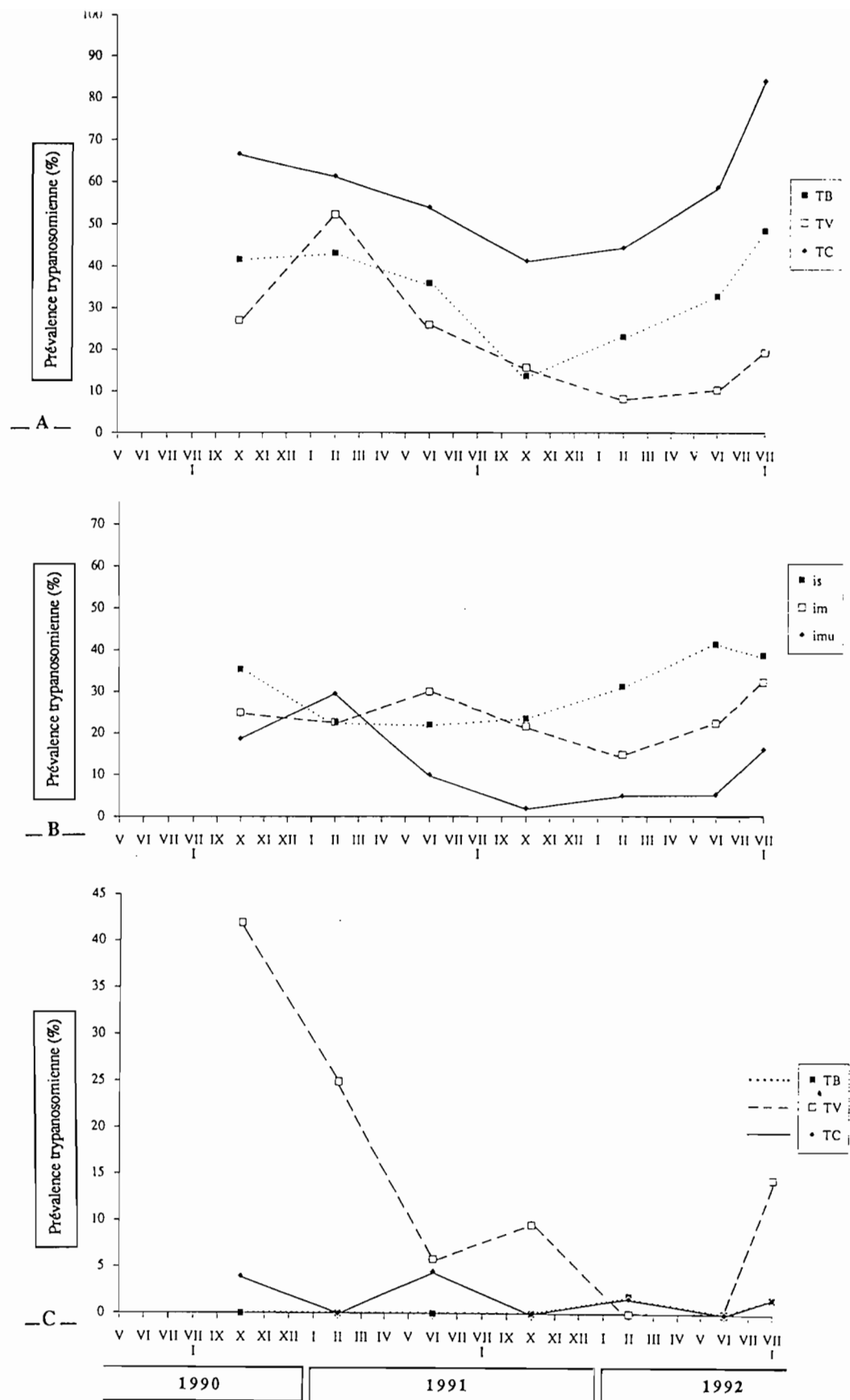


Figure 42 : Evolution des prévalences trypanosomiennes chez le troupeau ANDE, entre octobre 1990 et août 1992. A). Résultats obtenus avec la technique de détection des antigènes trypanosomiens circulants (ELISA). Légende: TB: *T. b. brucei*., TV: *T. vivax*et TC: *T. congolense*.. B). Evolution des infections simples (is), dues à une espèce de trypanosome, mixtes (im) liées à deux espèces et multiples (imu), impliquant les trois espèces, révélées par la technique ELISA et C). Résultats obtenus avec les trois techniques parasitologiques confondues.

généralement nulles ou très faibles (moins de 2%), la valeur maximale calculée étant 6,5%, chez le troupeau de Ardo Hodi en juin 1991.

2.2.2.2. Technique immunodiagnostique

Les prévalences de *T. b. brucei* oscillent entre 13,7 et 59,4%, celles de *T. vivax* sont comprises entre 8,20 et 62,5%, celles de *T. congolense* entre 30 et 83,9% (tableau IV.9. - annexe B). Aucune prévalence nulle n'est rencontrée.

2.2.2.3. Discussion

L'observation des courbes d'évolution temporelle des prévalences ne dénote pas l'existence de tendances saisonnières bien marquées (fig. 40, 41 et 42). Le cas du troupeau A.N.D.E. est particulier puisque l'évolution des infections paraît lié à l'intensité des traitements effectués. De octobre 1990 à octobre 1991, pendant la période de traitements trypanocides, on note une diminution globale des infections à *T. congolense*, *T. brucei* et *T. vivax* (sauf en février 1991). A partir d'octobre 1991, avec la réduction de la chimiothérapie au Bérénil, les prévalences augmentent rapidement pour dépasser la valeur de 80% dans le cas de *T. congolense*. Cependant, pour *T. vivax*, bien qu'une hausse des prévalences s'observe, les valeurs restent à un niveau bas, de l'ordre de 20% , c'est-à-dire inférieur au niveau en première période. Chez Ardo Hodi, les chutes exceptionnelles décelées en octobre 1990 et juin 1991 sont peut-être liées à des traitements effectués par l'éleveur à notre insu.

L'analyse statistique (annexe C) montre que la saison n'influe pas sur les infections trypanosomiennes chez les troupeaux non protégés par pièges, sauf en ce qui concerne *T. brucei* et le couple de parasites *T. brucei* / *T. congolense*.

Pour l'heure, même si les résultats indiquent une variation profonde des prévalences en fonction du temps, il est difficile de déceler une variation saisonnière de celles-ci.

2.2.3. Influence de différents paramètres sur les infections trypanosomiennes chez les bovins

2.2.3.1. Sexe des zébus

Chez les zébus Mbororo, comme chez les taurins Baoulés, le sexe des animaux ne semble pas affecter les prévalences trypanosomiennes. Que l'on considère les infections simples, mixtes ou multiples, l'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence entre les prévalences chez les mâles et chez les femelles (annexe C).

2.2.3.2. Age des zébus

Le facteur âge intervient de façon prépondérante dans l'acquisition des infections trypanosomiennes. La technique ELISA de détection des antigènes trypanosomiens montre que, quelle que soit l'espèce de trypanosome, les prévalences les plus faibles s'observent chez les veaux pendant leur première année et qu'elles augmentent avec l'âge (tableau F). L'emploi des techniques parasitologiques indique que les prévalences de *T. congolense* augmentent avec l'âge : nulles chez les veaux, elles s'élèvent à 6,1 % chez les individus de plus de 3 ans. A l'opposé, les prévalences de *T. vivax* diminuent avec l'âge : elles s'abaissent de 20 % chez les veaux à 9,3 % chez les adultes. Si l'on associe les deux méthodes, les prévalences globales s'accroissent avec l'âge.

2.2.3.3. Site pastoral

L'analyse statistique (annexe C) montre que le site pastoral n'affecte pas les infections trypanosomiennes, à l'exception des infections à *T. vivax* et au couple *T. brucei* / *T. vivax*.

2.2.3.4. Race bovine

Les infections trypanosomiennes varient fortement avec la race de bovin. Aucune infection n'est détectée par les méthodes d'examen microscopique chez les taurins Baoulés (élevage Ndemayo). En revanche, la technique immunodiagnostique montre que les taurins, comme les zébus, hébergent les trois trypanosomes. Dans la même zone d'élevage (fig. 43) les prévalences enregistrées en Octobre 1991 et Février 1992 chez les taurins baoulés sont toujours inférieures à celles relevées chez les zébus Mbororo aux mêmes périodes : 10,53% en octobre chez les taurins contre 52,94% chez les zébus, et 22,50% contre 52,46% respectivement en février. En outre, les proportions relatives des trois espèces varient légèrement avec la race. La prépondérance de *T. congolense* notée chez les zébus n'existe pas chez les taurins.

Tableau F

Prévalences trypanosomiennes dans les diverses classes d'âge chez les zébus .

Comparaison des résultats obtenus avec les méthodes microscopiques (frottis, goutte épaisse et concentration en tubes capillaire) et immunodiagnostique (ELISA)

Les prévalences globales (toutes espèces confondues) sont obtenues en associant toutes les méthodes de détection des trypanosomes.

(n = effectif par classes d'âge)

Prévalences par espèces (%)									Prévalences globales (%)	
Techniques microscopiques					Technique ELISA					
Classes d'âge	n	<i>T. b. brucei</i>	<i>T. vivax</i>	<i>T. congolense</i>	n	<i>T. b. brucei</i>	<i>T. vivax</i>	<i>T. congolense</i>	n	<i>Trypanosoma spp.</i>
0 à 1 an	80	0	20	0	81	24,7	12,4	44,4	80	55
1 à 3 ans	152	1,97	17,8	1,3	152	30,3	18,4	50,7	150	64
plus de 3 ans	247	0,4	9,3	6,1	247	40,9	31,6	64,8	245	77,1
Total :	479				480				475	

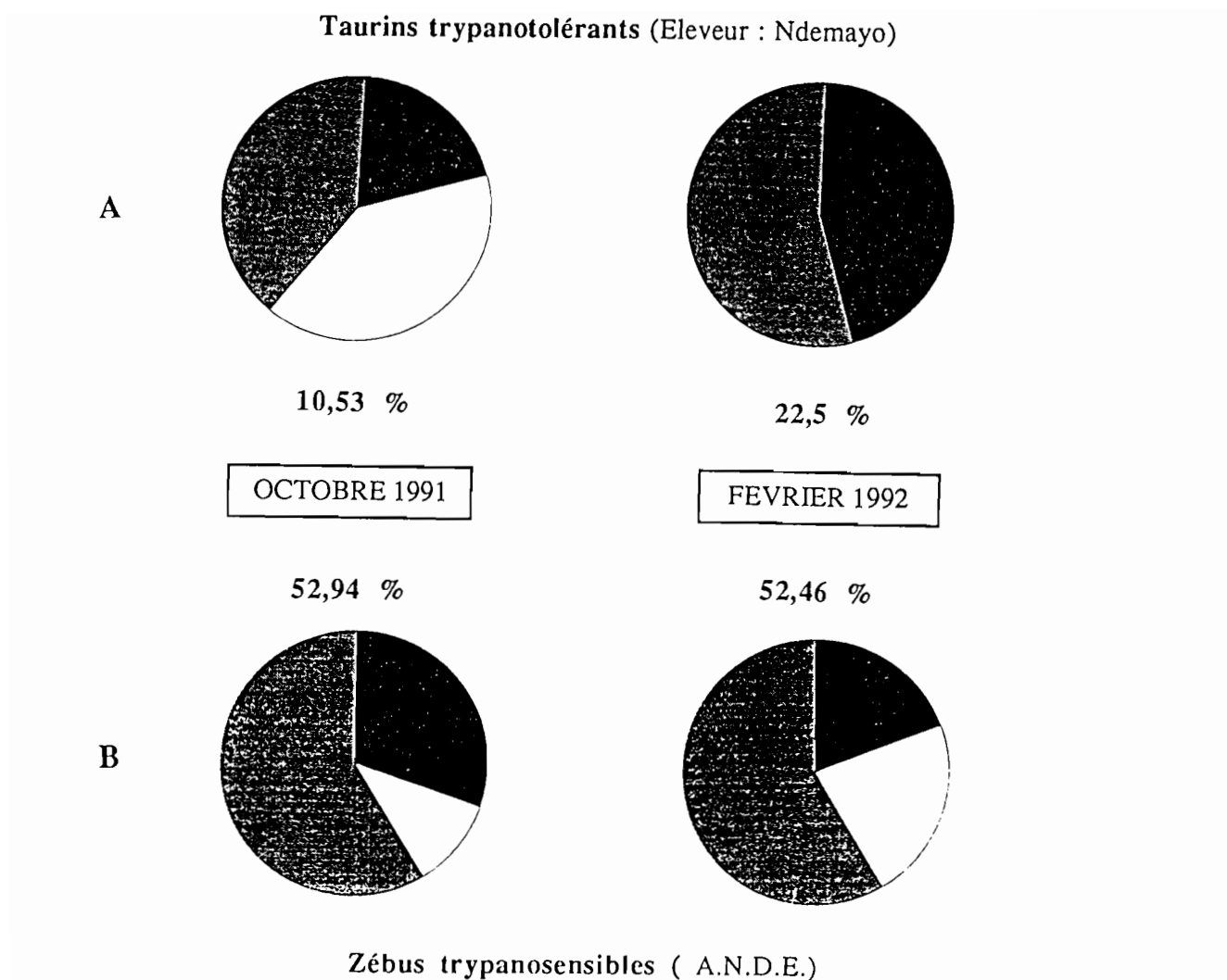
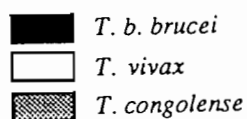


Figure 43: Comparaison des infections trypanosomiennes (technique ELISA) chez deux troupeaux de race différente soumis à une même pression glossinaire, en fin de saison des pluies (octobre 1991) et en saison sèche (février 1992).

Les prévalences chez les Baoulés trypanotolérants sont inférieures à celles relevées chez les zébus trypanosensibles. La proportion des trypanosomes est aussi très différente. En l'absence de traitements trypanocides chez les Baoulés, l'augmentation de prévalence en saison sèche s'explique probablement par un changement de comportement des taurins.



2.3. Discussion

Les résultats relatifs, d'une part, à la détection et à l'identification des trypanosomes circulant chez les bovins et, d'autre part, aux prévalences nous amènent à réfléchir sur trois constatations :

2.3.1. Des techniques différentes apportent des résultats différents

Nos travaux montrent que, par rapport à la technique de détection des antigènes circulants (ELISA), les différentes techniques parasitologiques employées ne révèlent qu'un nombre limité d'infections. La sensibilité comparée des techniques parasitologiques de détection des trypanosomes est étudiée en détail par MOLYNEUX (1975) et PARIS *et al.* (1982). D'après ces travaux, la technique de concentration des parasites par microcentrifugation (MURRAY *et al.*, 1977) est plus performante que celles de la goutte épaisse et du frottis en raison de sa plus haute sensibilité et parce qu'elle est plus apte à identifier les espèces. Expérimentalement, il est prouvé que ces techniques parasitologiques détectent précisément *T. congolense* et *T. vivax* à condition que ces parasites soient abondants dans l'échantillon sanguin. Ces méthodes sont peu aptes à détecter *T. b. brucei*, qui a souvent une localisation tissulaire et non sanguine (MOLYNEUX et ASHFORD, 1983). En définitive, dans le meilleur des cas, le nombre minimum de parasites détectés par millilitres de sang est égal à 2,5. 10² pour *T. congolense*, 5. 10² pour *T. vivax* et 5. 10³ pour *T. b. brucei*. Quelques améliorations à ces méthodes sont proposées. Parmi elles, figure la technique de la double microcentrifugation (VERY *et al.*, 1990), mais elle s'avère lourde à mettre en oeuvre sur le terrain.

Les limites de ces méthodes parasitologiques conduisent à envisager l'utilisation de nouveaux outils plus performants, notamment la technique immunodiagnostique de détection des antigènes circulants par ELISA (LUCKINS et MEHLITZ, 1978 ; RAE et LUCKINS, 1984 ; NANTULYA *et al.*, 1987). A partir d'infections expérimentales à *T. congolense* réalisées chez des bovins et des chèvres, MASAKE et NANTULYA (1991) montrent que cette technique, par rapport aux méthodes parasitologiques, s'avère d'une très grande sensibilité et spécificité. En effet, ils indiquent que 80 à 90% des infections peuvent échapper à l'observateur utilisant des méthodes parasitologiques, alors que la technique ELISA a une sensibilité de 82,5% chez le bétail et 94,3% chez les caprins. En définitive, la sensibilité de l'ELISA à la détection de *T. congolense* est au moins quatre fois supérieure à celle de la meilleure technique parasitologique. D'autres travaux confirment cette observation, chez la même espèce de trypanosome (JONGEJAN *et al.*, 1988) et chez d'autres espèces (CONNOR et HALIWELL, 1987 ; NANTULYA et LINDQVIST, 1989 ; NANTULYA *et al.*, 1987 ; 1992 ; NITCHEMAN *et al.*, 1991 ; CAVALEYRA, 1992 ; DUVALLET, com. pers.). Actuellement, l'évaluation de cette méthode dans différents contextes expérimentaux continue, sous la supervision de l'I.A.E.A. et de l'I.L.R.A.D. (GARDINER, com. pers.).

La différence de sensibilité existant entre les techniques parasitologiques et immunodiagnostiques découle du fait que celles-ci ne mesurent pas les mêmes phénomènes. Les premières identifient seulement les trypanosomes présents dans le sang périphérique tandis que les secondes détectent les antigènes solubles des trypanosomes en cours de lyse, quelle que soit leur localisation (MASAKE et NANTULYA, 1991). De la même manière, la présence de faux-négatifs (individus trouvés négatifs en ELISA mais chez qui des trypanosomes sont vus en microscopie) s'explique simplement par le fait qu'aux stades précoces de la maladie, les antigènes sont encore absents ou rares dans la circulation périphérique. De ce fait, il est désormais préconisé d'utiliser en association la technique ELISA et au moins une technique parasitologique (MASAKE et NANTULYA, 1991 ; LUCKINS, 1992). La supériorité de la première reste cependant indiscutable, pour sa sensibilité, sa spécificité, sa reproductibilité et pour son aptitude à déceler des infections mixtes et multiples.

Nos travaux sont en accord avec les faits énoncés dans la littérature. Dans la zone d'Ouro-Djafoun, l'emploi de la technique ELISA pour la détection des antigènes circulants rehausse d'un facteur 10, parfois plus, les valeurs des prévalences initialement révélées par la parasitologie. De la même manière, sans l'application de cette technique, l'importance des infections mixtes et multiples aurait été ignorée. Nous verrons l'importance de ces observations sur la compréhension de l'épidémiologie des trypanosomoses dans cette zone.

2.3.2. Beaucoup de bovins sont porteurs de trypanosomes

Jusqu'à présent, en l'absence de la technique de détection des antigènes circulants par ELISA, les prévalences chez les bovins paraissaient relativement faibles. Dans d'autres contextes épidémiologiques, la plupart des auteurs utilisant des techniques parasitologiques, obtiennent des prévalences globales généralement comprises entre 5% (MIHOK *et al.*, 1992 ; OKECH *et al.*, 1991) et 20 % (DOKO *et al.*, 1991). Par ailleurs, selon les régions, la proportion des trypanosomes change. Au Bénin, *T. congolense*

et *T. vivax* sont également dominants (DOKO *et al.*, 1991). En Ouganda, *T. congolense* est le parasite le plus fréquent (MIHOK *et al.*, 1992), tandis que *T. vivax* apparaît l'espèce majoritaire au Burkina Faso (BAUER *et al.*, 1988a) et au Nigeria (AHMED et AGBEDE, 1991). Au Kenya, *T. brucei* est l'espèce la plus fréquente (OKECH *et al.*, 1991). En R.C.A., nos travaux corroborent ceux de LE GALL *et al.* (1992b) concluant à la nette dominance de *T. vivax*, telles que le révèlent les techniques parasitologiques.

L'avènement de la technique ELISA bouleverse toutes nos conceptions. Bien que les études épidémiologiques basées sur son utilisation soient encore rares, les prévalences obtenues avec ce test sont en effet multipliées par un facteur 5 ou plus. Ainsi, par cette technique, TURKSON (1991) au Ghana, estime à 50,4% la prévalence globale de *T. vivax*, à 14,5% celle de *T. brucei* et 3,1% celle de *T. congolense*. Nous avons vu qu'en R.C.A., les prévalences approchent 60 à 80% selon les espèces.

Que traduisent alors ces forts taux de prévalence chez les bovins?

Ils indiquent généralement l'existence d'un grand nombre d'individus trouvés porteurs de trypanosomes par le test ELISA, souvent sans qu'aucun trypanosome ne soit mis en évidence par examen microscopique. Ceux-ci sont qualifiés d'individus "antigénémiques" (TRAIL *et al.*, 1991 et 1992 ; ILRAD, 1992). De nombreux chercheurs se demandent si ces individus ne sont pas tout simplement des "faux-positifs". Cette hypothèse, qui invaliderait l'intérêt de cette technique, est réfutée par le fait qu'expérimentalement, l'épreuve du xénodiagnostic confirme bien la présence des trypanosomes : des glossines nourries sur un lot d'animaux "antigénémiques" sont capables d'ingérer des trypanosomes au cours de leur repas et de les transmettre à d'autres animaux (ILRAD, 1992). Il est donc probable que ces hautes prévalences traduisent une réalité biologique et révèlent un état de prémunition, une aptitude à l'auto-guérison ou une certaine trypanotolérance chez les bovins. Le test ELISA de détection des antigènes circulants est désormais utilisé à la caractérisation de la trypanotolérance chez les taurins (TRAIL *et al.*, 1992) et chez les zébus trypanosensibles également (MURRAY *et al.*, 1982). L'existence de races plus aptes à maîtriser les infections trypanosomiennes est suggérée. Au Kenya, les zébus Orma Boran s'avèrent en effet moins sensibles aux trypanosomes que les Galana Boran ou d'autres races proches de zébus (ISMAEL *et al.*, 1985 ; NJOGU *et al.*, 1985 ; DOLAN *et al.*, 1988). On peut supposer alors que l'existence de prévalences élevées chez les zébus Mbororo de Centrafrique traduit peut-être l'acquisition progressive d'une aptitude à mieux contrôler la parasitémie due aux trypanosomes locaux.

2.3.3. Les facteurs influant les infections trypanosomiennes sont nombreux

La race bovine influe sur la prévalence des infections trypanosomiennes. En effet, quelle que soit la technique de dépistage employée, les taurins Baoulés apparaissent toujours moins infectés par les trypanosomes (fig. 43). Ce fait est connu depuis longtemps et il est lié à la capacité génétique des races trypanotolérantes à contrôler la parasitémie trypanosomienne (revu par MURRAY *et al.*, 1990 ; PALING *et al.*, 1991 ; AUTHIE, 1993).

En Ethiopie, contrairement à ce que nous observons en R.C.A., les zébus mâles sont significativement plus infectés que les femelles (ROWLANDS *et al.*, 1993). Cette différence s'explique peut-être par la grande disparité existant dans les pratiques pastorales. En Ethiopie, les zébus évoluent dans un système sédentaire villageois, les taureaux étant de plus souvent utilisés pour la traction, cause de stress. Les activités pastorales sont donc différentes selon le sexe. En Centrafrique, les deux sexes de zébus évoluent conjointement (chapitre II) et sont donc exposés au même risque trypanosomien (chapitre V) ce qui pourrait expliquer l'absence de différences dans les taux d'infection.

L'âge est un facteur déterminant dans l'acquisition des infections trypanosomiennes. L'utilisation de techniques parasitologiques microscopiques montre qu'en Ethiopie, chez les mêmes zébus que précédemment, les prévalences trypanosomiennes liées à *T. congolense* et *T. vivax* augmentent avec l'âge (ROWLANDS *et al.*, 1993). Chez des taurins N'Dama et Baoulés, les prévalences des mêmes parasites sont les plus élevées chez les veaux de 0 à 3 mois au Mali (DIALLO *et al.*, 1992) comme en Côte-d'Ivoire (MISHRA *et al.*, 1979 ; CAMUS, 1981). En revanche, chez les zébus et les métis taurins / zébus, il n'existe pas de différences dans les infections selon l'âge. A Ouro-Djafoun, nous montrons que les veaux sont plus infectés par *T. vivax* et moins par *T. congolense* que les adultes. Comment expliquer cette variété de situations? Là encore, nous pouvons évoquer le rôle des pratiques pastorales. En Centrafrique, en effet, l'existence d'une conduite pastorale différente chez les veaux et chez les adultes (chapitre II) aboutit à une exposition au risque trypanosomien différente, comme nous le verrons au cours du chapitre V. Il faut également souligner que dans les différents contextes épidémiologiques cités, les espèces de glossines impliquées et leur comportement vectoriel sont différents.

Il est encore difficile d'apprécier le rôle des facteurs liés au site d'élevage et à la saison (fig. 40, 41 et 42). Il est possible que les traitements trypanocides réalisés par les éleveurs, en introduisant un

biais important, masquent l'impact réel de ces facteurs sur la transmission de ces parasitoses. Le cas du troupeau A.N.D.E. illustre bien ce fait puisque l'allure des courbes d'évolution des prévalences traduit l'importance des traitements effectués (fig. 42). L'existence de souches trypanosomiennes résistantes à certains trypanocides mérite d'être signalée. En effet, ce phénomène de résistance introduit également un biais non négligeable dans l'analyse des facteurs épidémiologiques (CLAUSEN *et al.*, 1989 ; CODJIA, 1993).

En définitive, bien que soulevant encore de nombreuses incertitudes et questions, le présent travail souligne d'ores et déjà l'importance probable des pratiques pastorales en tant que facteur épidémiologique. Nous reviendrons sur ce sujet au cours du chapitre V.

3. Des trypanosomes chez les insectes

3.1. Méthodologie

La recherche des trypanosomes chez la glossine se fait par dissection des différents organes susceptibles d'héberger les parasites durant leur cycle. Classiquement, la trompe, les glandes salivaires et l'intestin sont isolés de la glossine fraîchement tuée (LLOYD et JOHNSON, 1924). La trompe est dilacérée, afin de séparer complètement les trois éléments constitutifs, le labre, le labium et l'hypopharynx (annexe A-1). Ces organes sont ensuite disposés entre lame et lamelle, dans un milieu vital (solution de NaCl à 0,9 %). L'examen des préparations se fait au microscope optique, à un grandissement compris entre x50 et x400. L'identification des trypanosomes s'effectue essentiellement selon leur localisation (tableau L).

Lorsque les trypanosomes s'observent à l'intérieur de l'hypopharynx, l'infection est dite mature, puisque transmissible et directement infectieuse (LLOYD et JOHNSON, 1924 ; BUXTON, 1955 ; MULLIGAN, 1970).

En revanche, la présence de trypanosomes uniquement dans l'intestin traduit une infection immature. Dans ce cas, l'identification spécifique n'est guère aisée, voire impossible. Elle peut être attribuée indistinctement à l'une de nos trois espèces de trypanosomes mais aussi à *T. groupe grayi*, parasite de reptiles sur lequel nous reviendrons plus en détail ultérieurement.

3.2. Taux d'infection trypanosomienne chez la glossine

3.2.1. Définition

Au sein d'une population de glossines, le taux d'infection trypanosomienne se définit comme la proportion de glossines porteuses de trypanosomes. Pour les raisons évoquées au-dessus, nous distinguerons les taux d'infection liés aux infections matures de ceux correspondant à des infections immatures. Comme nous le verrons, leur interprétation en termes épidémiologiques diffère beaucoup.

3.2.2. Résultats chez *G. f. fuscipes*

3.2.2.1. Taux d'infection globaux

Sur notre site de référence, entre février 1991 et août 1992, 2491 individus de l'espèce *G. f. fuscipes* ont été capturés et disséqués pour la détection des trypanosomes. Parmi ce lot et indépendamment du sexe des insectes, 319 hébergeaient des trypanosomes. Le taux d'infection global est donc égal à 12,8 %. Seulement 0,6 % relèvent d'infections matures, le reste (12,2 %) traduisant des infections immatures ou dûes à *T. grayi*.

3.2.2.2. Taux d'infection par espèces de trypanosomes

Par ordre décroissant de fréquence d'apparition, les infections rencontrées sont du type *T. congolense* (0,3% des cas), *T. vivax* (0,2%) et *T. b. brucei* (0,1%).

3.2.2.3. Taux d'infection selon le sexe de la glossine

En ce qui concerne les infections matures, le taux observé chez les femelles (0,9 %) est significativement plus grand que chez les mâles (0,2 %) (annexe C). Les taux d'infections immatures, à peine plus élevés chez les femelles, ne sont pas significativement différents de ceux notés chez les mâles (annexe C).

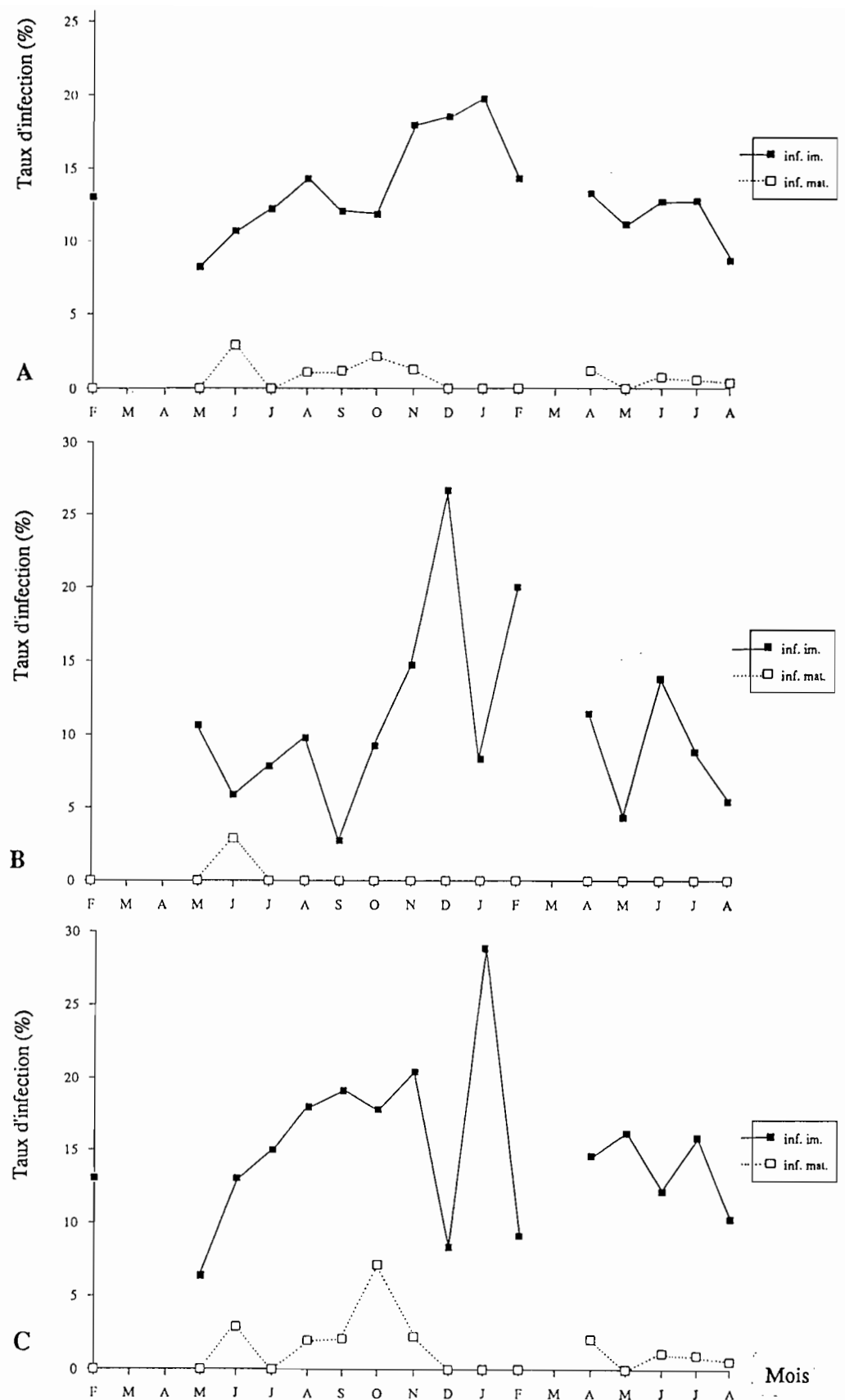


Figure 44 : Evolution des taux d'infection trypanosomienne au sein de la population de *G. f. fuscipes*. au niveau de l'abreuvoir Mbonou-pont. **A-** Mâles et femelles confondues , **B-** Mâles seuls et **C-** Femelles seules. Les infections immatures sont représentés par des carrés noirs, celles matures par des carrés blancs.

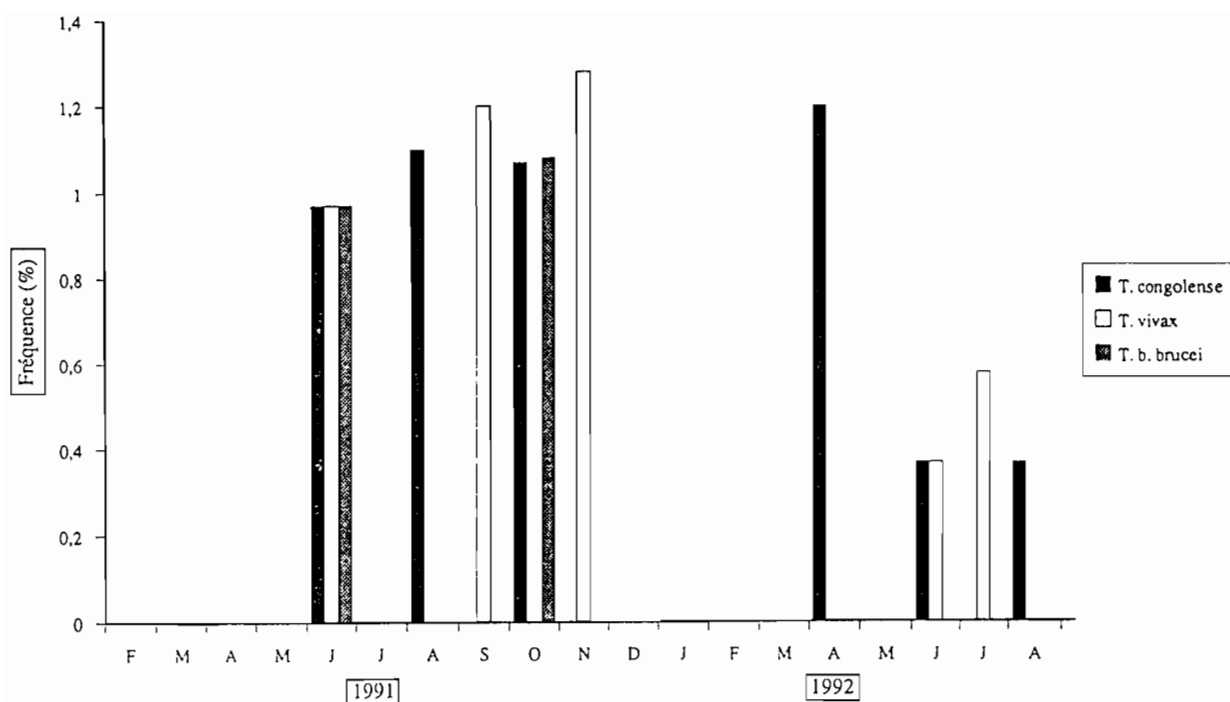


Figure 45 : Evolution des taux d'infection matures à *T. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* chez une population de *G. f. fuscipes* , à l'abreuvoir Mbonou-pont (élevage A.N.D.E.) entre février 1991 et août 1992.

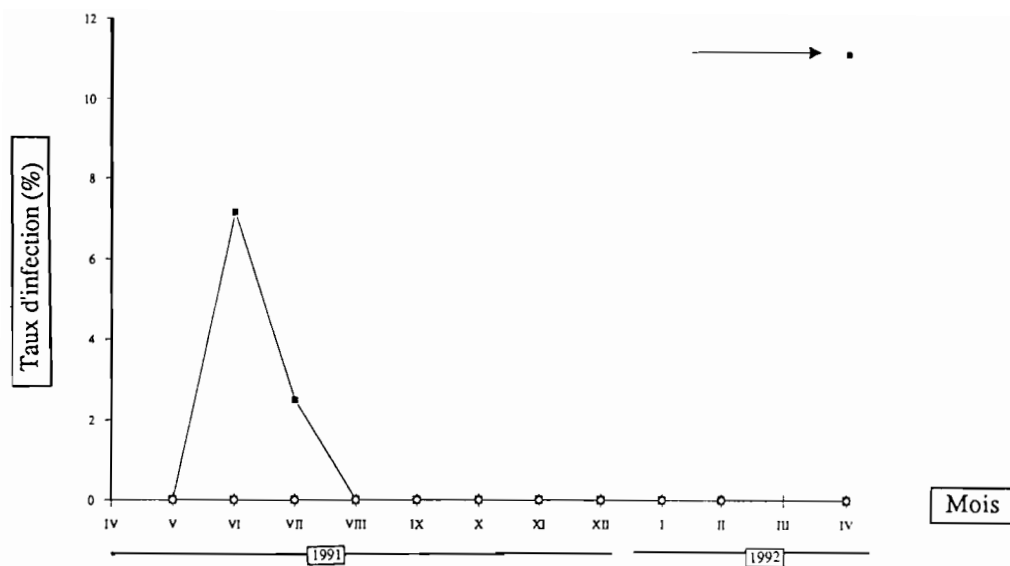


Figure 46 : Evolution des taux d'infection trypanosomiens chez une population de *G. f. fuscipes* dans une situation de contrôle par piégeage, chez l'éleveur Ardo Sae. Seules des infections immatures sont observées, uniquement sur la rivière Iby.

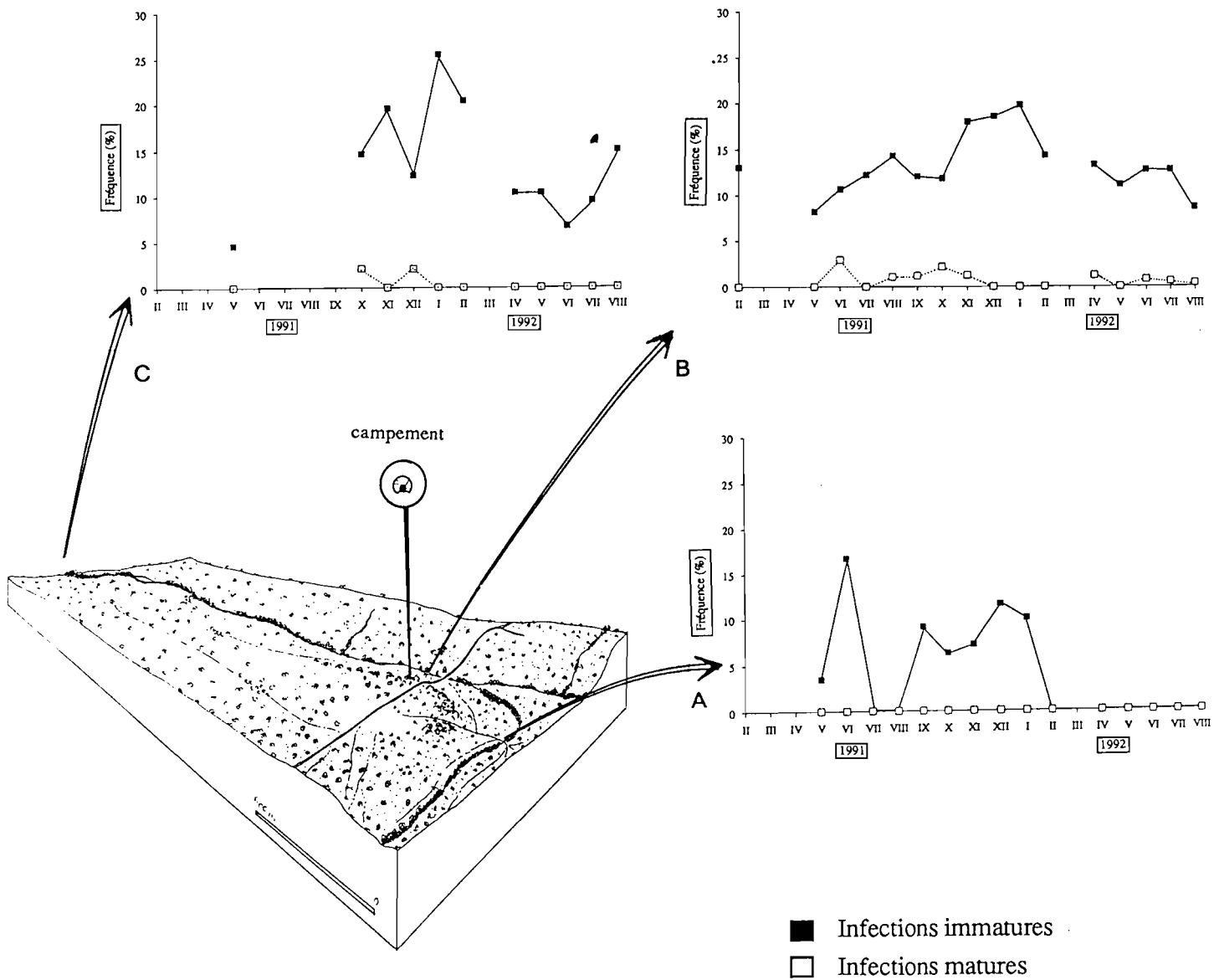
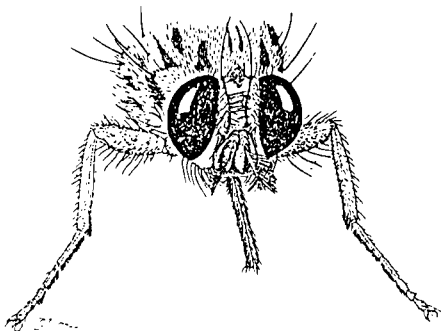


Figure 47 : Evolution des taux d'infection immatures et matures à *T. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* chez une population de *G. f. fuscipes* , en trois sites différents de l'espace pastoral de l'élevage ANDE. A- abreuvoir Bandapa, fréquenté par le troupeau adulte, B- abreuvoir Mbonou-pont, fréquenté par les veaux et C- abreuvoir non fréquenté seulement par d'autres troupeaux en transhumance.



3.2.2.4. Taux d'infection selon les sites

Une étude réalisée de juin 1990 à février 1991 auprès de 13 élevages de la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun (BLANC, com. pers.) indique que les taux d'infection maximaux sont enregistrés sur le site d'élevage de l'A.N.D.E. Nos travaux montrent que sur ce site, les taux d'infection chez les glossines capturées au niveau de 3 abreuvoirs différents sont différents (fig. 47). En effet, aucune infection mature n'est relevée à l'abreuvoir Bandapa, pourtant régulièrement fréquenté par le troupeau adulte. Au niveau de l'abreuvoir de transhumance appelé Mbonou-ka, l'évolution des infections immatures est comparable à celle enregistrée à la Mbonou-pont. En revanche, aucune infection mature n'y est décelée pendant la saison des pluies 1992.

Au niveau des abreuvoirs Iby et Yakerekpa, 3 infections immatures (soit 2,1%) seulement sont décelées parmi un lot de 141 *G. f. fuscipes* disséquées. Aucune infection mature n'est trouvée (fig. 46). L'existence de taux d'infection très faibles dans cette situation d'élevage protégée par pièges sera discutée au chapitre VI.

Sur la rivière Nzangbateu fréquentée par le troupeau d'Ardo Hodi jusqu'en mai 1991, aucune infection de type mature ou immature n'est notée (BLANC, com. pers.) Sur la rivière Goubou, aucune des 15 *G. f. fuscipes* capturées ne porte de trypanosomes.

En saison sèche, les rivières Ougara, Laeko et Décé servent d'abreuvoirs de transhumance aux troupeaux d'Ardo Sae et d'Ardo Hodi respectivement (fig. 53 et 54). Elles abritent des populations de glossines non infectées. Toutefois, en raison des conditions malaisées d'accès à ces sites et du faible échantillonnage qui en découle, il convient de rester prudent dans l'interprétation de ces données.

Ces observations limitées tendent à démontrer l'existence d'une hétérogénéité géographique dans les taux d'infection des populations glossiniennes. Nous en verrons toute l'importance épidémiologique au cours du chapitre V.

3.2.2.5. Evolution saisonnière des taux d'infection

La valeur de ce taux d'infection, chez les mâles et femelles réunis, n'est pas constante toute l'année. La courbe d'évolution mensuelle des infections immatures passe par un maximum (22%) en janvier 1991, au début de la saison sèche (fig. 44). En revanche, les infections matures ne s'observent qu'en saison des pluies, de juin à novembre 1991, en avril 1992 et après juillet 1992 (fig. 45).

Si l'on considère les mâles et les femelles séparément, la distribution des infections suit une évolution comparable à celle obtenue pour les deux sexes réunis (fig. 44). Chez les mâles, les seules infections matures sont décelées en juin 1991. Les infections immatures se distribuent irrégulièrement, avec un maximum en décembre 1991. La courbe évolutive des taux d'infections immatures chez les femelles est plus harmonieuse, avec un accroissement jusqu'à 30 % en janvier 1992, malgré la chute enregistrée le mois précédent, et une baisse progressive ensuite pour se maintenir à un niveau stable (voisin de 15%) pendant la saison des pluies. Les infections matures sont notées de juin à novembre 1991, en avril 1992 et après juillet 1992.

La période de développement des infections matures, chez les trois espèces de trypanosomes étudiés, coïncide étroitement avec la période pluvieuse (fig. 3). En revanche, les infections immatures (associées à *T. groupe grayi*, rappelons-le) se maintiennent à un niveau élevé toute l'année et deviennent maximales en début de saison sèche (décembre et janvier).

3.2.2.6. Influence de l'âge des glossines

L'examen de la distribution des taux d'infections par catégories d'âge (tableaux IV.6. à IV. 8. , annexe B), quelque soit la méthode d'estimation de l'âge retenue, démontre que la proportion d'individus infectés par des trypanosomes croît avec l'âge de ceux-ci (fig. 48). Les infections matures à *T. vivax*, *T. congolense* et *T. b. brucei* se rencontrent majoritairement chez les glossines les plus vieilles, et jamais dans la classe regroupant les plus jeunes.

Parmi 227 femelles dont l'âge est estimé par la méthode physiologique, la plus précise, les infections matures à *T. vivax* et *T. b. brucei* ne se rencontrent que dans la classe VI + n qui comprend des mouches âgées de 60 à 70 jours (fig. 48-C). Avec cette méthode, on note une diminution de la proportion de glossines porteuses d'infections immatures dans les classes III à VI. Cette dépression, non confirmée par les autres techniques, peut être expliquée par la faible taille de l'échantillon.

En effet, avec la méthode d'appréciation de l'âge par le degré d'usure alaire, la proportion de glossines porteuses d'infections immatures dans chaque catégorie croît très régulièrement avec le degré d'usure (fig. 48-A). Les infections matures à *T. congolense* apparaissent chez des mouches de la catégorie 2, tandis que celles liées à *T. vivax* et *T. b. brucei* s'observent dans la classe suivante. La proportion de mouches portant des trypanosomes infestants s'accroît avec l'âge; sans distinction d'espèces, de l'ordre de 0,5 % dans la classe 2, elle s'élève à presque 5% dans la classe 6.

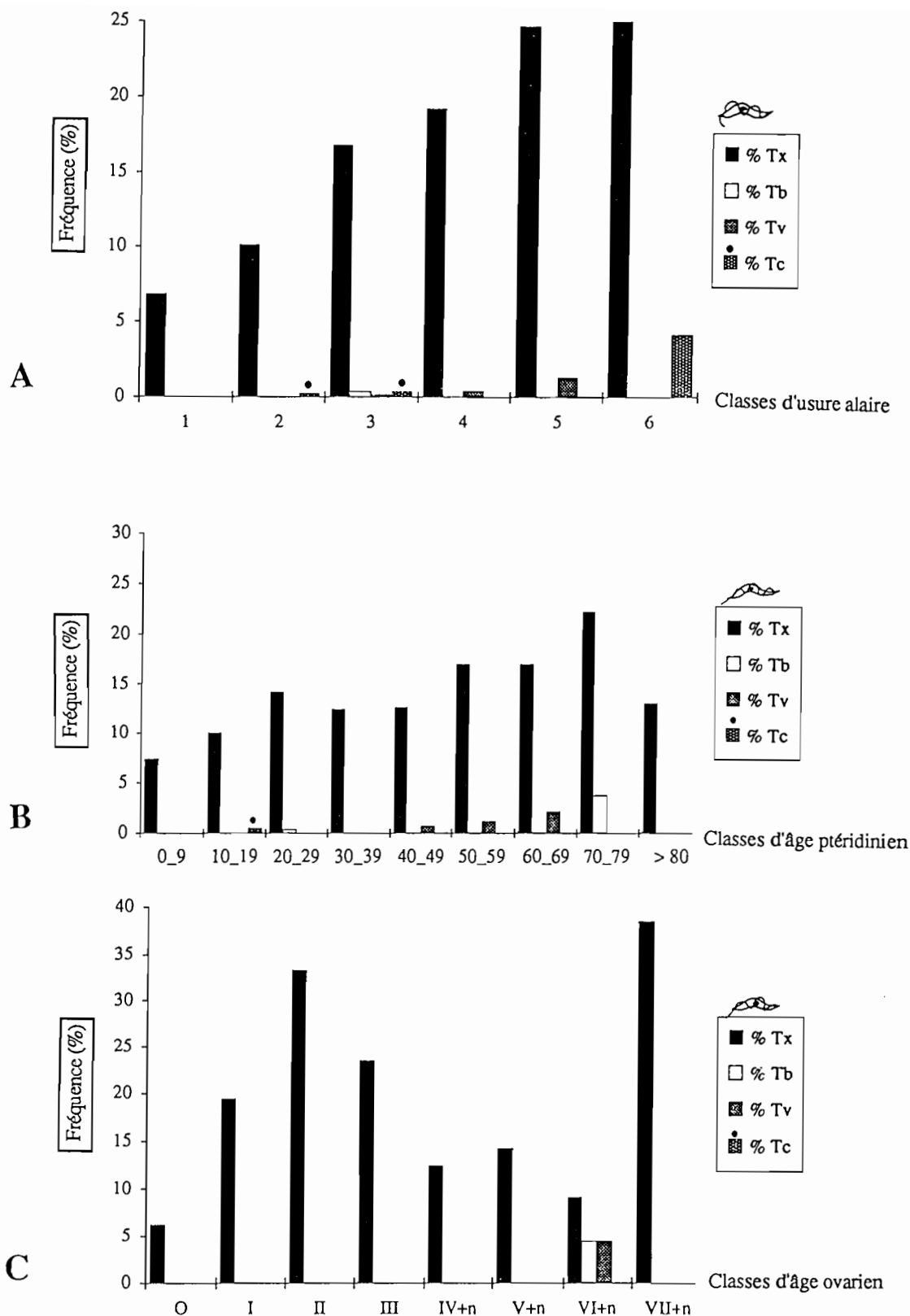


Figure 48 : Histogramme de fréquence des infections immatures (Tx) et matures à *T. b. brucei* (Tb), *T. vivax* (Tv) et *T. congolense* (Tc) selon l'âge des individus d'une population de *G. f. fuscipes* étudiée sur la Mbonou. A. Méthode de l'usure alaire, B. Méthode du dosage de la ptéridine céphalique et C. Méthode de l'âge physiologique.

Les mêmes commentaires s'appliquent aux résultats obtenus par la méthode ptéridinienne (fig. 48-B). L'infection mature la première détectée est celle à *T. congolense*, dans la classe d'âge regroupant les individus âgés de 10 à 20 jours.

En définitive, malgré l'absence de précision des deux dernières méthodes d'estimation de l'âge et la taille réduite de l'échantillon auquel est appliquée la dissection ovarienne, une bonne corrélation existe entre le taux d'infection, la maturité trypanosomienne et l'âge des glossines. Plus une glossine est vieille, plus la probabilité de la trouver porteuse de trypanosomes infectants augmente.

3.2.3. Résultats chez *G. fusca congolensis*

Les données relatives à cette espèce sont beaucoup plus rares puisqu'elle n'est rencontrée que sur les rivières Iby et Yakerekpa, dans un contexte de piégeage continu de surcroît. Parmi les 14 individus capturés, des trypanosomes sont détectés chez 2 femelles seulement (14,3%). Parmi ces infections, une est du type immature et l'autre, présente uniquement dans la trompe, est attribuable à *T. vivax*.

L'unique infection immature est enregistrée en septembre, tandis que celle due à *T. vivax* apparaît en novembre 1991, en fin de saison des pluies.

Ce taux d'infection mature, atteignant 7,1%, est élevé par rapport à ce qui est observé chez *G. f. fuscipes* (0,6%).

3.3. Taux d'infection trypanosomienne chez les stomoxes

Parmi un lot de 43 individus capturés irrégulièrement entre juillet 1991 et août 1992 et appartenant à l'espèce *S. nigra* aucun n'a révélé d'infections trypanosomiennes à la dissection microscopique.

4. Discussion : *G. f. fuscipes*, une glossine peu favorable au développement des trypanosomes ?

Dans la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun, *G. f. fuscipes* est rarement trouvée porteuse d'infections trypanosomiennes infectantes pour le bétail, puisque le taux d'infection globale (les trois espèces de trypanosomes confondues) égale 0,6%.

Cette observation est en parfait accord avec celles de la littérature, qu'elles soient issues de recherches sur le terrain ou en laboratoire.

En effet, dans son important travail sur *G. f. fuscipes* en Ouganda, VAN VEGTEN (1971) indique que cette espèce présente toujours des taux d'infection faibles. Les infections confinées à l'intestin sont peu élevées (entre 1,3 et 11% de la population) mais les infections matures sont très rares puisque seule une femelle est trouvée porteuse de *T. vivax* (tableau G). Cette faible proportion d'infections matures est connue depuis longtemps puisqu'en 1936, DUKE en disséquant 2784 individus de cette espèce obtient un taux d'infection de 2,5 % pour le groupe *T. brucei* tandis que GIBBINS, en 1941, ne découvre aucun trypanosome parmi un lot de plus de 3000 individus de cette espèce, la seule présente dans cette région du West Nile District d'Ouganda (cités par VAN VEGTEN, 1971). A Lugala (nord-est du lac Victoria, en Ouganda), entre juin 1964 et mai 1965, chez *G. f. fuscipes*, parmi 1974 femelles disséquées l'espèce *T. vivax* est dominante (19,2%), tandis que *T. congolense* est rare (1,2%) et *T. brucei* très rare (0,15%); avec 2199 mâles, les résultats sont semblables bien que les taux d'infection sont plus faibles que chez les femelles, avec respectivement des valeurs égales à 9,3%, 0,8% et 0,05% (HARLEY, 1966a,b et 1967). Les prévalences de *T. congolense* et *T. b. brucei* sont comparables aux valeurs obtenues dans notre zone d'élevage. En revanche, l'importance de *T. vivax* est sans commune mesure et le contexte épidémiologique des travaux de HARLEY aurait mérité d'être précisé. Dans un travail récent réalisé dans un contexte d'endémie de trypanosomoses bovines en Éthiopie (LEAK *et al.*, 1993), parmi un lot de 744 *G. f. fuscipes* disséquées, 0,7% présentent une infection du "type *vivax*", 0,5% du "type *congolense*" et aucune n'héberge *T. brucei*.

Au laboratoire, afin de vérifier la validité des valeurs obtenues dans les conditions naturelles d'Ouganda, HARLEY et WILSON (1968) infectent expérimentalement 172 individus de cette espèce avec *T. congolense* et obtiennent un taux d'infections matures similaire, égal à 2,9%. Des infections expérimentales pratiquées plus récemment (tableaux H et I) apportent des résultats comparables puisque les taux d'infections matures restent faibles, ne dépassant pas 6 % pour *T. congolense* et 2,1 % pour *T. b. brucei* (MOLOO et KUTUZA, 1988a,b). La même expérience, mais en utilisant cette fois-ci des animaux nourriciers différents (tableau K), conduit à des taux d'infections matures de 2,1 % pour *T. congolense* et de 4% pour *T. brucei* (DIA, 1993). Dans un autre essai, MOLOO *et al.* (1992) utilisent le buffle, un taurin N'Dama et un zébu Boran comme réservoir de *T. congolense*. Ils obtiennent des taux d'infection matures nuls sauf à partir du Boran (1,5% chez les mâles, cf. tableau J).

VAN VEGTEN (1971) signale que lorsque *G. f. fuscipes* cohabite avec d'autres espèces de glossines (notamment *G. pallidipes*), elle a des taux d'infection trypanosomiens toujours plus faibles. Cette affirmation est nuancée par HARLEY (1966a,b) puisqu'il montre que cette espèce présente des

Tableau G : Taux d'infection en pourcentage enregistrés chez *G. f. fuscipes* dans deux régions d'Ouganda (Utonga et Uhaya) en saison sèche, de Mars à Août 1966 (d'après VAN VEGTEN, 1971). (Imm.: taux d'infections immatures, dans l'intestin; T.b., T.c. et T.v.: taux d'infections matures à *T. brucei*, *T. congolense* et *T. vivax*, respectivement).

Lieu	Sexe	Imm.	T. b.	T. c.	T.v.	Nombre disséqué
Utonga	M	1,3	0	0	0	158
	F	1,9	0	0	1,0	104
Uhaya	M	2,7	0	0	0	110
	F	11	0	0	0	18

Tableau H : Taux d'infection en pourcentage chez *G. f. fuscipes* capturées en Centrafrique et élevées au laboratoire. Les lots sont constitués de glossines ténéales nourries sur des chèvres infectées expérimentalement avec 2 souches de *T. congolense* (clones IL 2047 et IL 2281, originaires de Tanzanie et du Nigeria respectivement). D'après MOLOO et KUTUZA, 1988.

Souche	TD	Labre	Hypopharynx	Nbre disséqué
IL 2047	13,2	6,7	6,0	273
IL 2283	9,2	3,2	0,9	301

Tableau I : Taux d'infection en pourcentage chez *G. f. fuscipes* capturées en Centrafrique et élevées au laboratoire. Les lots sont constitués de glossines ténéales nourries sur des chèvres infectées expérimentalement avec 2 souches de *T. brucei brucei* (clones IL 923 et IL 2380, originaires de Tanzanie et du Nigeria respectivement). (Légende: TD: taux d'infection relevé dans le tube digestif; G.S.: taux d'infection relevé dans les glandes salivaires. D'après MOLOO et KUTUZA, 1988.

Souche	TD	G. S.	Nbre disséqué
IL 923	5,6	2,1	302
IL 2283	0,8	0,0	279

Tableau J : Influence de l'hôte infectant (d'après MOLOO et al., 1992) sur le taux d'infection (%) à *T. congolense* (clone IL 1180, originaire de Tanzanie) chez *G. f. fuscipes* :

Hôte	Sexe	Intestin	Trompe	Nbre disséqué
Buffle	M	0,0	0,0	64
	F	1,5	0,0	68
N'Dama	M	1,4	0,0	72
	F	0,0	0,0	71
Boran	M	2,9	1,5	68
	F	5,1	0,0	78

Tableau K : Taux d'infection (%) obtenus expérimentalement chez *G. f. fuscipes* avec *T. congolense* (E325 isolé en Ouganda, type savannah) et *T. b. brucei* (EATRO 1125 isolé en Ouganda) (d'après DIA, 1993). L'animal infectant utilisé est indiqué entre parenthèses.

Trypanosome	Sexe	Intestin	G. salivaires	Trompe	Nbre disséqué
<i>T. congolense</i> (rat)	M	6,3	0,0	2,1	48
	F	0,0	0,0	0,0	21
<i>T. b. brucei</i> (rat)	M	0,0	0,0	0,0	23
	F	2,2	0,0	0,0	46
<i>T. b. brucei</i> (lapin)	M	0,0	0,0	0,0	26
	F	0,0	0,0	0,0	21
<i>T. b. brucei</i> puis <i>T. congolense</i> (rat)	M	4,00	4,00	4,00	31
	F	0,0	0,0	0,0	19
<i>T. congolense</i> puis <i>T. b. brucei</i> (rat)	M	0,0	0,0	0,0	32
	F	0,0	0,0	0,0	33

taux d'infection intermédiaires entre *G. brevipalpis* et *G. pallidipes*, en Afrique de l'Est. Les travaux réalisés dans notre laboratoire (DIA, 1993) indiquent que la capacité vectorielle de *G. m. submorsitans* est supérieure à celle de *G. f. fuscipes*. Parmi sept espèces (*G. palpalis palpalis*, *G. p. gambiensis*, *G. f. fuscipes*, *G. tachinoides*, *G. morsitans centralis*, *G. austeni* et *G. brevipalpis*), le groupe *palpalis* (auquel appartient *G. f. fuscipes*) comprend les plus "pauvres" vecteurs expérimentaux de *T. congolense* et *T. b. brucei* quelle que soit l'origine géographique de la souche, par rapport à *G. m. centralis* (MOLOO et KUTUZA, 1988a,b).

L'ensemble des travaux s'accorde sur le très faible nombre de *G. f. fuscipes* infectées naturellement ou expérimentalement et permet de conclure que cette espèce est un "pauvre" vecteur comparé à d'autres espèces, notamment celles du groupe *morsitans*. Deux questions viennent alors à l'esprit. Comment expliquer un taux si faible d'infection chez *G. f. fuscipes*? Un taux aussi faible permet-il d'expliquer l'importance des prévalences chez les bovins? Nous répondrons à la deuxième question au chapitre V. Quant à la première, trois hypothèses explicatives peuvent être avancées.

4.1. La maturation des trypanosomes, un événement peu probable.

Il est désormais prouvé qu'une glossine peut s'infecter avec un seul trypanosome (MAUDLIN et WELBURN, 1989) et qu'elle reste infectante toute sa vie (LADIKPO et SEUREAU, 1983). Mais d'une manière générale, la plupart des trypanosomes ingérés avec le repas sanguin et arrivant dans le jabot puis l'intestin d'une glossine meurent dans les 48 heures (VAN VEGTEN, 1971 ; MAUDLIN, 1991). Les survivants subissent ensuite de profonds changements morphologiques, biochimiques et physiologiques (VICKERMAN, 1985 ; MOLOO et GRAY, 1989 ; IMBUGA *et al.*, 1992). Le destin des trypanosomes est en fait lié à de nombreux facteurs :

4.1.1. Facteurs intrinsèques :

- la maturation des trypanosomes n'est pas la même selon les espèces de glossines (MAUDLIN, 1991). Au sein d'une même espèce, cette capacité à mener à son terme une infection varie également selon les individus, leur sexe et leur âge.

- le sexe est en effet un facteur important. Au laboratoire, les glossines mâles sont toujours plus infectées que les femelles (MAUDLIN *et al.*, 1991). Sur le terrain, c'est l'inverse (CLARKE, 1965 ; DISTELMAN *et al.*, 1982). En ce qui concerne *G. f. fuscipes*, en Centrafrique (§ 3.2.2.) comme en Ouganda (VAN VEGTEN, 1971), les femelles portent effectivement plus d'infections matures que les mâles. VAN VEGTEN propose plusieurs explications : 1) les repas sanguins sont plus légers mais plus nombreux chez les femelles gravides qui disposent de moins de place dans leur intestin, 2) le besoin alimentaire est supérieur chez les femelles ce qui entraîne une agressivité accrue et 3) les femelles sont plus résistantes que les mâles et vivent donc significativement plus longtemps.

- l'âge des glossines est un autre facteur déterminant dans l'acquisition d'une infection et sa maturation (1970). HARLEY (1966a,b et 1970) observe que les taux d'infections matures à *T. congolense* et *T. vivax* s'accroissent avec l'âge des populations glossiniennes et que la majorité des infections se rencontre chez les glossines les plus vieilles. Ainsi, 80% des infections trypanosomiennes dans l'hypopharynx s'observent chez les femelles de la catégorie IV+4n et au-dessus. En revanche, les infections à *T. b. brucei* ne s'observent que chez des mouches de plus de 35 jours. Toujours chez *G. f. fuscipes*, le même auteur montre expérimentalement que l'infection par *T. b. rhodesiense* d'individus ténéraires vieux de quelques heures conduit à un taux d'infection mature de 26,2%, alors que la même expérience réalisée avec des individus ténéraires âgés de 1 à 2 jours n'aboutit qu'à des taux de 11,9%. De la même manière, 189 mouches infectées à l'âge de 20 jours ne donnent qu'une seule infection dans les glandes salivaires (0,5%). En résumé, la maturation des infections des espèces du groupe *T. brucei* et de *T. congolense* est d'autant plus probable que la mouche est jeune. L'état ténéraire et l'absence de repas de sang préalable offrent les chances maximales de succès d'infestation (HARLEY, 1971). Pour *T. vivax*, ces faits restent encore incertains (MAUDLIN, 1991).

- la maturation des trypanosomes est essentiellement liée à des interactions moléculaires existant entre les parasites et le vecteur dans le tube digestif de la mouche. Un des premiers obstacles pour les trypanosomes est la membrane péritrophique située dans l'intestin moyen et qui constitue une barrière à la fois mécanique et chimique (MAUDLIN, 1991 ; MILLER et LEHANE, 1993). Plusieurs composés sont impliqués dans la différenciation des trypanosomes. Ainsi, la trypsine stimule la transformation des formes sanguicoles en formes procycliques (IMBUGA *et al.*, 1992). D'autre part, certaines agglutinines comme les lectines intestinales associées à la membrane péritrophique des glossines, interviennent en tuant les trypanosomes (MAUDLIN et WELBURN, 1987 ; INGRAM et MOLYNEUX, 1990). Cependant, ces lectines sont aussi indispensables au développement des trypanosomes en générant un signal de maturation (MAUDLIN, 1991). Il existe également des lectines dans l'hémolymphe des glossines, dont l'hérédité est liée au sexe (MAUDLIN *et al.*, 1991). Ce fait

est cependant contesté par DALE *et al* (à paraître) qui indiquent que seule l'héritabilité des lectines intestinales est liée au sexe. Par ailleurs, l'intervention des R.L.O. (Rickettsia Like Organisms) présents dans les cellules épithéliales du tube digestif des glossines est suspectée (MAUDLIN et ELLIS, 1985 ; MAUDLIN *et al.*, 1990). Ces micro-organismes symbiontes sécrètent des chitinases dont l'action sur la membrane péritrophique libère des sucres complexes (comme la D-Glucosamine) qui inhibent l'action des lectines, et donc favorisent l'installation des trypanosomes (MAUDLIN, 1991). Chez *G. palpalis* et *G. nigrofusca*, l'importance des taux d'infection a pu être corrélée avec la présence de ces R.L.O. (MAUDLIN *et al.*, 1990). Mais d'autres auteurs signalent que la maturation des infections ne peut pas être expliquée seulement par le rôle des R.L.O. (SHAW et MOLOO, 1991).

4.1.2. Facteurs extrinsèques :

- la maturation des trypanosomes chez la tsé-tsé dépend étroitement de l'espèce, de la sous-espèce et de la souche du trypanosome impliqué (MOLOO, com. pers.). Les phénomènes de compétition existant entre espèces de trypanosomes affectent également leur développement (GIBSON et FERRIS, 1992 ; DIA, 1993).

- des facteurs liés à l'hôte mammifère interviennent également. Ils sont liés à la parasitémie, au niveau d'anticorps produits et aux caractéristiques hématologiques (SEED *et al.*, 1990). Une étude expérimentale des taux d'infection chez des glossines alimentées à partir de sang prélevé sur différents hôtes vertébrés montre que le sang de porc et de chèvre conduit, de façon significative et reproductible, à des taux d'infection plus élevés (MIHOK *et al.*, 1993). Par ailleurs, pour expliquer le faible taux d'infection matures chez *G. f. fuscipes*, GEIGY (cité par VAN VEGTEN, 1971) émet l'hypothèse que le sang de reptile contient des substances capables de tuer les trypanosomes ou de bloquer leur développement.

- les facteurs climatiques, en particulier les variations saisonnières de la température, influent sur les taux d'infection matures. Ils sont d'autant plus élevés que la température est importante (FORD et LEGGATE, 1961). Chez *G. f. fuscipes* en Centrafrique, les infections matures à *T. congolense*, *T. vivax* et *T. b. brucei* semblent effectivement liées aux événements saisonniers puisqu'elles ne sont notées qu'en saison des pluies (§ 3.2.2.5.). Pourtant, au laboratoire, une augmentation de la température pendant la pupaison de *G. f. fuscipes* ne conduit pas à des taux d'infections de *T. congolense* plus élevés, contrairement à ce qui se passe avec *G. morsitans* et *G. brevipalpis* (HARLEY, 1966a,b ; NDEGWA *et al.*, 1992).

4.2. La détection des trypanosomes, un problème crucial.

Le faible nombre d'infections matures rencontrées n'est peut-être que le reflet d'une impuissance relative (OTIENO, 1983) de la technique de détection employée qui repose, rappelons-le, sur la dissection des glossines et la recherche des parasites au microscope. Comme pour toutes les techniques microscopiques, l'efficacité et la rentabilité des examens dépendent de la qualité du matériel et des conditions d'observation mais aussi de l'acuité visuelle de l'observateur ainsi que de son état de fatigue. Pour ces raisons, ce type d'examen peut laisser échapper des glossines pourtant positives. De plus, l'intestin est un milieu vaste et encombré de déchets en digestion qui laisse toutes ses chances à des trypanosomes isolés d'échapper à l'examen.

Les glandes salivaires sont deux organes translucides, longs et ténus, qui peuvent aisément dissimuler les parasites à un observateur devenu moins attentif, surtout si celles-ci n'ont pas été convenablement écrasées par pression de la lamelle. Labre, labium et hypopharynx, sont des organes de taille limitée et largement transparents. A ce titre, la trompe paraît être le milieu le plus propice à la détection exhaustive des trypanosomes. Cependant, l'hypopharynx, cet élément capillaire, se replie parfois sous les autres organes et rend l'investigation plus délicate. En définitive, nous retenons que la méthode de LLOYD et JONHSON (1924) est facile à appliquer et permet une détection rapide des trypanosomes, ceci d'autant plus aisément que leur abondance est forte. En revanche, les très faibles parasitémies peuvent passer inaperçues et l'identification spécifique des trypanosomes manque de pertinence, étant donné qu'elle est essentiellement basée sur la localisation des parasites. Si la morphologie et les mouvements des trypanosomes sont utiles à la détermination spécifique, ces critères sont peu applicables à des espèces proches comme *T. congolense* et *T. simiae*, aux formes immatures et à la séparation des différents types décrits (5 chez *T. congolense* par exemple, MAJIWA *et al.*, 1993).

A ce propos, la plupart des infections intestinales qualifiées d'immatures pourrait être en fait liée au développement de trypanosomes reptiliens. Nous avons vu (chapitre III, § 4.3.5.) que *G. f. fuscipes* se nourrit préférentiellement sur les reptiles. Le varan est l'hôte le plus souvent rencontré tandis que le crocodile ne représente qu'une minorité des repas sanguins, probablement en raison d'une raréfaction de cet animal. Sur les bases de la morphologie et de la localisation dans la partie moyenne de l'intestin de la glossine, il n'est guère possible actuellement d'estimer avec rigueur la proportion d'infections immatures liés au groupe *grayi*. Cependant, ces arguments indiquent que la prévalence des

Tableau L : Identification des trypanosomes selon leur localisation chez la glossine (d'après LLOYD et JONHSON, 1924 ; BUXTON, 1955 ; MULLIGAN, 1970).

Localisation des trypanosomes	Espèce
trompe seulement	<i>T. vivax</i>
trompe et intestin moyen	<i>T. congolense</i>
glandes salivaires, trompe et intestin moyen	<i>T. brucei</i>
intestin moyen et postérieur	<i>T. grayi</i>

Tableau M : Sondes d'ADN spécifiques de trypanosomes actuellement disponibles.

Sous-genre	Espèce	Forme	Sonde
<i>Nannomonas</i>	<i>congolense</i>	Savannah Kilifi West African (riverine/forest) Tsavo	pgNRE-372 pgNIK-450 TSW103
	<i>simiae</i>		pNgulia-11 pgNS-600
<i>Dutonella</i>	<i>vivax</i>	West African East African	IgDIL-10 pkDIL-900
<i>Trypanozoon</i>	<i>brucei</i>		pgDR1- Ingi

trypanosomes du groupe *grayi* chez *G. f. fuscipes* est assez élevée. De toute évidence, un moyen fiable d'identification de cette espèce fait défaut. A l'heure actuelle, une équipe travaille à l'élaboration d'une sonde spécifique de *T. grayi* (MASIGA, com. pers.) Cet outil, lorsqu'il sera au point, aura une grande importance dans les études épidémiologiques.

Par ailleurs, cette glossine se nourrit également sur des oiseaux sauvages (chapitre III, § 4.3.5.). La littérature scientifique cite l'existence de trypanosomes chez certains oiseaux comme les Ploceidae (MOLYNEUX, 1973) et les Estrildidae (CHANDENIER *et al.*, 1990). On ne peut donc à priori exclure l'hypothèse selon laquelle *G. f. fuscipes* pourrait aussi transporter des trypanosomes d'oiseaux.

L'amélioration de nos connaissances passe donc par la mise en oeuvre de nouvelles méthodes de détection et d'identification des trypanosomes hébergés par les glossines. Deux nouveaux outils existent déjà. L'un d'eux est appliqué à une partie de notre matériel biologique, grâce à l'appui et à la collaboration de l'I.L.R.A.D. Nous présentons maintenant les résultats obtenus et dégageons l'intérêt de ces techniques.

4.2.1. Apport des techniques d'hybridation de l'ADN

4.2.1.1. Introduction

Depuis bientôt dix ans, l'utilisation des sondes d'ADN est préconisée pour l'identification spécifique et sub-spécifique des trypanosomes d'intérêt économique (MASSAMBA et WILLIAMS, 1984 ; PAINDAVOINE *et al.*, 1986 ; OLE MOI-YOI, 1987 ; MAJIWA et OTIENO, 1990). Rappelons qu'une sonde nucléique est une molécule d'ADN (généralement), longue de 15 à quelques milliers de nucléotides, utilisée pour détecter sa séquence complémentaire dans un mélange d'acides nucléiques provenant d'une cellule. A l'heure actuelle, huit sondes (tableau M) sont disponibles (MAJIWA *et al.*, 1986 ; KIMMEL *et al.*, 1987 ; KUKLA *et al.*, 1987 ; GIBSON *et al.*, 1988 ; MAJIWA *et al.*, 1993).

4.2.1.2. Matériel et méthodes

Après dissection des mouches et recherche des trypanosomes au moyen du microscope, les organes de chacune des mouches sont déposés par touchers successifs sur une membrane de nylon N+ (Amersham). Six dépôts sont réalisés par intestin et trois seulement pour les glandes salivaires, lorsqu'elles sont trouvées infectées (annexe A-1). Les membranes, une fois sèches, sont ensuite stockées dans des récipients étanches contenant du dessiccant. L'utilisation des sondes et les conditions d'hybridation de l'ADN sont conformes à celles déjà décrites (KUKLA *et al.*, 1987 ; OLE MOI-YOI, 1987 ; GIBSON *et al.*, 1988).

Au total, 1600 intestins de glossines capturées entre mai 1991 et août 1992 ont été ainsi isolés sur membrane. Parmi ce lot, 31 échantillons parmi les plus récemment récoltés sont retenus pour l'essai de cette technique. Le détail en est donné au tableau N. Tous proviennent d'intestins individuels, à l'exception de la glossine n° 2542, dont l'intestin et les glandes salivaires constituent les échantillons 2542I et 2542GS respectivement.

Les essais d'identification des trypanosomes par hybridation d'ADN ont été tentés par P. A. O. MAJIWA, à l'I.L.R.A.D. (International Laboratory for Research on Animal Diseases) à Nairobi (Kenya). Les sondes utilisées sont celles spécifiques des formes "Savannah" (pgNRE-372), "Kilifi" (pgNIK-450), "Tsavo" (pNgulia-11) et "West African riverine/forest" (TSW103) de *T. congolense*, celle spécifique de *T. simiae* (pgNS-600) et celle commune au sous-genre *Trypanozoon* (pgDR1 - Ingi). Une sonde dite "universelle" obtenue par amplification d'un fragment d'ADN conservé chez les trypanosomes étudiés jusqu'à présent et codant pour un ARN 16s constitue un moyen de contrôle. Selon ce protocole, les échantillons qui réagissent avec au moins une sonde spécifique mais qui ne reconnaissent pas cette sonde "universelle" sont considérés comme douteux et éliminés des examens.

4.2.1.3. Résultats

Parmi les 31 échantillons, 5 (16,1 %) n'ont réagi avec aucune des sondes et 6 (19,4%) sont exclus des analyses puisqu'ils sont reconnus par des sondes spécifiques mais pas par la sonde "universelle" (signalés par "ns" dans le tableau N). Les 20 individus restants (soit 64,5 %), 8 (15,8 %) donnent un signal positif d'hybridation à la fois avec la sonde "universelle" et au moins une sonde spécifique et 12 (38,7%) ont réagi avec la sonde "universelle" seule.

4.2.1.3.1. Espèces et formes reconnues

Trois formes de *T. congolense* sont mises en évidence : "Savannah" chez quatre glossines (2408, 2519, 2538 et 2542), "Kilifi" chez une seule glossine (2542) tout comme la forme Tsavo (2279). *T.*

Tableau N

Détection des trypanosomes par les sondes d'ADN spécifiques.
Comparaison avec la méthode microscopique

Légende P = proboscis
GS = glandes salivaires
I = intestin
TCsav = T. congolense forme savannah
TCkil = T. congolense forme kilifi
TCr/f = T. congolense forme riverine / forest
TS = T. simiae
TB = T. brucei
Univ. = sonde "universelle" (cf. texte)

p = résultat positif

* = résultat douteux (cf. texte)

N°	Sexe	Microscopie			Hybridation d'ADN par sondes spécifiques						
		P	GS	I	TCsav	TCkil	TCr/f	TCtsav	TS	TB	Univ.
2276	M										p
2277	F										p
2278	F										p
2279	F			p				p			p
2280	F										p
2281	M			p							p
2282	F										p
2283	F										p
2284	F								p		p
2285	M										p
2286	M										p
2287	M										p
2408	F			p	p				p		p
2413	F			p							p
2415	M			p							
2428	F			p							p
2455	F			p							
2456	F			p					p		p
2490	F			p	p			p			
2519	M			p	p						p
2535	F			p							
2538	M			p	p						p
2541	M			p							
2542I	F			p	p	p					p
2542GS	F		p		p	p		p		p	
2563	F			p				p			
2565	M			p	p	p		p			
2568	M			p					p	p	
2570	M			p	p				p		
2589	F			p						p	p
2594	M			p							

*

*

*

*

*

*

*

brucei est identifié de façon formelle chez une seule glossine (2589). *T. simiae* est reconnu chez trois glossines différentes (2284, 2408 et 2456).

Aucun trypanosome du type "West African riverine/forest" de *T. congolense* n'est reconnu. Deux glossines sont porteuses d'infections mixtes : *T. congolense* forme "Savannah" associé à *T. simiae* chez la glossine 2408 et une association "Savannah" et "Kilifi" de *T. congolense* chez la glossine 2542.

4.2.1.3.2. Correspondance avec la méthode de dissection microscopique (LLOYD et JONHSON, 1924)

L'observation microscopique réalisée au préalable reconnaît 20 glossines porteuses de trypanosomes dans l'intestin (64,5% de l'échantillon) et 1 seule avec des parasites dans les glandes salivaires (3,2%). Globalement, les deux techniques détectent donc la même proportion d'infections intestinales, soit 64,5%. En revanche, pour chacun des échantillons pris isolément, il n'existe pas une correspondance rigoureuse, puisque :

- un premier lot de 10 (soit 32,3%) échantillons (2279, 2281, 2408, 2413, 2428, 2456, 2519, 2538, 2542I et 2589) est trouvé positif par les deux méthodes,
- un second lot de 10 autres échantillons (mouches n° 2276, 2277, 2278, 2280, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286 et 2287) est trouvé positif à la sonde "universelle", sans qu'aucun trypanosome n'ait été observé en microscopie,
- un dernier lot équivalent de 10 échantillons (2415, 2455, 2490, 2535, 2541, 2563, 2565, 2568, 2570 et 2594) est trouvé positif en microscopie, sans que la sonde "universelle" ne les détecte.

L'échantillon 2542GS, constitué des glandes salivaires isolées, est trouvé positif par l'observation microscopique et par les sondes spécifiques à *T. congolense* formes "Savannah" (pgNRE-372), "Kilifi" (pgNIK-450) et "Tsavo" (pNgulia-11) et celle commune au sous-genre *Trypanozoon* (Ingi) mais l'absence de réaction à la sonde universelle invalide cette détermination. A ce propos, la présence de 3 formes de *T. congolense* dans les glandes salivaires d'une glossine, observation jamais réalisée avec des infections expérimentales, confirme le caractère douteux de cette observation.

4.2.1.3.3. Validité des méthodes d'hybridation d'ADN et d'observation microscopique

Si l'on associe ces deux techniques, toutes les glossines se trouvent porteuses de trypanosomes. Si l'on exclue l'échantillon 2542GS de la discussion, trois cas distincts sont à considérer :

- 1) détection des trypanosomes uniquement par la microscopie (1/3 des effectifs) : ce cas regroupe probablement les glossines porteuses de trypanosomes du groupe *grayi*, détectés uniquement par la microscopie, puisqu'il n'existe pas de sondes spécifiques de ce groupe de parasites.
- 2) détection des trypanosomes uniquement par les sondes DNA (1/3 des effectifs) : la considération de ce cas conduit à envisager deux hypothèses, la première selon laquelle de nombreuses infections échappent à l'observation microscopique et la seconde qui implique que l'utilisation des sondes conduit à la détection de faux positifs.
- 3) détection des trypanosomes par les deux méthodes à la fois (1/3 des effectifs) : ce cas rassemble les infections intestinales de glossines identifiées formellement par les sondes spécifiques et vues au microscope. Dans cette situation, en l'absence de sondes spécifiques pour *T. grayi* et *T. vivax*, les infections mixtes éventuelles impliquant ces parasites ne sont pas décelées.

Selon MAJIWA (com. pers.), il n'est pas exclu que les échantillons n'ayant pas réagi aux sondes spécifiques mais positifs à la sonde "universelle" seule (38,7% de l'effectif) puissent correspondre à des espèces ou sous-espèces encore inconnues de trypanosomes. Il est néanmoins curieux de constater que dans ce lot de 12 glossines trouvées positives par la sonde "universelle" seule, 9 (soit 75% de cet ensemble) sont considérées comme négatives selon la méthode de LLOYD et JONHSON (1924).

En conclusion, ces essais soulèvent une question importante. Comment identifier et détecter efficacement les trypanosomes?

4.2.2. Discussion : quelle technique pour la détection et l'identification des trypanosomes chez la glossine ?

Les limites de la méthode de LLOYD et JONHSON (1924) sont déjà présentées plus haut. Au moment où notre recherche débutait, les sondes d'ADN spécifiques d'espèces apparaissaient comme un outil idéal. Force est de constater cependant que jusqu'à présent leur application n'a guère franchi le seuil des laboratoires. Leur utilisation sur le terrain, à des fins épidémiologiques notamment, reste encore rare. Pourquoi ?

Trois raisons peuvent être avancées :

a) les limites inhérentes à la méthode

Les sondes d'ADN spécifiques d'espèces de trypanosomes, basées sur des séquences répétées d'ADN des trypanosomes, offrent à la fois sensibilité et spécificité. Cependant, elles sont incapables de déceler les parasites lorsqu'ils sont en nombre inférieur à 100 (MASIGA *et al.*, 1992). De ce fait, leur application à la détection de ces protozoaires dans la trompe des glossines paraît délicate, puisque beaucoup d'infections de la trompe ne comportent que quelques dizaines de parasites, en moyenne une trentaine (DIA, CUISANCE et D'AMICO, non publié; MAWUENA *et al.*, 1984). Or, d'un point de vue épidémiologique, ce sont ces infections de la trompe qui nous intéressent d'une part parce qu'elles seules sont infectantes pour les bovins et d'autre part, parce que le calcul du risque trypanosomien (chapitre V, § 2.1.) intègre le taux d'infection dans cet organe. L'utilisation de ces sondes est donc plutôt limitée à la recherche des trypanosomes dans l'intestin. Dans ce milieu, les trypanosomes sont généralement très nombreux, plusieurs milliers parfois, mais plusieurs espèces y cohabitent, dont les trypanosomes du groupe *grayi*, pour lesquels il n'existe aucune sonde actuellement. D'après certains chercheurs (MASIGA, com. pers. ; NANTULYA, com. pers.) les sondes disponibles pour les autres espèces de trypanosomes d'intérêt économique ne présentent pas de réactions croisées avec ces trypanosomes. Cependant, notre méconnaissance de la taxonomie de ces trypanosomes (DIRIE *et al.*, 1991) incite à la prudence. Pour conclure, les manipulations au laboratoire de ces techniques sont assez lourdes, puisque basées sur l'utilisation de marqueurs radioactifs et manquent de standardisation dans leur application, en particulier lorsqu'elles sont appliquées à des échantillons obtenus sur le terrain, pour lesquels nous obtenons des résultats variables selon les conditions de préparation et de conservation (données non présentées).

b) l'apparition d'une technique plus sensible et plus performante (amplification de l'ADN par PCR.)

La méthode de la PCR (réaction de polymérisation en chaîne) est une technique permettant l'amplification de l'ADN *in vitro* (SAIKI *et al.*, 1988). Dans le domaine des trypanosomoses, elle est employée à la détection de *T. congolense* et *T. brucei* dans le sang de rongeurs (MOSER *et al.*, 1989) mais aussi de *T. simiae*, *T. congolense*, *T. brucei* et *T. vivax* chez les glossines (MASIGA *et al.*, 1992). La PCR est également appliquée à l'identification sélective de *T. b. gambiense* dans les foyers d'épidémiologie de maladie du sommeil en Afrique de l'Est (BROMIDGE *et al.*, 1993). Chez la glossine, cette méthode se révèle très performante puisqu'elle permet de détecter un unique trypanosome dans un organe isolé de mouche, qu'il s'agisse de la trompe, des glandes salivaires ou de l'intestin (MASIGA *et al.*, 1992). La PCR se présente donc comme un outil prometteur pour les recherches futures en épidémiologie.

c) l'existence d'importantes lacunes sur la taxonomie des trypanosomes

Les problèmes cruciaux qui découlent de notre connaissance encore imparfaite de la taxonomie des trypanosomes constituent l'obstacle majeur au développement de ces techniques et à leur utilisation à petite échelle pour les enquêtes épidémiologiques. Depuis la démonstration expérimentale de l'existence d'hybrides chez les trypanosomes africains (JENNI *et al.*, 1986) les concepts relatifs à la biologie, à la taxonomie et à l'évolution de ces parasites sont profondément bouleversés (TAIT, 1983 ; STERNBERG *et al.*, 1988 ; CIBULSKIS, 1988 et 1992 ; TIBAYRENC et AYALA, 1991). La caractérisation des trypanosomes d'intérêt économique par les isoenzymes et l'ADN, tout en éclaircissant certains aspects de ces problèmes fondamentaux, conduit également à une complexification du statut des espèces. Beaucoup de trypanosomes, appartenant notamment aux espèces *T. congolense* et *T. brucei*, sont actuellement assignés à des rangs infraspécifiques dont l'importance épidémiologique est encore méconnue (GASHUMBA *et al.*, 1988 ; GIBSON, 1986 ; STEVENS *et al.*, 1992 ; MAJIWA *et al.*, 1993). Pour *T. vivax* également, l'avènement des techniques de biologie moléculaire révèle d'importantes différences entre les populations d'Afrique de l'Ouest, d'Afrique de l'Est et d'Amérique du Sud (DESQUESNES, 1992 ; GARDINER, 1992). *T. simiae* et *T. groupe grayi*, qui n'offrent que très peu d'intérêt économique et qui sont donc peu étudiés, sont encore relativement épargnés par ces "bouleversements taxonomiques".

Divers auteurs insistent sur le fait que la connaissance des processus génétiques au sein des populations naturelles de trypanosomes est capitale pour la compréhension de l'épidémiologie des maladies causées par ces parasites (TRUC et TIBAYRENC, 1993 ; STEVENS et WELBURN, 1993). Nous estimons cependant que le développement d'outils fiables et performants de détection et d'identification des différents trypanosomes est primordial pour le développement des études en épidémiologie.

Bilan du chapitre IV

Nos investigations portent sur la recherche de *T. congolense*, *T. vivax* et *T. b. brucei* à la fois chez les bovins et chez les glossines.

A - Chez les bovins

Les méthodes parasitologiques (frottis, goutte épaisse et concentration des parasites en tube capillaire) indiquent une prévalence globale de 16,63 % (3,32 % pour *T. congolense*, 13,72 % pour *T. vivax* et 0,83 % pour *T. b. brucei*). L'utilisation du test de détection des antigènes circulants (ELISA) fait apparaître un taux global de 66,94 % (56,88 % pour *T. congolense*, 24,17 % pour *T. vivax* et 34,79 % pour *T. b. brucei*). L'importance des infections mixtes (association de deux espèces de trypanosomes) et multiples (présence simultanée des trois espèces) est également mise en valeur. Cette dernière technique présente l'intérêt d'identifier les espèces de trypanosomes en cause avec certitude et de détecter les infections actives. Malgré la spécificité de cette méthode, son utilisation en association avec des techniques parasitologiques plus sensibles est recommandée.

Dans le contexte épidémiologique d'Ouro-Djafoun, les prévalences trypanosomiennes sont plus élevées chez les zébus que chez les taurins trypanotolérants. Elles varient selon la saison et le site pastoral. Si le sexe n'affecte pas les prévalences chez les bovins, l'âge est un facteur important : les veaux sont moins touchés par les infections trypanosomiennes que les adultes.

Bien que la sensibilité et la spécificité de cette technique ELISA soient encore en cours d'évaluation, son intérêt en tant qu'outil diagnostique est capital. Les fortes prévalences révélées par la technique ELISA restent difficilement explicables. Elles traduisent peut-être un phénomène d'acquisition progressive d'une résistance des zébus aux trypanosomes.

B - Chez la glossine

La méthode de dissection des organes indique la présence de nombreuses infections immatures (12,81 %) mais de très rares infections matures de *T. congolense*, *T. vivax* et *T. b. brucei* (0,60 %). Les valeurs de ces taux d'infection évoluent avec les saisons, les infections immatures étant plus importantes en saison sèche tandis que les infections matures à *T. congolense*, *T. vivax* et *T. b. brucei* s'observent uniquement en saison des pluies. Dans leurs grands traits, nos résultats concernant cette espèce sont en accord avec ceux de la littérature montrant que *G. f. fuscipes* est une espèce peu favorable à la maturation des trois trypanosomes d'importance économique. Quelques arguments sont présentés pour expliquer le côté apparemment "réfractaire" de cette espèce à l'égard des trypanosomes. Deux observations sont importantes d'un point de vue épidémiologique : les femelles sont plus infectées que les mâles et le taux des infections matures augmente avec l'âge des individus.

L'utilisation des sondes nucléiques spécifiques permet d'identifier 5 espèces, sous-espèces ou "formes" de trypanosomes chez *G. f. fuscipes* : *T. brucei brucei*, *T. simiae*, *T. congolense* "forme savannah", *T. congolense* "forme Kilifi" et *T. congolense* "forme Tsavo". *T. vivax* et *T. grayi* ne figurent pas dans cette liste car il n'existe pas encore de sonde fiable pour ces espèces. *T. congolense* "forme riverine/forest" n'est pas détectée. En revanche, *T. congolense* "forme Kilifi" et *T. congolense* "forme Tsavo" sont signalées pour la première fois en Centrafrique. L'emploi des sondes spécifiques d'espèces démontre l'existence d'infections mixtes chez la glossine. Nous en verrons l'importance épidémiologique au chapitre suivant.

La détection et l'identification des trypanosomes chez la glossine restent encore largement tributaires des techniques employées. Les sondes d'ADN offrent l'avantage d'identifier de façon précise les trypanosomes à des niveaux spécifiques et infra-spécifiques. La technique microscopique de LLOYD et JONHSON (1924) permet de détecter facilement et immédiatement les glossines porteuses d'infection, sans pouvoir cependant apporter une détermination spécifique fiable. En outre ces deux techniques permettent difficilement de détecter des infections légères, avec quelques parasites seulement. La technique de la PCR offrant à la fois sensibilité et spécificité, et permettant de détecter un unique trypanosome dans un organe, est une technique prometteuse.

Il nous reste maintenant à expliquer l'apparente contradiction entre l'importance des prévalences trypanosomiennes chez le bétail et les faibles taux d'infection trypanosomienne chez *G. f. fuscipes*. Ce débat fait l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE V

CHAPITRE V

L'épidémiologie des trypanosomoses bovines dans les savanes humides de Centrafrique...L'imbrication des compartiments

1. Introduction

Jusqu'à présent, nous avons détaillé certains aspects importants de l'écologie des glossines et des bovins (pratiques pastorales) et tentés de caractériser les infections trypanosomiennes chez ces deux hôtes. En nous appuyant sur ces résultats, nous tentons maintenant de comprendre comment sont transmises les trypanosomoses bovines en Centrafrique.

Les connaissances acquises sur l'épidémiologie de ces maladies dans ce pays sont limitées. Bien que l'intervention de *G. fusca congolensis* dans la transmission des trypanosomoses soit pressentie (FINELLE *et al.*, 1963a ; YVORE *et al.*, 1965a,b), *G. f. fuscipes* reste le vecteur principal présumé dans la majorité des zones d'élevage (FINELLE *et al.*, 1963b; CUISANCE, 1988 ; CUISANCE *et al.*, 1991, 1992). Ces auteurs concluent à l'existence d'un point privilégié de contact entre les zébus et cette glossine, à savoir l'abreuvoir, qui jusqu'à présent est donc considéré comme le lieu de contamination principal des zébus.

Les données accumulées dans de nombreux pays africains ont déjà permis l'élaboration de modèles mathématiques expliquant ou prédisant, avec plus ou moins de succès selon les cas, la transmission des trypanosomoses (HABTEMARIAM *et al.*, 1983a,b ; SNOW et TARIMO, 1983 ; ROGERS, 1988 ; MILLIGAN, 1990). Cependant, quelles que soient la démarche adoptée et le nombre de paramètres intégrés, ces auteurs se heurtent à l'extrême complexité des mécanismes épidémiologiques de ces parasitoses.

Le concept de "risque trypanosomien", qui intègre des paramètres quantifiables sur le terrain, quantifie les liens existant entre les compartiments "vecteurs", "bovins" et "parasites". Utilisé dans cette étude, pour la première fois en Centrafrique, il permet de préciser le rôle de *G. f. fuscipes* dans la transmission des trypanosomes aux zébus Mbororo, dans la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun. Nous étendrons ensuite la discussion à l'ensemble des trypanosomoses humaine et animale en Centrafrique.

2. *G. f. fuscipes* et l'épidémiologie des trypanosomoses bovines dans la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun

2.1. Le risque trypanosomien

2.1.1. Définition

La notion de risque trypanosomien quantifie la pression exercée par les trypanosomes sur les bovins (revu par MOLYNEUX, 1981 et ROGERS, 1985). Son calcul prend en compte plus de vingt paramètres liés aux populations des insectes vecteurs, des parasites et des hôtes vertébrés (JORDAN, 1986 ; MILLIGAN et BAKER, 1988 ; SNOW *et al.*, 1989).

Ainsi, dans une étude conduite sur du bétail trypanotolérant en Gambie, dans une zone à *G. m. morsitans*, SNOW *et al.* (1989) intègrent 6 paramètres dans le calcul du risque trypanosomien. Quatre sont relatifs aux glossines (densités, intervalle entre deux repas sanguins consécutifs, taux de repas pris sur bovins et taux d'infection trypanosomien), les deux autres concernent le taux de transmission des infections au bétail et la surface pâturée par le bétail. Selon la saison, chaque tête de bétail reçoit par jour entre 0,0001 et 0,0041 piqûres de glossines infectieuses. A la suite de ce travail, ces auteurs proposent une classification du risque trypanosomien (R.T.) en trois classes, dont les caractères reposent d'une part sur l'intervalle entre deux piqûres infectantes (I.) et d'autre part sur le taux de prévalence chez le bétail (P.). Le tableau ci-dessous résume cette classification :

R.T.	I. (jours)	P. (%)
"élevé"	< 60	> 11,5
"moyen"	60 < < 600	3 < < 11,5
"bas"	> 600	> 3

En raison des difficultés d'obtention des valeurs nécessaires à ces calculs, ce type d'approche n'est guère retenu et la plupart des auteurs (LEAK *et al.*, 1988 , 1990, 1991 et 1993 ; SNOW, 1992 ; CLAXTON *et al.*, 1992) utilisent une formule plus simple pour estimer le risque trypanosomien. La pression trypanosomienne (P.T.) exercée par les glossines, nommée "challenge" dans la littérature anglophone (LEAK *et al.*, 1988; 1991, 1993) incorpore seulement deux paramètres déterminants et

facilement mesurables sur le terrain, les densités apparentes des glossines (D.A.) et leurs taux d'infection trypanosomienne (T.i.) selon la formule :

$$P.T. = D.A. \times T.i.$$

Dans différents contextes épidémiologiques de nagana impliquant plusieurs espèces de glossines (*G. morsitans*, *G. palpalis*, *G. fuscica*), plusieurs auteurs montrent que l'Index Bérénil et la pression trypanosomienne sont très bien corrélés (LEAK *et al.*, 1988; SNOW *et al.*, 1989; TIKUBET *et al.*, 1989). Les taux de prévalences trypanosomiennes chez le bétail sont également fortement liés à la pression trypanosomienne (LEAK *et al.*, 1990 et 1993 ; CLAXTON *et al.*, 1992). Les liens observés sont d'autant plus solides qu'on s'adresse à des bovins trypanotolérants, de race N'Dama ou Baoulé (SNOW *et al.*, 1989; LEAK *et al.*, 1988 et 1991; RAWLINGS *et al.*, 1991) . En effet, une étude réalisée en Côte d'Ivoire, dans une zone d'élevage comportant des taurins sédentaires et des zébus plus mobiles, montre que la pression trypanosomienne n'est pas nettement liée aux prévalences trypanosomiennes chez ces derniers (NANKODABA *et al.*, 1989). De leur côté, en Gambie, CLAXTON *et al.* (1992) observent une relation entre le risque trypanosomien et les prévalences chez des taurins et des zébus tous sédentaires, à condition de regrouper les données mensuelles par périodes de 3 à 5 mois. En Ethiopie, la pression trypanosomienne et les prévalences trypanosomiennes chez des zébus sédentaires sont bien corrélées, à condition de considérer les valeurs moyennes annuelles (LEAK *et al.*, 1993). Il est important de préciser que dans tous ces travaux, les prévalences chez les bovins sont obtenues par détection des parasites au microscope, après centrifugation du sang (MURRAY *et al.*, 1977).

En mesurant les liens intimes entre les glossines et les infections trypanosomiennes chez le bétail, le risque trypanosomien mesuré par la pression trypanosomienne est donc un bon marqueur épidémiologique.

2.1.2. Estimation du risque trypanosomien en zone de savanes humides d'Ouro-Djafoun

2.1.2.1. Pression trypanosomienne sur le site d'élevage ANDE

2.1.2.1.1. Valeur annuelle

La valeur moyenne de la pression trypanosomienne est égale à 0,0953 individus porteurs d'une infection mature par piège et par jour (tableau V.1. - annexe B). LEAK *et al.* (1991) obtiennent des valeurs comprises entre 0,0100 et 0,0380 pour la sous-espèce voisine *G. f. quanzensis*, en différents points du Zaïre. Les valeurs sont plus élevées avec *G. f. fuscipes* en Ethiopie, dans la région de Ghibe, puisque comprises entre 0,14 et 0,81 (LEAK *et al.*, 1993). Une analyse des méthodes utilisées par LEAK et ses collaborateurs révèle que *G. f. quanzensis* et *G. f. fuscipes* ont été capturées au moyen de pièges biconiques (CHALLIER et LAVEISSIERE, 1973). Or, GOUTEUX (1991) montre que pour l'espèce *G. fuscipes*, le rendement de ce type de piège est cinq fois moindre que celui du piège bipyramidal. Nous pouvons donc supposer qu'en utilisant le même moyen de piégeage, LEAK et ses collaborateurs obtiendraient des valeurs de pression trypanosomienne encore plus élevées. En l'absence d'autres données disponibles dans la littérature pour cette espèce, nous considérons maintenant les valeurs mensuelles de ce paramètre.

2.1.2.1.2. Valeurs mensuelles

La pression trypanosomienne évolue pendant l'année et diffère d'un abreuvoir à l'autre (fig. 49). La pression trypanosomienne sur l'abreuvoir Bandapa est nulle toute l'année. Au niveau de l'abreuvoir Mbonou-pont, la pression trypanosomienne est nulle en saison sèche (décembre à mars) et s'élève progressivement pendant la saison des pluies. A l'abreuvoir Mbonou-ka, fréquenté par du bétail lors des transhumances seulement, la pression trypanosomienne est positive fin de saison des pluies et début de saison sèche (octobre et décembre respectivement).

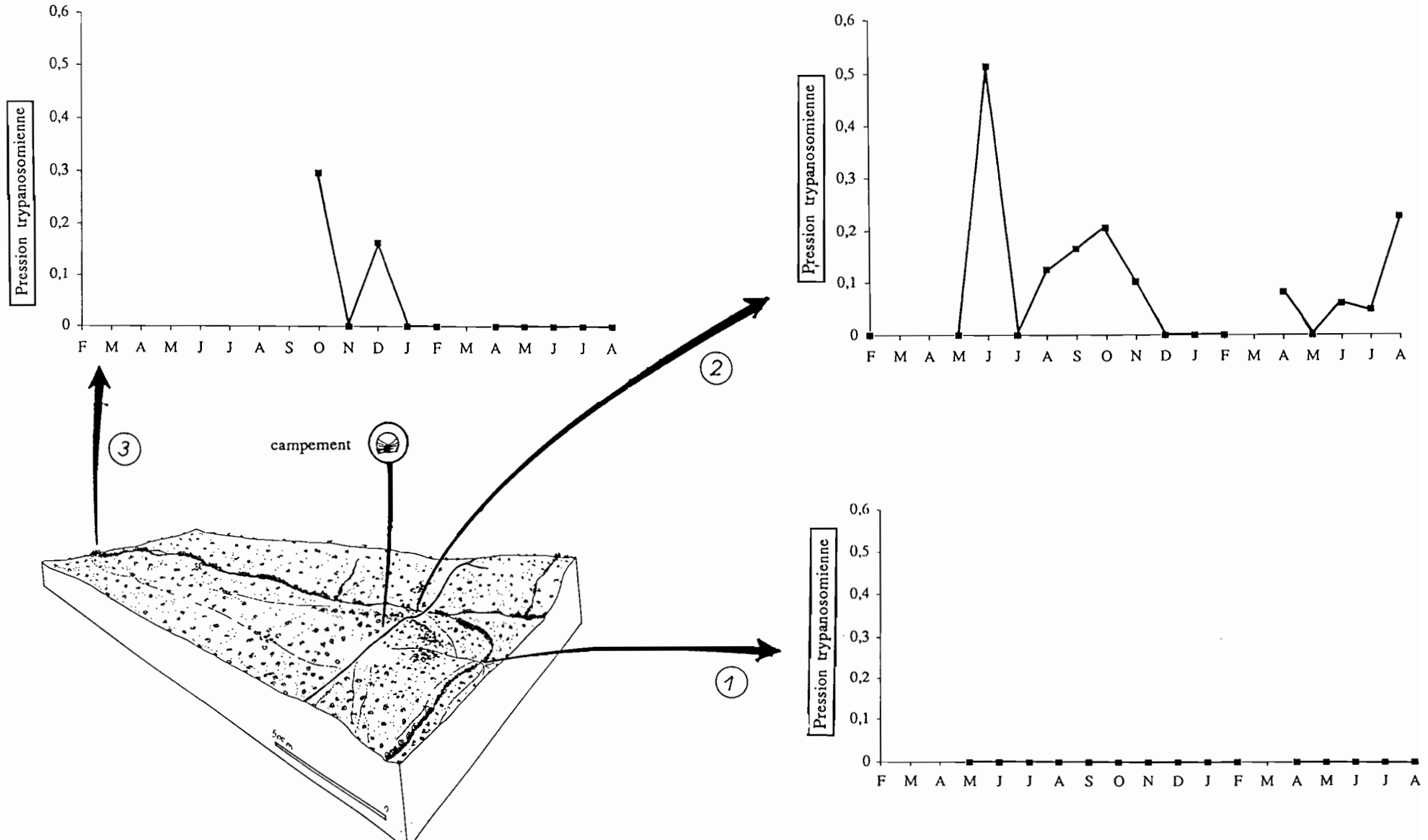
2.1.2.2. Pression trypanosomienne chez Ardo Hodi

Quelle que soit la formule utilisée, la valeur de la pression glossinaire est nulle toute l'année, puisqu'aucune infection trypanosomienne n'a jamais été décelée chez *G. f. fuscipes*, tant au niveau des rivières Nzangbateu (DEMBA et BLANC, com. pers.) que Goubou (tableau V.1. - annexe B).

2.1.2.3. Pression trypanosomienne chez Ardo Sae

Dans ce contexte particulier, puisque les abreuvoirs fréquentés par le bétail sont protégés par pièges en permanence, l'estimation du risque trypanosomien est plus délicate. Son interprétation sera

Figure 49 : Evolution de la pression trypanosomienne (D.A.P. x taux d'infection) exercée par *G. f. fuscipes* au niveau des abreuvoirs Bandapa (1), Mbonou-pont (2) et Mbonou-ka (3) entre février 1991 et août 1992. L'abreuvoir Bandapa est fréquenté par les zébus adultes, celui de Mbonou-pont par les veaux et celui de Mbonou-ka accueille des troupeaux pendant les transhumances seulement.



donnée d'ailleurs au chapitre VI. La présence d'une espèce supplémentaire, *G. fusca congolensis*, rend plus complexe l'appréciation du risque trypanosomien. Pour la période comprise entre mai 1991 et avril 1992, la pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* est toujours nulle alors que la pression trypanosomienne exercée par *G. fusca* est positive en novembre 1991 (tableau V.1. - annexe B).

2.1.3. Pression trypanosomienne et prévalences trypanosomiennes chez les zébus d'Ouro-Djafoun

Chez Ardo Sae et chez Ardo Hodi, les pressions trypanosomiennes sont nulles toute l'année, et de ce fait, ne sont absolument pas corrélées aux prévalences trypanosomiennes. En ce qui concerne l'élevage A.N.D.E., l'analyse des corrélations montre que les prévalences trypanosomiennes globales chez les bovins et les prévalences imputables à chacun des parasites pris isolément ne sont pas liées aux pressions trypanosomiennes, à l'abreuvoir Bandapa comme à l'abreuvoir Mbonou-pont, et ce, quelle que soit la technique de détection employée (annexe C). En revanche, les traitements au Bérénil effectués sur ce troupeau sont bien corrélés ($r = 0,911$, $p < 5\%$) aux DAP enregistrées à l'abreuvoir Mbonou-pont (fig. 50). Hormis la restriction émise par NANKODABA *et al.* (1989) à propos des troupeaux de zébus transhumants, aucun travail publié à ce jour ne mentionne une telle disharmonie dans l'intimité des liens existant habituellement entre pression trypanosomienne et prévalences trypanosomiennes chez les bovins. Comment peut-on expliquer ce fait?

En premier lieu, nous évoquons le problème de la significativité des techniques employées pour la détection des trypanosomes, chez les glossines (chapitre IV, § 4.2.) et chez les bovins. Chez ces derniers, nous avons vu (chapitre IV, § 2.3.) que la technique de détection des antigènes circulants (test ELISA) ne mesure pas les mêmes phénomènes que les techniques microscopiques. Jusqu'à présent, personne n'a encore prouvé l'existence d'une corrélation entre les prévalences trypanosomiennes chez le bétail calculées à partir de techniques immunodiagnostiques et les pressions trypanosomiennes. Du reste, les prévalences révélées par les techniques parasitologiques ne sont pas non plus liées à la pression trypanosomienne.

En second lieu, nous sommes amenés à évoquer le problème des traitements réalisés par les éleveurs traditionnels, sujet dont nous avons déjà débattu (chapitre IV, § 2.3.3.). De surcroît, comme cela est démontré dans un travail récent (CODJIA *et al.*, 1993), l'existence de souches de *T. congolense* résistantes aux trypanocides est un facteur important qui peut affecter la significativité des corrélations entre pression glossinaire et prévalences trypanosomiennes chez les bovins.

Enfin, nous devons envisager que *G. f. fuscipes* ne joue pas à elle seule le rôle épizootologique qui lui était attribué jusqu'à présent. Il paraît en effet extrêmement curieux que le bétail puisse être autant affecté par les trypanomoses, aussi bien chez Ardo Sae que chez Ardo Hodi alors qu'aucune infection trypanosomienne mature n'est jamais décelée chez *G. f. fuscipes* au niveau des abreuvoirs de saison des pluies. Sur le site A.N.D.E., en dépit de l'abondance de *G. f. fuscipes*, la pression trypanosomienne reste nulle à l'abreuvoir Bandapa, fréquenté pourtant par le troupeau adulte (chapitre II). Si *G. f. fuscipes* n'intervient pas de manière aussi prépondérante qu'escompté, comment s'effectue la transmission des trypanosomes?

2.2. Synthèse épidémiologique

2.2.1. Un espace épidémiologique vaste et hétérogène

Le chapitre II nous a permis de connaître l'agencement de l'espace pastoral, tel qu'il est utilisé par un zébu (*Bos indicus*) au sein du troupeau. Celui-ci répartit son activité entre les trois domaines fondamentaux de l'espace pastoral Mbororo : l'abreuvoir, le pâturage et l'aire de repos. Le chapitre III nous a renseigné sur la distribution spatiale des insectes vecteurs potentiels. *G. f. fuscipes*, essentiellement inféodée à la galerie forestière, effectue des incursions temporaires en savane et à l'aire de repos en empruntant vraisemblablement les sentiers des bovins. En ce qui concerne les taons, peu de données sont disponibles. En revanche, les informations accumulées sur les stomoxes (principalement *Stomoxys nigra*) indiquent que ces diptères hématophages se complaisent principalement au niveau de l'aire de repos du bétail, mais se rencontrent également ailleurs, dans la savane environnante et jusqu'à l'abreuvoir.

L'existence d'une dimension spatiale, aussi bien dans l'activité des hôtes définitifs que des vecteurs, nous conduit à introduire la notion d'espace épidémiologique. Cet espace peut être défini comme l'ensemble des domaines géographiques fréquentés à la fois par le bétail, les vecteurs et les trypanosomes. Dans un premier temps, nous l'assimilerons à l'espace pastoral.

Cependant, l'espace épidémiologique n'est pas aisé à circonscrire. Il n'est en réalité, ni défini géographiquement, ni figé. Ses frontières sont insaisissables et mouvantes. Chaque troupeau évolue dans un espace épidémiologique propre mais les espaces épidémiologiques de troupeaux voisins

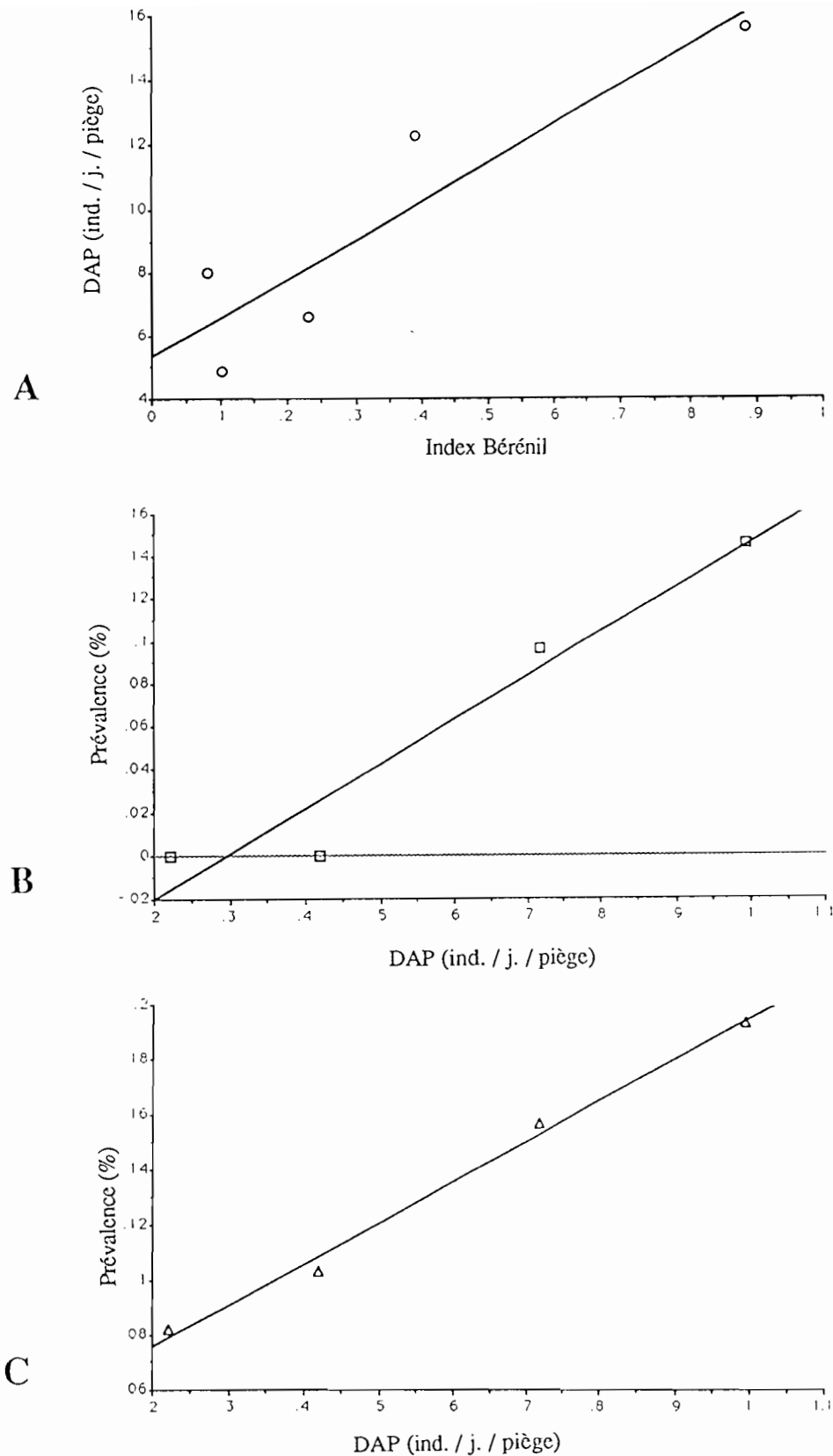


Figure 50: A. Droite de régression illustrant la relation existant entre l'Index Bérénil et les densités apparentes de *G. f. fuscipes* (D.A.P.) à l'abreuvoir Mbonou-pont. B. Droite de régression illustrant la relation existant entre les densités apparentes de stomoxes (D.A.P.) à l'aire de repos et la prévalence de *T. vivax*, obtenue par les méthodes parasitologiques C. Droite de régression illustrant la relation existant entre les densités apparentes de stomoxes (D.A.P.) à l'aire de repos et la prévalence de *T. vivax*, obtenue par la méthode immunodiagnostique ELISA

Toutes les données proviennent du site d'élevage ANDE.

s'intriquent. De plus, les transhumances amènent les troupeaux à traverser d'autres territoires épidémiologiques, parfois éloignés. Enfin, *G. f. fuscipes* et les autres insectes vecteurs potentiels se déplacent constamment d'un espace épidémiologique à un autre.

En définitive, on doit envisager l'existence d'un "super-espace épidémiologique", qui résulte de l'intrication des espaces épidémiologiques élémentaires (propres à chaque troupeau), et dans lequel circulent d'une part les zébus, au cours des transhumances ou des mouvements historiques de plus grande ampleur (chapitre II, § 3.2.1.) et d'autre part les insectes vecteurs. Nous devons maintenant nous interroger sur l'homogénéité de cet espace, en cherchant à savoir si la probabilité pour un zébu de contracter une infection trypanosomienne est identique en tous points et en tous temps.

2.2.2. Lieux et périodes de contamination

Nous avons démontré l'existence d'une composante spatiale dans l'activité quotidienne des zébus (chapitre II, § 3.2.3.1.). Le circuit quotidien d'un troupeau traverse des milieux écologiques variés, tant d'un point de vue floristique que faunistique. Le passage obligé à l'abreuvoir et la traversée éventuelle de galeries forestières amènent le bétail au contact de *G. f. fuscipes*, pendant un temps très court. Par contre, le séjour à l'aire de repos est long et de ce fait aboutit à une confrontation élevée avec les stomoxes. Au pâturage, c'est encore l'inconnu : taons, glossines et stomoxes s'y rencontreraient de manière sporadique (fig. 20). Il est probable que l'éloignement de la place pâturée par rapport à la galerie forestière ou de l'aire de repos conditionne l'intensité du contact avec *G. f. fuscipes* et les stomoxes, à moins qu'il n'existe des individus "spécialisés", qui suivent les zébus tout le long du circuit. Nos observations indiquent qu'il existe vraisemblablement deux points de contact privilégiés entre les zébus et les insectes vecteurs potentiels : l'abreuvoir et l'aire de repos. Il ne faut pas oublier pour autant que sur certains sites pastoraux, par exemple chez Ardo Sae, le troupeau peut délaisser les abreuvoirs habituels pour venir se désaltérer au niveau de mares temporaires. Ce comportement particulier, observé uniquement en saison des pluies, peut avoir des répercussions épidémiologiques importantes. En effet, nous avons vu que *G. f. fuscipes* et les stomoxes fréquentent ces lieux (fig. 33), même s'ils sont éloignés de la rivière et de l'aire de repos. Pour cette raison, ces points d'eau temporaire peuvent être des lieux de contamination.

Nous avons également souligné l'importance de la composante temporelle dans l'activité quotidienne des zébus et des glossines. Poussé par l'éleveur, le troupeau quitte le matin l'aire de repos pour s'alimenter en eau et en herbe, avant de regagner l'aire de repos le soir. Quelques minutes seulement sont consacrées à l'abreuvement tandis que la pâture occupe la plus grande part de la journée d'un zébu (fig. 12), le reste étant passé à l'aire de repos. En ce qui concerne *G. f. fuscipes*, son activité est répartie sur toute la journée. De ce fait, le bétail est susceptible d'être agressé par des individus de cette espèce pendant une grande partie de la journée.

En raison des modalités particulières d'occupation spatio-temporelle de l'espace pastoral par les zébus et les vecteurs potentiels on peut se demander si l'intensité du contact est identique dans les différents endroits de contamination supposés.

Pour répondre à cette question, nous calculons un indice de contact (K) entre, d'une part, les zébus (veaux et adultes) et, d'autre part, les stomoxes et *G. f. fuscipes*, à l'abreuvoir et à l'aire de repos, à trois périodes différentes de l'année (février, mai et août 1992). Nous considérons le cas de l'élevage ANDE, pour lequel nous disposons des données numériques les plus nombreuses (tableau V.2. - annexe B).

La formule utilisée est :

$$K = \frac{\text{D.A.P.} \times \text{P.T.} \times t}{n}$$

- D.A.P. = densités apparentes au piège (nombre d'individus par piège et par jour) des deux vecteurs potentiels *G. f. fuscipes* et *Stomoxys nigra* à trois endroits : l'aire de repos, l'abreuvoir Mbonou-pont et l'abreuvoir Bandapa.

- P. T. = taux moyen annuel de repas sanguins pris sur bovins par les deux vecteurs potentiels. Cette valeur est égale à 10,4% pour *G. f. fuscipes* et nous admettons (d'après nos observations et les propos des éleveurs Mbororo) qu'elle approche 100% pour *S. nigra*.

- t = temps moyen passé chaque jour (entre 6h00 et 18h00) par les veaux et les adultes, d'une part (tAb) à leur abreuvoir, respectivement celui de la Mbonou-pont et celui de la Bandapa et d'autre part (tAR) à l'aire de repos.

- n = effectif de la population bovine en contact avec les vecteurs potentiels.

Tableau O :

Indice de contact (K) entre les zébus (veaux et adultes) et les vecteurs potentiels (*S. nigra* et *G. f. fuscipes*) à l'aire de repos et à l'abreuvoir, en Février, Mai et Août 1992

		<i>G. f. fuscipes</i>		<i>S. nigra</i>	
		K Ab	K AR	K Ab	K AR
Fevrier	Veaux	0	0	0	3630
	Adultes	8,74	0	0	200
Mai	Veaux	30,2	0	0	2630
	Adultes	1,26	0	5,6	606
Août	Veaux	318,5	52	5,5	24500
	Adultes	1,16	12,6	0	5960

Légende: DAP Ab = Densité apparente à l'abreuvoir
DAP AR = Densité apparente à l'aire de repos
t Ab = temps passé à l'abreuvoir
t AR = temps passé à l'aire de repos
K Ab = indice de contact entre les zébus et les vecteurs à l'abreuvoir
K AR = indice de contact entre les zébus et les vecteurs à l'aire de repos

Cet indice K est faible aux abreuvoirs, quel que soit le vecteur considéré, puisque compris entre 0 et 8,74, sauf en mai et août sur la Mbonou-pont où cet indice atteint 30,2 et 318,5 avec *G. f. fuscipes*. A l'aire de repos, cette valeur est toujours plus élevée puisque comprise entre 12,6 et 52 avec *G. f. fuscipes* et entre 200 et 24500 avec les stomoxes (tableau O). Quelle que soit la période, les veaux sont toujours plus en contact avec les glossines et les stomoxes que les adultes. L'aire de repos se présente donc comme le lieu de contact le plus important, et donc de contamination trypanosomienne le plus probable.

Notre étude, conduite sur un nombre limité de stomoxes ($n = 43$), ne permet pas de mettre en évidence l'existence de trypanosomes chez ceux-ci (chapitre IV, § 3.3.). Mais sur le site d'élevage A.N.D.E., les densités de stomoxes à l'aire de repos sont néanmoins corrélées de manière significative (fig. 50) aux prévalences chez les bovins de *T. vivax*, obtenues avec les méthodes parasitologiques ($r = 0,968$, $p < 5\%$) et avec la technique de détection des antigènes circulants ($r = 0,997$, $p < 1\%$). Sur ce même site, *G. f. fuscipes* est le seul insecte trouvé porteur de *T. congolense*, *T. vivax* et *T. b. brucei* et constitue probablement le vecteur majeur de ces parasites. Toutefois, la probabilité pour le bétail de contracter une infection en saison sèche apparaît quasiment nulle, puisqu'à cette période, les populations de glossines :

- sont relativement plus jeunes qu'en saison des pluies (chapitre III, § 4.3.3.), donc moins infectantes (chapitre IV, § 3.2.4.),
- se nourrissent proportionnellement moins sur les bovins (chapitre III, § 4.3.5.),
- ne présentent pas d'infections matures apparentes (chapitre IV, § 3.2.2.5.).

La contamination du bétail par *T. vivax*, *T. brucei* et *T. congolense*, du moins dans le cas de l'élevage A.N.D.E., n'apparaît donc possible qu'en saison des pluies, lorsque les glossines sont plus âgées et porteuses de trypanosomes métacycliques infectants, avec une proportion cependant très faible. Dans ces conditions, nous pouvons émettre l'hypothèse épizootiologique suivante : les bovins se contamineraient lors de l'abreuvement, principalement en fin de saison des pluies, à l'occasion de contacts répétés avec *G. f. fuscipes* au niveau de l'abreuvoir principalement.

Cependant, la pression trypanosomienne exercée par cette espèce en saison des pluies ne peut expliquer, à elle seule et de manière satisfaisante, les infections trypanosomiennes rencontrées chez le bétail, toute l'année malgré les traitements trypanocides effectués régulièrement. Faut-il envisager l'intervention d'un autre vecteur, ou d'un autre mode de transmission ?

2.2.3. Transmission cyclique et mécanique

Le problème de l'existence et de l'importance d'une transmission mécanique du nagana est soulevé depuis longtemps (BOUET et ROUBAUD, 1912 ; BUXTON, 1955). Rappelons que la transmission mécanique est la capacité pour des arthropodes hématophages de transmettre un (ou des) agent(s) pathogène(s) entre un ou plusieurs hôtes, sans recours à une phase de développement cyclique de l'agent. FOIL (1989) distingue quatre étapes lors d'une transmission mécanique : 1°/ le vecteur commence un repas de sang sur un hôte infecté, 2°/ ce repas est interrompu, 3°/ le vecteur se déplace, emportant avec lui des restes sanguins contenant l'agent infectieux et rencontre un autre hôte dans un délai bref et 4°/ le vecteur prend un repas de sang sur ce nouvel hôte et lui injecte l'agent transporté. Il est généralement admis qu'un vecteur mécanique efficace est fréquemment interrompu pendant son alimentation sanguine, est très mobile et possède des pièces buccales suffisamment larges pour contenir le parasite.

Plusieurs espèces de trypanosomes figurent dans la vaste liste des agents pouvant être transmis de façon mécanique (FOIL, 1989). *T. evansi*, dans plusieurs parties du monde, est habituellement transmis de cette façon par des tabanides et des stomoxes (LUCKINS, 1992). En Amérique centrale et du sud, la transmission de *T. vivax* suit également cette voie (DESQUESNES, 1992 ; GARDINER, 1992). Dans ces régions vides de glossines, *Stomoxys calcitrans* et des tabanides comme *Cryptotylus unicolor* (FOIL, 1989), *Tabanus importunus* (RAYMOND, 1990) et *T. nebulosus* (OTTE et ABUABARA, 1991) sont des vecteurs expérimentaux efficaces. En Afrique intertropicale, où coexistent glossines, stomoxes et tabanides, le débat sur la transmission mécanique se pose de manière aigüe. La présence de foyers de nagana à *T. vivax* se maintenant en l'absence de glossines rend inéquivoque l'intervention d'autres insectes comme les stomoxes et les taons (NAWATHE *et al.*, 1988 ; BAUER *et al.*, 1988a ; CHOLLET, 1992 ; VAN DER MERWE, 1992). Au Soudan (BUXTON, 1955) et en Rhodésie (BOYT *et al.*, 1970), l'existence d'une transmission mécanique de *T. congolense* est supputée. Elle est démontrée au laboratoire par le taon *Tabanus thoracinus* (FOIL, 1989) et *G. f. fuscipes* (JACQUIET, 1989). En ce qui concerne *T. brucei* s.l., il est prouvé de manière expérimentale que ce parasite est transmissible par voie mécanique par des tabanides (FOIL, 1989), par *Stomoxys calcitrans* (STRAIF *et al.*, 1990) et par *G. m. morsitans* (ROBERTS *et al.*, 1989). Mais jusqu'à présent, aucun travail réalisé dans des conditions épidémiologiques naturelles ne quantifie l'importance de la transmission mécanique dans

des zones à glossines où la transmission cyclique est la voie essentielle d'entretien du nagana (WIESENHUTTER, 1976 ; ABDEL-RAZIG, 1981 ; FOIL, 1989 ; D'AMICO *et al.*, 1992b).

Puisque dans la commune d'Ouro-Djafoun, les fortes prévalences trypanosomiennes trouvées toute l'année chez les zébus ne peuvent être entièrement expliquées par la pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* aux l'abreuvoirs, nous émettons donc l'hypothèse que les stomoxes, dans ce contexte précis, sont des vecteurs mécaniques possibles des trypanosomes. Cette hypothèse s'appuie sur les trois arguments suivants : 1) les observations réalisées sur le site d'élevage A.N.D.E. soulignent l'intimité des contacts existant entre les zébus et les stomoxes (*S. nigra* en particulier), 2) les prévalences trypanosomiennes de *T. vivax* chez les bovins du troupeau A.N.D.E. sont liées aux densités des stomoxes à l'aire de repos et 3) la transmission mécanique des trypanosomes par les stomoxes est expérimentalement démontrée.

Il convient maintenant, d'une part, de démontrer la transmission mécanique effective de trypanosomes par les stomoxes dans le contexte précis d'Ouro-Djafoun et, d'autre part, d'évaluer les taux d'infection trypanosomienne chez ceux-ci. On peut espérer résoudre ces problèmes par 1) un échantillonnage adapté des populations de stomoxes, 2) la recherche des trypanosomes par la méthode de dissection microscopique chez un nombre élevé d'individus et 3) la mise en oeuvre de la technique de la PCR, susceptible de détecter spécifiquement et sans équivoque un unique trypanosome dans une trompe d'insecte (chapitre IV, § 4.2.2.).

2.2.4. L'importance épidémiologique des pratiques pastorales

2.2.4.1. Chez les veaux et les adultes

Pendant leur première année les veaux bénéficient d'une conduite pastorale différente des adultes (chapitre II, § 3.2.3.1.). Jusqu'à l'âge de 4 ou 5 mois, les veaux restent attachés toute la journée à l'aire de repos. Par la suite, ils effectuent un parcours différent de celui des adultes, sauf en début de saison des pluies, lorsque leurs mères les rejoignent en fin d'après midi pour un circuit commun à l'ouest du campement (fig. 10 et 11). A partir de cette période, les veaux et les mères passent autant de temps à l'aire de repos, inférieur d'une heure en moyenne à celui que passe le reste du troupeau (fig. 12). Mais les abreuvoirs fréquentés sont différents : dès le début de la saison des pluies, les veaux boivent à la Mbonou-pont où la pression trypanosomienne est comprise entre 0,0476 et 0,5 mouches infectieuses par jour et par piège, tandis que les adultes boivent à la Bandapa, où la pression trypanosomienne est nulle toute l'année. Nous avons indiqué (chapitre IV, § 2.2.3.2.) que les prévalences chez les veaux étaient différentes de celles mesurées chez les adultes. Ces observations sur les pratiques pastorales nous font suspecter des prévalences et des modes de contamination différents parmi les différents groupes de zébus ayant la même activité pastorale (fig. 12).

En effet, l'application du test ELISA montre que la prévalence des veaux augmente avec les modifications de comportement : ils sont peu infectés (prévalences inférieures à 20%) lorsqu'ils sont encore attachés à l'aire de repos mais deviennent progressivement plus touchés au fur et à mesure qu'ils développent une activité pastorale analogue à celle des adultes, avec une étape d'abreuvement et un long parcours de pâture (fig. 51). En pleine saison des pluies (août), les veaux sont aussi parasités que le reste du troupeau (prévalences proches de 80%) et la proportion relative des trois trypanosomes est comparable.

En saison sèche et en début de saison des pluies, le test ELISA ne détecte *T. vivax* ni chez les veaux, ni chez les taureaux. Ce sont les vaches mères qui offrent le plus fort taux d'infection par cette espèce. En pleine saison des pluies (août) les trois trypanosomes pathogènes se rencontrent en proportion égale chez les différents groupes. Cette observation peut être expliquée par le fait qu'à cette époque, le comportement des veaux devient proche de celui des adultes (cf. chapitre II). En outre, il est intéressant de constater qu'en février, le test de détection des antigènes circulants n'identifie que des parasites de l'espèce *T. brucei* chez les veaux alors qu'aucun trypanosome n'est trouvé par les techniques microscopiques (tableau II.5. - annexe B). A cet âge, ils ne quittent pas la place de repos et les trypanosomes sont donc transmis à cet endroit. En cette période de saison sèche, aucune *G. f. fuscipes* n'est capturée autour du campement (fig. 20). En revanche, les stomoxes s'y rencontrent en abondance et l'on peut supposer qu'ils sont responsables d'une transmission mécanique de cette espèce.

Ces réflexions, complémentaires de celles réalisés sur l'influence de l'âge dans les infections trypanosomiennes (chapitre IV, § 2.2.3.2.), indiquent : 1) que la conduite pastorale est un facteur déterminant dans l'acquisition des infections trypanosomiennes, 2) que l'aire de repos est un lieu de contamination et 3) que les stomoxes pourraient transmettre également l'espèce *T. brucei*.

2.2.4.2. Pendant les transhumances

D'un point de vue épidémiologique, la transhumance se caractérise par quatre événements importants :

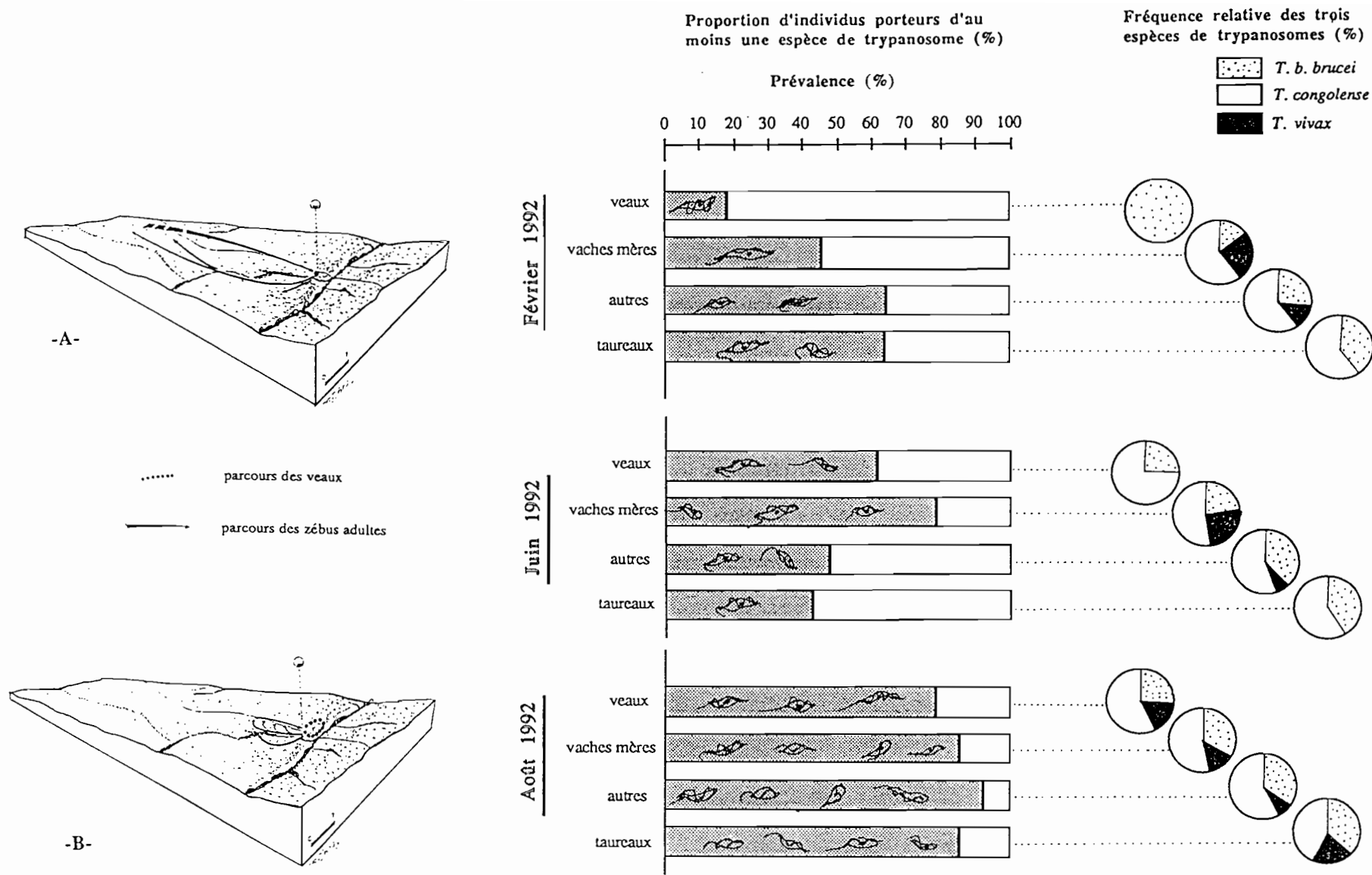


Figure 51 : Prévalences et fréquences relatives des trois espèces de trypanosomes chez quatre groupes de zébus à conduite pastorale différente. A gauche de la figure, les parcours des veaux et des adultes pendant la saison sèche (A) et la saison des pluies (B) sont rappelés.

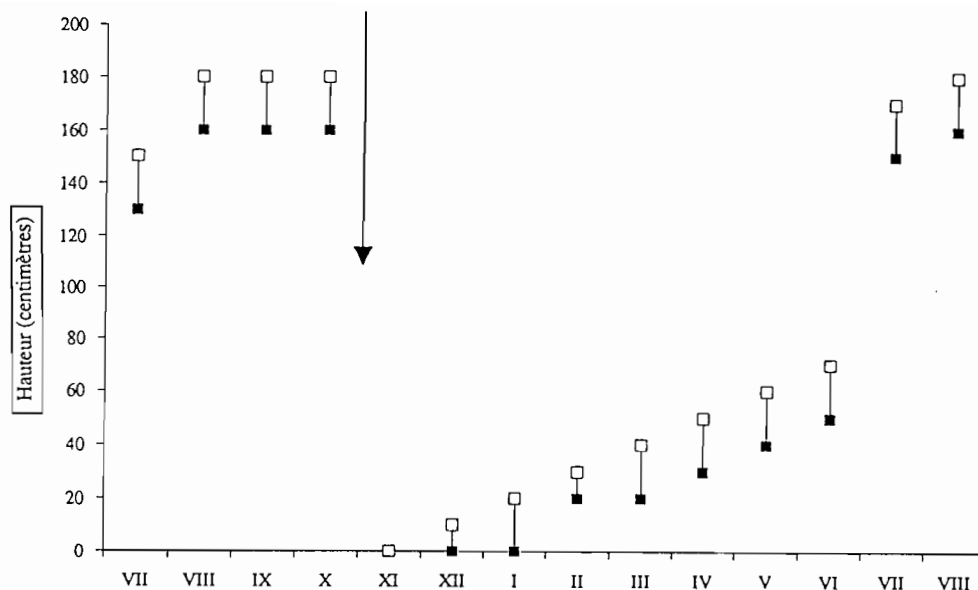


Figure 52 : Evolution de la hauteur des herbes le long du sentier fréquenté par le troupeau A.N.DE. pour se rendre de l'aire de repos à l'abreuvoir Bandapa. La flèche situe l'époque à laquelle le pâturage est brûlé par l'éleveur. (carrés blancs : hauteurs maximales et carrés noirs : hauteurs minimales)

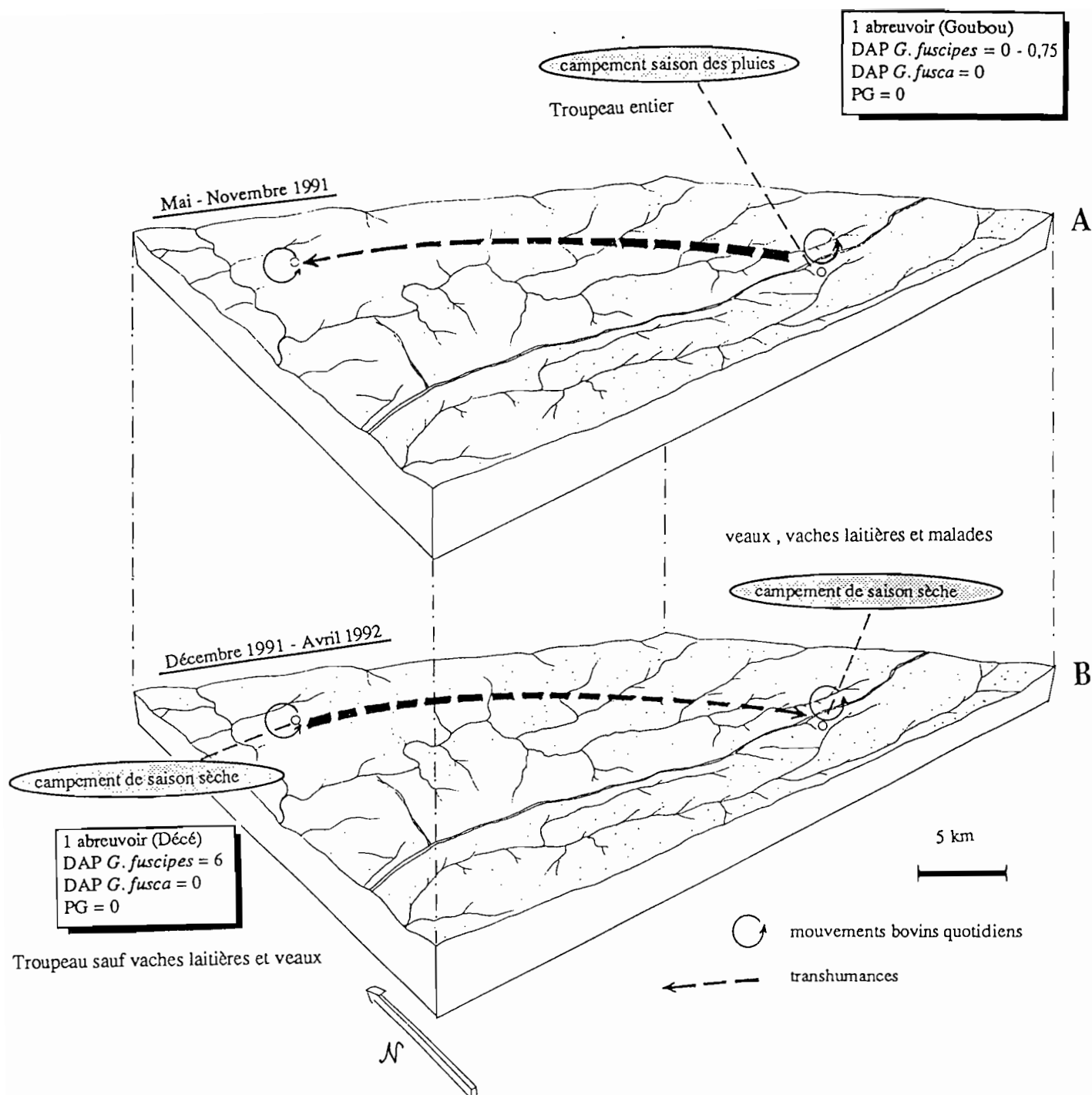


Figure 53 : Importance des pratiques pastorales dans l'épidémiologie des trypanosomoses bovines: la transhumance partielle de saison sèche.

En décembre 1991, la plus grosse partie du troupeau de Ardo Hodi quittait l'espace pastoral de saison des pluies (A) pour gagner l'espace pastoral de saison sèche (B). L'éleveur et une partie de sa famille continue de résider au campement permanent, et garde à cet endroit les veaux, les vaches laitières et quelques zébus en mauvaise condition sanitaire. Bien que les itinéraires précis des trajets aller (A) et retour (B) soient méconnus, le troupeau traverse obligatoirement plusieurs rivières et plusieurs espaces pastoraux, chacun étant caractérisé par des pressions glossinaires et stomoxyiennes différentes. Cette scission du troupeau entraîne vraisemblablement une épidémiologie différente. Pour chaque campement adopté, sont indiqués: le nombre d'abreuvoirs et leur nom, les densités (DAP) de *G. f. fuscipes* et *G. fusca*, minimales et maximales enregistrées et la pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* (PG) liée aux infections matures à l'abreuvoir.

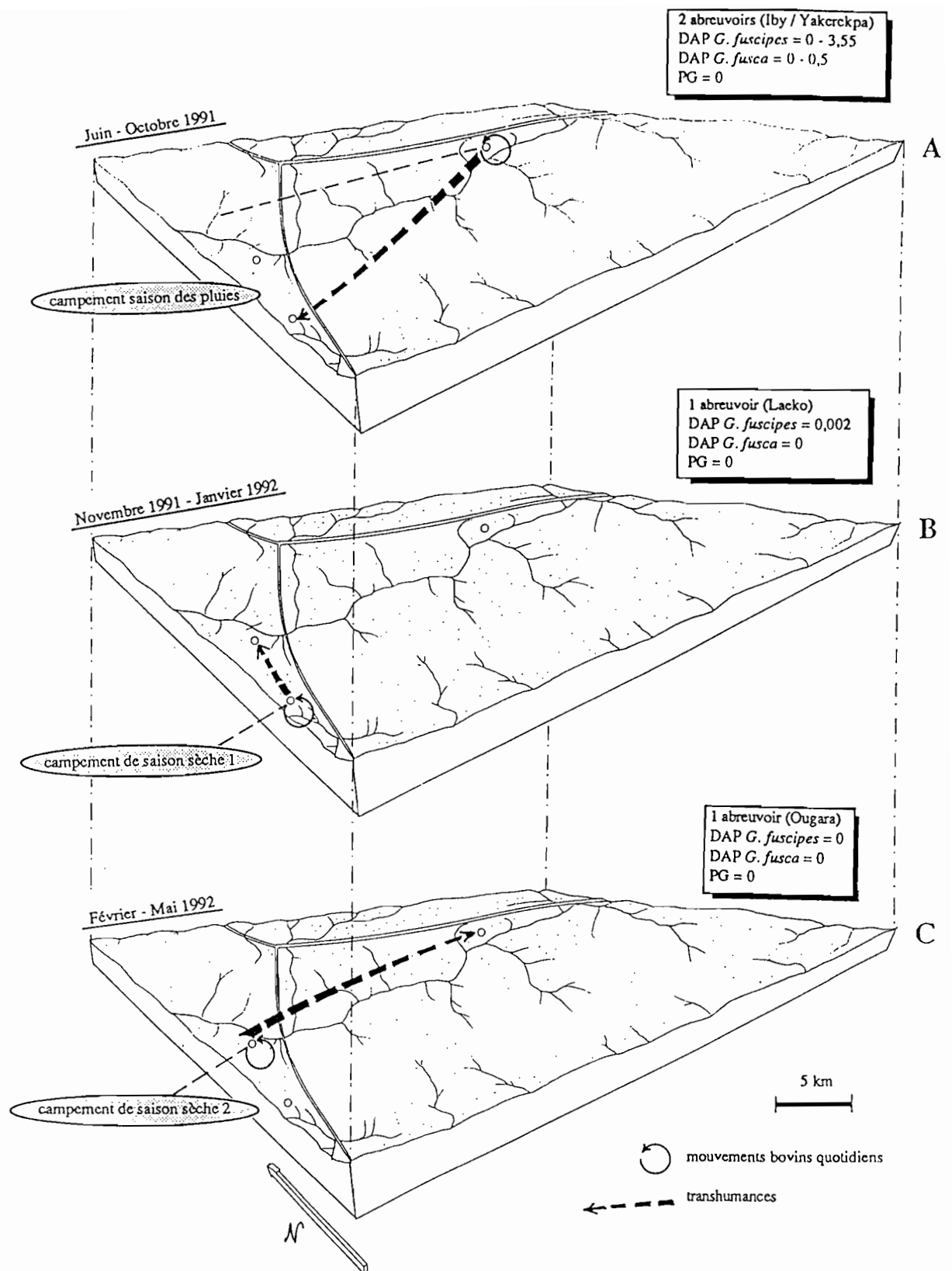


Figure 54 : Importance des pratiques pastorales dans l'épidémiologie des trypanosomoses bovines: la transhumance totale de saison sèche.

En octobre 1991, l'ensemble du troupeau de Ardo Sae quittait l'espace pastoral de saison des pluies (A) pour gagner un nouvel espace pastoral (B), lui-même abandonné pour un autre campement de saison sèche (C). Le retour au campement de saison des pluies s'effectue à la fin de la saison sèche. Bien que les itinéraires précis des trajets aller (A) et retour (B) soient méconnus, le troupeau traverse obligatoirement plusieurs rivières et plusieurs espaces pastoraux, chacun étant caractérisé par des pressions glossinaires et stomoxiennes différentes. Pour chaque campement adopté, sont indiqués: le nombre d'abreuvoirs et leur nom, les densités (DAP) de *G. f. fuscipes* et *G. fusca*, minimales et maximales enregistrées et la pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* (PG) liée aux infections matures à l'abreuvoir.

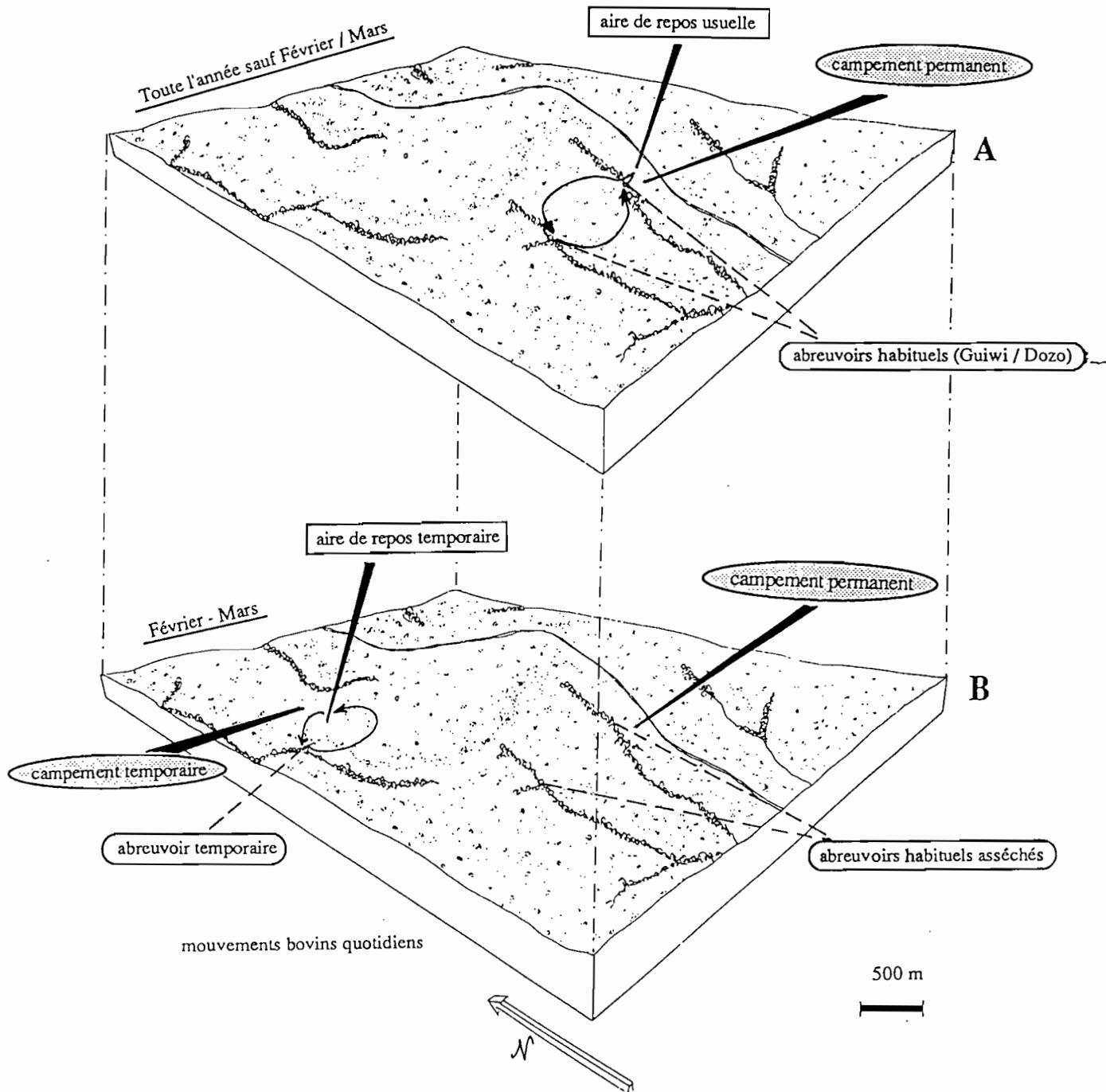


Figure 55 : Importance des pratiques pastorales dans l'épidémiologie des trypanosomoses bovines: l'assèchement des rivières, une entrave à la sédentarité.

Ardo Bouba, sédentaire et cultivateur (A), est confronté à l'assèchement temporaire des 2 abreuvoirs habituellement fréquentés par son bétail. Cet événement le conduit à rechercher en février et mars un ruisseau permanent pour y abreuver ses bêtes et à déplacer l'aire de repos du troupeau (B). Ce glissement de quelques centaines de mètres a deux conséquences: i) le troupeau se retrouve soumis temporairement à de nouvelles pressions glossinaires et stomoxiennes et ii) la stratégie de piégeage choisie par cet éleveur se trouve bouleversée. Dans cet exemple également, les pratiques pastorales paraissent un facteur déterminant dans l'épidémiologie des trypanosomoses et de la lutte contre ces affections.

a) une période itinérante d'aller et de retour plus ou moins longue (fig. 53 et 54), qui conduit le troupeau à traverser plusieurs pâturages et galeries forestières fréquentés par d'autres troupeaux (fig. 13 et 14 et chapitre II, 3.3.), et caractérisés par des pressions glossiniennes et stomoxyniennes variées.

b) l'occupation d'un espace pastoral nouveau avec des pressions trypanosomiennes propres (fig. 53 et 54) pendant une période moyenne de 5,5 mois (LE MASSON et REMAYEKO, 1990).

c) une occupation possible par d'autres troupeaux de l'espace pastoral de saison des pluies délaissé le temps de la transhumance. Chez les Mbororo, il est interdit d'investir un campement délaissé par un prédécesseur, mais rien n'interdit au nouvel arrivant de construire un camp à proximité. Ce cas est observé chez Ardo Sae, dont l'abreuvoir Yakerekpa et la savane environnante sont occupés de janvier à avril 1992.

d) une scission du troupeau en cas de transhumance partielle (fig 53). La majeure partie du troupeau se trouve alors confrontée à de nouvelles pressions trypanosomiennes, tandis que la partie résidente (veaux, vaches laitières et malades) reste soumise à la pression habituelle.

Les transhumances, en conduisant à un énorme "brassage épidémiologique", ont vraisemblablement un impact sur les populations trypanosomiennes au sein de ce que nous avons appelé le "super-espace épidémiologique". Pour vérifier cette hypothèse, il serait intéressant de conduire une étude de génétique des populations des divers trypanosomes circulants dans cette région (chapitre IV, § 4.2.2.)

2.2.4.3. En cas de sédentarité

La sédentarité n'exclue pas le risque trypanosomien en saison sèche puisque les prévalences trypanosomiennes chez le bétail peuvent être aussi fortes qu'en saison des pluies (chapitre IV, § 2.3.). Comme nous l'avons constaté pour l'élevage A.N.D.E., la sédentarité implique un changement dans les composantes spatiale et temporelle des pratiques pastorales (chap II, § 3.2.3.1.3.). En effet, la diminution de la masse végétale en saison sèche contraint le troupeau à allonger son circuit de pâture diurne (fig. 52) tandis que la sécheresse relative ambiante l'oblige à passer plus souvent à l'abreuvoir. Bien que les densités glossiniennes s'abaissent en saison sèche, l'allongement du circuit de pâture et du temps de fréquentation des abreuvoirs augmentent le risque de rencontre avec *G. f. fuscipes*.

Avec l'élevage d'Ardo Bouba nous voyons un autre cas de figure lié à la sédentarité. Cet éleveur, pourtant décidé à ne plus transhumer, est cependant amené à modifier le circuit de pâture de son troupeau et à déplacer les points d'abreuvement en raison de l'assèchement des rivières Guiwi et Dozo, habituellement utilisées par le troupeau (fig. 55). L'assèchement des petits cours d'eau est un phénomène récent (BOUTRAIS, 1988) et problématique pour les éleveurs, qui citent ce fait en deuxième position dans la liste des motifs les poussant à la transhumance (LE MASSON et REMAYEKO, 1990). La raison première justifiant l'existence des transhumances est la recherche de nouveaux pâturages. D'autre part, en début de saison sèche, mais aussi au milieu de celle-ci, les éleveurs allument des feux dans la savane. Ces feux de brousse sont destinés à reconstituer la strate herbacée appréciée par leurs bovins. Les agrostologues ont montré l'importance de ces feux pour l'entretien de la qualité des pâturages, tout en soulignant que l'anarchie dans la mise en oeuvre de ces pratiques conduit à l'effet contraire à celui recherché et aboutit à une dégradation progressive mais sûre des pâturages (AUDRU et HEDIN, 1971 ; HUGUENIN et BELDJE-BEDOGO, 1992).

2.2.5. Conclusion

L'importance des pratiques pastorales dans l'épidémiologie des trypanosomoses bovines a été maintes fois pressentie, mais jamais démontrée jusqu'à présent (HABTEMARIAM *et al.*, 1983b; SNOW et TARIMO, 1983; NANKODABA *et al.*, 1988; ROWLANDS *et al.*, 1993). Les seuls travaux entrepris dans cet esprit sont ceux réalisés en Gambie par WACHER *et al.* (1987 et 1989). Dans un paysage de savane, ils tentent de relier le comportement de bovins trypanotolérants en pâture à la distribution de *G. morsitans morsitans*, espèce inféodée à la savane et dont les moeurs ne sont absolument pas comparables à celles de *G. f. fuscipes*. Dans le contexte déjà peu étudié des savanes humides de Centrafrique, notre travail suggère que les caractéristiques spatiales et temporelles des pratiques pastorales Mbororo déterminent en partie les fortes prévalences enregistrées chez les zébus et met en évidence pour la première fois les relations intimes existant entre les mouvements des zébus et deux vecteurs potentiels (une glossine riveraine du groupe *palpalis* et les stomoxes).

Les observations réalisées au cours de ce travail nous permettent de proposer le schéma épidémiologique suivant :

1°/ *G. f. fuscipes* est le vecteur principal de *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei*. En effet, dans le contexte d'Ouro-Djafoun, cette espèce assure le maintien du cycle biologique de ces trois espèces

Glossina fuscipes fuscipes

Glossina fusca congolensis

Stomoxys spp.

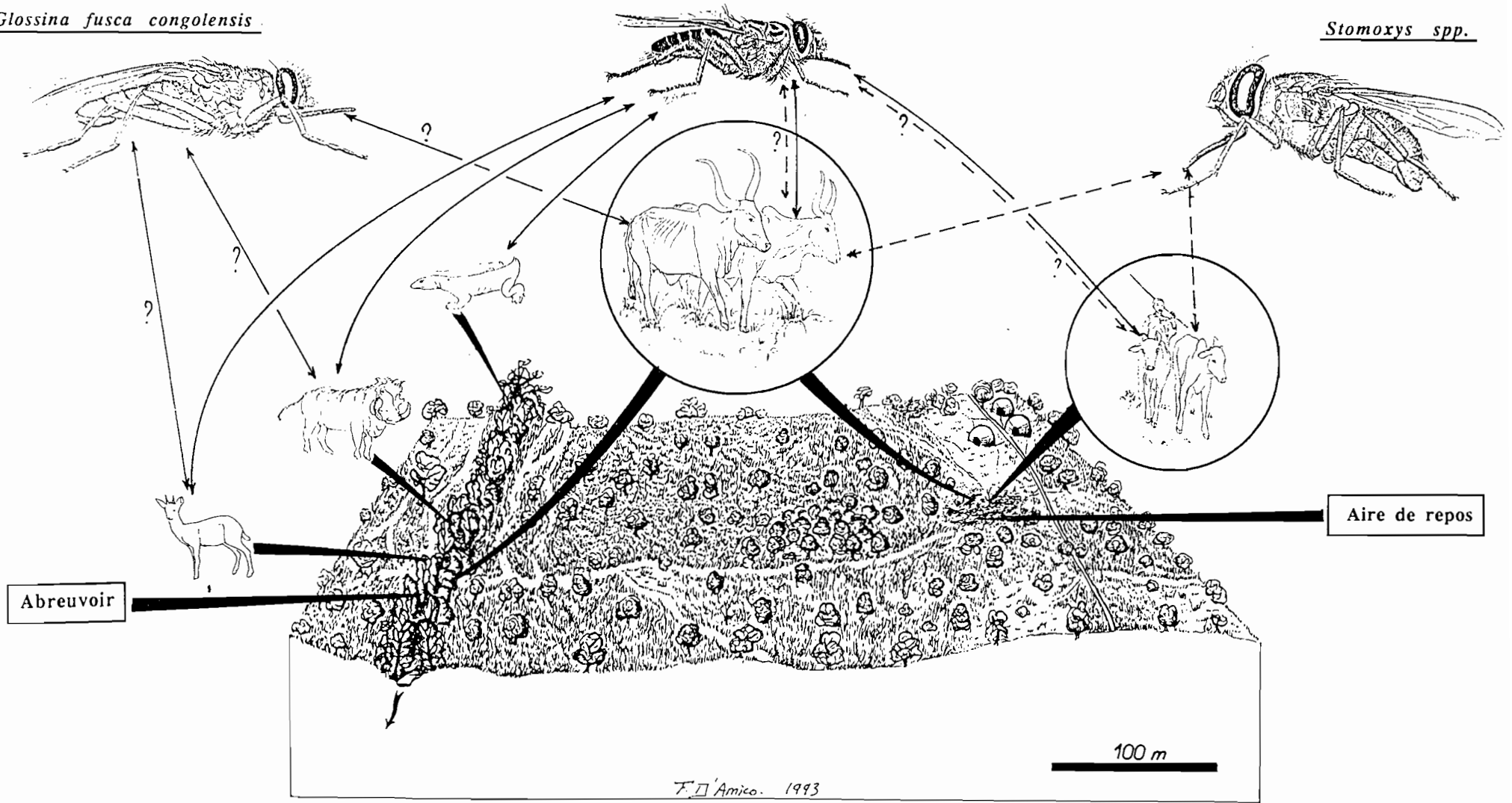
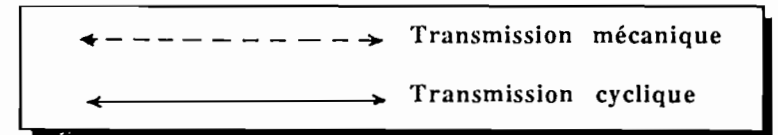


Figure 56 : Schéma hypothétique de synthèse épidémiologique :

Chez les bovins, *G.f. fuscipes* transmet à l'abreuvoir de façon cyclique (et mécanique?) *T. congolense*, *T. brucei* et *T. vivax*. Les stomoxes, *Stomoxys nigra* en particulier, transmettent ces trypanosomes à l'aire de repos par voie mécanique. *G. fusca congolensis* assure une transmission cyclique possible de *T. congolense*, *T. brucei* et *T. vivax*, au niveau de l'abreuvoir.

De plus, *G. f. fuscipes* transmet vraisemblablement *T. grayi* aux reptiles et *T. simiae* aux suidés sauvages tandis que *G. fusca congolensis* transmet *T. congolense*, *T. brucei* et *T. vivax* à certains ruminants sauvages.



(N.B.: les proportions ne sont pas respectées).

de trypanosomes et leur transmission aux bovins principalement au niveau des abreuvoirs à bétail, par voie cyclique et peut-être mécanique.

2°/ les stomoxes, *S. nigra* en particulier, sont des vecteurs accessoires intervenant dans la transmission mécanique des trypanosomes, en particulier de *T. vivax*, principalement à l'aire de repos du bétail.

Ce schéma, encore hypothétique, est émis dans le contexte particulier d'Ouro-Djafoun et l'on doit bien se garder de toute tentative de généralisation. En effet, dans l'ouest de la R.C.A., FINELLE (1957) attribue plutôt à certains taons un rôle accessoire dans la transmission des trypanosomes, sans pour autant écarter l'intervention des stomoxes, rencontrés en abondance (ITARD, com. pers.; FINELLE, com. pers.). De plus, l'espèce *G. fusca congolensis* est considérée comme un excellent vecteur de trypanosomes animales (FINELLE *et al.*, 1963b ; JORDAN, 1974 ; LEAK *et al.*, 1991) et la rareté de cette espèce sur la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun n'exclut pas son intervention. Son absence relative, en partie expliquée par la disparition du gibier, consécutive à l'activité pastorale et au braconnage (GOUTEUX, 1990), n'est peut-être que le reflet de l'inadaptation de la méthode de capture utilisée (piège bipyramidal).

Il est donc nécessaire, avant de restreindre notre système épidémiologique à deux agents, un vecteur biologique (*G. f. fuscipes*) assisté par un vecteur mécanique (*S. nigra*), d'étendre nos connaissances à d'autres insectes vecteurs potentiels comme *G. fusca congolensis* et les taons (fig. 56).

3. *G. f. fuscipes* et la transmission des trypanosomes animales et humaines en R.C.A.

3.1. *G. f. fuscipes* : une glossine aux facettes multiples

Plusieurs auteurs se sont attachés à caractériser la capacité vectorielle de glossines d'intérêt médical et/ou vétérinaire (LE RAY, 1988 et 1989 ; RYAN *et al.*, 1982 et 1986 ; MOLOO *et al.*, 1988a,b et 1992b). Selon LE RAY (1988 et 1989), ce concept mesure l'aptitude des glossines à mener à son terme une infection pour les trois trypanosomes d'intérêt économique, *T. brucei*, *T. congolense* et *T. vivax*, sans préjuger de leur capacité à piquer un hôte infectant et à transmettre cette infection. En revanche, la capacité vectorielle des glossines pour *T. simiae* et *T. grayi* est encore méconnue. Cela tient au fait que ces trypanosomes ont une importance économique et sont difficiles à isoler et à maintenir en culture (DUKES *et al.*, 1991; DIRIE *et al.*, 1991). Dans ce domaine de recherches, l'intérêt porté à *G. f. fuscipes* est relativement faible. Certes, cette espèce est bien étudiée aux abords du lac Victoria (Afrique de l'Est) pour son rôle majeur dans la transmission à l'homme de *T. brucei rhodesiense* (VAN VEGTEN, 1971 ; LANCIEN *et al.*, 1990b ; STEVENS et WELBURN, 1993). En Ethiopie, *G. f. fuscipes* est considérée comme un mauvais vecteur des trypanosomes bovins (LEAK *et al.*, 1993). Au centre de son aire de répartition, l'importance épidémiologique de cette espèce est soulignée au Zaïre (LEAK *et al.*, 1991) et en Centrafrique (FINELLE *et al.*, 1963 ; CUISANCE *et al.*, 1991, 1992). Tous les travaux aboutissent à la même conclusion (chapitre IV, § 4.1.) : *G. f. fuscipes* est une glossine peu apte à la maturation des trypanosomes (HARLEY, 1967 ; VAN VEGTEN, 1971 ; MOLOO *et al.*, 1992a ; DIA, 1993). Cependant, personne semble-t-il n'a encore entrevu l'extraordinaire comportement vectoriel de cette glossine. La République Centrafricaine, avec ses foyers actuels et historiques de maladie du sommeil et son élevage atteint par le nagana, nous offre l'opportunité d'illustrer ce fait.

Une enquête conduite récemment dans le foyer reviviscent de trypanosomose humaine de Nola-Bilolo, à l'ouest de la R.C.A., identifie *G. f. fuscipes* comme l'un des deux vecteurs responsables de la transmission de *T. brucei gambiense* (GOUTEUX *et al.*, 1992). Notre travail sur la commune d'Ouro-Djafoun dévoile l'existence d'au moins cinq espèces de trypanosomes hébergés par *G. f. fuscipes* : *T. simiae*, *T. groupe grayi*, *T. brucei brucei*, *T. vivax* et *T. congolense*. L'emploi des sondes d'ADN permet de supposer l'existence d'au moins une forme nouvelle, non reconnue par les sondes actuelles et d'affirmer que parmi les cinq formes de *T. congolense*, au moins trois (Savannah, Kilifi et Tsavo) sont rencontrées chez cette glossine (chapitre IV, § 4.2.1.). Cette technique démontre également la présence d'infections intestinales mixtes, dont l'existence est déjà soulignée ailleurs (MAJIWA et OTIENO, 1990 ; McNAMARA *et al.*, 1989 ; McNAMARA et SNOW, 1991). En définitive, indépendamment de l'assignation taxonomique à des rangs spécifiques ou subs spécifiques des trypanosomes cités, *G. f. fuscipes* héberge au moins huit trypanosomes différents. D'un point de vue épidémiologique, *G. f. fuscipes* intervient donc dans l'épizootiologie de la trypanosomose humaine (*T. brucei gambiense*), des trypanosomoses du bétail (*T. brucei brucei*, *T. vivax* et *T. congolense*), de la faune sauvage (mêmes trypanosomes que précédemment et d'autres non détectés par les outils actuels), des suidés (*T. simiae*) et des reptiles (*T. groupe grayi*). A ce titre, le vecteur *G. f. fuscipes* constitue également un important réservoir pour ces trypanosomes, qui croissent et se multiplient chez la mouche pendant toute sa vie.

Comment qualifier *G. f. fuscipes* autrement que par les termes de "vecteur polyvalent" ou de "vecteur mixte" (COMBES, com. pers.)?. Et comment expliquer cet incroyable comportement vectoriel?

Il est possible que l'opportunisme alimentaire de cette espèce soit à l'origine de ce comportement. En effet, contrairement à d'autres espèces de glossines dépendantes d'une gamme réduite d'hôtes (WEITZ, 1963), *G. f. fuscipes* se nourrit aussi bien sur des animaux à sang froid (reptiles) que sur des êtres homéothermes, depuis les oiseaux jusqu'aux mammifères, y compris l'homme (chapitre III, § 4.3.5.). De ce fait, cette espèce est en contact fréquent avec les trypanosomes de chacun de ces vertébrés.

3.2. Les "alliés" de *Glossina fuscipes fuscipes*

Dans la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun, *G. f. fuscipes* intervient dans le maintien biologique du cycle de *T. b. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* et dans leur transmission aux bovins. En revanche, le risque trypanosomien lié à cette espèce explique difficilement les fortes prévalences chez les zébus. Nous avons donc émis l'hypothèse que les stomoxes interviennent dans la transmission par voie mécanique de ces agents pathogènes.

Dans l'ouest de la R.C.A., près des massifs forestiers, *G. fusca congolensis* joue un rôle vecteur important et les tabanides interviennent de façon accessoire (FINELLE, 1957; FINELLE *et al.*, 1963a, b; YVORE *et al.*, 1965 a, b). Toutefois, ce schéma n'exclue ni *G. f. fuscipes*, ni les stomoxes jusque là ignorés (FINELLE, com. pers.).

Au sud-ouest de la R.C.A., dans le foyer de maladie du sommeil de Nola-Bilolo, deux espèces vectrices sont reconnues : *G. palpalis palpalis*, à l'est du foyer, et *G. f. fuscipes*, à l'ouest (GOUTEUX *et al.*, 1992). Ce foyer est l'un des premiers où l'intervention simultanée de deux glossines vectrices est démontrée. Par ailleurs, de nombreux stomoxes sont observés dans ce foyer situé au cœur de la forêt. Ainsi, plus de cinquante individus appartenant pour la plupart à l'espèce *Stomoxys nigra* sont capturés en moins d'une heure sur un chien trypanosomé (CUISANCE, com. pers.).

De ces observations, nous déduisons que sur le plan épidémiologique, *G. f. fuscipes* est souvent associé à un autre vecteur reconnu ou potentiel, différent selon les régions géographiques et les milieux écologiques. Les conséquences sont une transmission différente d'un foyer de trypanosomoses à un autre et une grande diversité des faciès épidémiologiques rencontrés dans un même pays. La plus grande prudence est donc nécessaire avant d'extrapoler les observations consignées dans une zone donnée à une autre région. Jusqu'à présent, rien ne prouve que les mécanismes invoqués dans la circulation des trypanosomoses bovines à Ouro-Djafoun sont semblables dans toute cette commune d'élevage, et à plus forte raison dans d'autres zones d'élevages, au centre, à l'ouest et au nord-ouest de ce pays.

Il faut garder ces considérations en mémoire lorsqu'est envisagée une campagne de lutte contre ces affections, ce qui, rappelons-le est un des objectifs des équipes de l'ORSTOM et du CIRAD-EMVT. A la lumière des observations réalisées à Ouro-Djafoun, nous tentons maintenant de préciser l'impact de la campagne de lutte anti-glossinienne par piégeage entreprise par l'A.N.D.E..

Bilan du chapitre V

Le risque trypanosomien, évalué par la pression trypanosomienne exercée par les glossines (produit des densités glossiniennes et de leurs taux d'infection trypanosomienne) est généralement bien corrélé aux prévalences trypanosomiennes chez les bovins.

Dans la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun, la pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* est fréquemment nulle et n'est pas liée aux prévalences chez les bovins. Toutefois, sur les site d'élevage A.ND.E., les densités apparentes de cette espèce à l'abreuvoir Mbonou-pont sont bien corrélées à l'Index Bérénil ($r = 0,911$, $p < 5\%$), donc à l'intensité des traitements trypanocides dispensés aux bovins. Ces observations indiquent que la transmission des trypanosomes pathogènes des bovins n'est pas correctement expliquée par le comportement vectoriel de *G. f. fuscipes*.

Un essai d'estimation du contact existant en différents points de l'espace pastoral entre d'une part, les stomoxes et les glossines et d'autre part, les zébus indique que le bétail est en contact étroit avec les stomoxes à l'aire de repos. De plus, la densité apparente des stomoxes à l'aire de repos est corrélée aux prévalences de *T. vivax*, obtenues avec les techniques parasitologiques ($r = 0,968$, $p < 5\%$) et immunodiagnostique ($r = 0,997$, $p < 1\%$).

L'hypothèse épidémiologique est la suivante : 1°/ *G. f. fuscipes* est le vecteur principal de *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei*. En effet, dans le contexte d'Ouro-Djafoun, cette espèce est indispensable au maintien du cycle biologique de ces trois espèces de trypanosomes. Sa fréquentation assidue des abreuvoirs à bétail ainsi que ses capacités de dispersion lui permettent de transmettre la maladie en différents lieux. 2°/ Les stomoxes, *S. nigra* en particulier, sont des vecteurs accessoires intervenant en tant qu'agents amplificateurs de la transmission des parasites chez les bovins. Des preuves indirectes indiquent que leur intervention se fait par voie mécanique, principalement à l'aire de repos du bétail. Leur rôle vecteur pour *T. vivax* est important, puisque les prévalences de ce trypanosome sont étroitement liées aux densités de ces insectes à l'aire de repos.

Les lieux de contamination probable sont l'aire de repos et l'abreuvoir. La transmission est possible toute l'année mais elle est plus probable durant la saison des pluies. En effet, à cette période :

- les densités de stomoxes et de *G. f. fuscipes* sont les plus élevées,
- les capacités de dispersion de *G. f. fuscipes* sont plus étendues,
- les populations de *G. f. fuscipes* sont plus âgées donc plus infectées par des trypanosomes matures,
- les repas de sang pris sur les bovins sont moins fréquents.

Ces observations s'appliquent plutôt à des conditions d'élevage sédentaire. En effet, les transhumances de saison sèche conditionnent vraisemblablement la transmission des trypanosomes en conduisant les troupeaux au contact de pressions vectorielles et trypanosomiennes variées et de ce fait, . En outre, les pratiques pastorales quotidiennes, notamment la séparation des adultes et des veaux pendant leur première année, affectent également les modalités de transmission de ces affections parasitaires.

G. f. fuscipes est un "vecteur assisté" puisque selon les contextes épidémiologiques, la transmission des trypanosomoses implique également d'autres vecteurs, qu'il s'agisse d'autres glossines (*G. palpalis palpalis* et *G. fusca congolensis*), de taons ou de stomoxes. *G. f. fuscipes* est également un "vecteur polyvalent" dans la mesure où cette glossine héberge et transmet au moins huit espèces de trypanosomes : *T. brucei gambiense* (transmis à l'homme), *T. brucei brucei*, *T. vivax*, *T. congolense* forme Savannah, *T. congolense* forme Kilifi et *T. congolense* forme Tsavo (transmis aux animaux domestiques et sauvages), *T. simiae* (transmis aux suidés) et *T. groupe grayi* (transmis aux reptiles).

CHAPITRE VI

CHAPITRE VI

La lutte contre les trypanosomoses

1. Introduction

1.1. Lutte contre les trypanosomes et lutte contre les glossines

Depuis le début de notre siècle, l'homme combat avec acharnement les trypanosomoses animales et humaines. Cette lutte est largement conditionnée par les caractéristiques épidémiologiques des affections en cause. Chez l'homme, deux formes géographiques de la maladie existent. En Afrique orientale, la maladie suit une évolution aiguë. Le trypanosome responsable est *T. brucei rhodesiense*, pour lequel la faune sauvage représente un réservoir très important et incontrôlable. Dans ce cas, la lutte contre la maladie passe impérativement par la diminution ou la suppression des populations de glossines vectrices. En Afrique occidentale, la maladie évolue de façon chronique. Le parasite responsable est *T. brucei gambiense*. Il se rencontre essentiellement chez l'homme, le réservoir animal étant vraisemblablement peu important (FREZIL et CARNEVALE, 1976b ; MEHLITZ, 1986). Dans ce cas, la lutte nécessite un dépistage des malades et une chimiothérapie efficace de ceux-ci. La lutte contre l'insecte vecteur contribue à l'efficacité et à la rapidité de l'action entreprise.

Chez les bovins, les trypanosomoses prennent des formes aiguës ou chroniques. Les trypanosomes responsables circulent entre le bétail domestique et la faune sauvage, ces animaux constituant un réservoir immense et incontrôlable des parasites. La lutte contre ces affections implique donc d'une part, une lutte contre les parasites grâce à l'utilisation de trypanocides, à titre curatif ou préventif et d'autre part, une lutte contre les vecteurs responsables en visant soit le contrôle des populations soit leur suppression complète (F.A.O., 1988 et 1991 ; CUISANCE, 1991).

Il est maintenant admis que l'usage unique et massif des trypanocides et trypanopréventifs conduit à des impasses médicale, technique et économique CUISANCE (1991). De ce fait, la lutte contre le nagana s'oriente vers la lutte contre les vecteurs. Les méthodes actuellement opérationnelles sont la pulvérisation terrestre sélective d'insecticides rémanents, la pulvérisation aérienne d'insecticides non persistants, la technique de l'insecte stérile, les leurres attractifs artificiels (pièges et écrans) et depuis quelques années le traitement du bétail par imprégnation avec des insecticides (JORDAN, 1986 ; CUISANCE, 1989 ; BARCLAY et VAN DER DRIESCHE, 1989 ; LAVEISSIERE et HERVOUET, 1991).

D'un point de vue pratique, le choix d'une méthode particulière ou l'adoption d'une combinaison de techniques (lutte intégrée) est bien souvent imposé par l'épizootiologie de la maladie, l'écologie des vecteurs et le milieu naturel (relief, accessibilité...) auxquels s'ajoutent des considérations économiques (en santé animale surtout) et parfois politiques.

1.2. Lutte contre *G. f. fuscipes*

Etant donné son importance dans le maintien de nombreux foyers de trypanosomoses, tant animaux qu'humains, *G. f. fuscipes* est la cible de nombreuses campagnes de lutte anti-vectorielle en Ouganda (LANCIEN *et al.*, 1990 ; OKOTH *et al.*, 1991) et au nord-ouest du Kenya (CUISANCE, com. pers.). Parmi les quelques modèles de pièges adaptés à la lutte contre cette espèce (OKOTH, 1991), le plus employé est le piège pyramidal (LANCIEN, 1991). Au cours d'une vaste opération, commencée en 1988 et se poursuivant actuellement avec succès, l'emploi de plus de 12 000 pièges pyramidaux imprégnés de deltaméthrine a contribué à réduire les populations de *G. f. fuscipes* de 99% après quatre mois (LANCIEN *et al.*, 1991).

1.3. Position du problème dans le contexte de la R.C.A.

L'importance des trypanosomoses bovines en R.C.A. a suscité des réactions rapides de la part des éleveurs et du Service de l'Élevage de ce pays. Les éleveurs choisirent d'employer les médicaments trypanocides, nouvellement apparus sur le marché (FINELLE, 1957). Le Service d'Élevage tenta de son côté une opération ponctuelle d'éradication des glossines par pulvérisation terrestre de dieldrine associée à un déboisement (FINELLE *et al.*, 1962 et 1963a). Les espèces cibles étaient *G. fusca congolensis* à l'ouest de Bouar (FINELLE *et al.*, 1962), sur la rivière Nié, et *G. f. fuscipes* dans la région de Carnot, sur la rivière Topia (YVORE *et al.*, 1962). Malgré la disparition pendant presque huit mois de *G. f. fuscipes*, la réinvasion ne put être empêchée (FINELLE, 1971). En dehors de ces deux essais, aucune autre lutte antivectorielle n'a été tentée. Depuis, le maintien de l'élevage repose essentiellement sur la lutte contre les parasites par l'emploi des médicaments chimiocuratifs et chimiopréventifs, facilité par un système efficace de diffusion de ceux-ci en brousse (DESROTOUR, 1967 et 1981). Une

enquête économique récente montre que les trypanosomoses coûtent cher. A l'heure actuelle, leur coût est estimé à 3 030 082 000 F CFA (60 601 640 FF) pour l'ensemble du pays. Un éleveur possédant 100 zébus dépense 138 100 F CFA (2762 FF) par an dont 16 % sont imputables à l'achat des médicaments trypanocides, le reste étant dû aux mortalités (LE GALL *et al.*, 1992a).

L'adoption d'une stratégie de lutte efficace et rationnelle contre les trypanosomoses bovines apparaît toujours aussi cruciale. Employée seule, la chimiothérapie par trypanocides est coûteuse et peut conduire à une impasse économique et médicale. Pour en diminuer l'usage et le coût, elle peut être employée en association à une lutte contre le vecteur majeur, *G. f. fuscipes*. Cependant, la suppression des populations de cette espèce par pulvérisations d'insecticides n'est pas envisageable pour six raisons : 1) réseau dense de galeries forestières, d'accès difficile 2) longue saison des pluies limitant les durées d'intervention, 3) isolement impossible des zones à contrôler, 4) effets ecotoxicologiques probables 5) conditions locales d'élevage extensif, instable, ne justifiant pas la mise en oeuvre d'opérations lourdes et 6) moyens et matériels de lutte trop modestes. Dans ces conditions, l'objectif est l'abaissement du contact entre le bétail et les glossines, par lutte ponctuelle contre les vecteurs aux lieux de transmission privilégié présumé, les abreuvoirs à bétail (CUISANCE *et al.*, 1991 et 1992). Cette stratégie est envisageable pour au moins quatre raisons : 1) concentration du vecteur principal, *G. f. fuscipes*, au niveau des galeries forestières, 2) fréquentation presque exclusive de deux ou trois abreuvoirs par le bétail, 3) sédentarité des éleveurs pendant au moins six mois par an et 4) milieu d'éleveurs puissant et structuré, demandeur d'une stratégie nouvelle peu onéreuse, fiable et simple à mettre en oeuvre. Entrepris à l'aide de pièges biconiques, les premiers essais réalisés chez 39 éleveurs furent concluants (CUISANCE *et al.*, 1991). Actuellement, la stratégie retenue et testée en conditions réelles repose sur l'emploi localisé aux abreuvoirs du piège bipyramidal, mis au point pour lutter spécifiquement contre *G. f. fuscipes* (CUISANCE *et al.*, 1992 ; BLANC *et al.*, 1991b ; GOUTEUX et LE GALL, 1992). La conséquence attendue est la diminution du risque trypanosomien jusqu'à un niveau tel que ces maladies ne nécessitent plus qu'un usage allégé des trypanocides.

Le "programme Ouro-Djafoun" (LE GALL *et al.*, 1992a), impliquant le CIRAD-EMVT, l'ORSTOM et l'A.N.D.E., est élaboré pour évaluer l'impact d'une lutte contre *G. f. fuscipes* par piège bipyramidal sur la transmission des trypanosomoses. Notre travail s'intègre en partie dans cette recherche et nous en présentons maintenant les résultats.

2. Le piège bipyramidal et son efficacité dans la lutte contre les trypanosomoses bovines en R.C.A.

2.1. Le piège et son emploi dans la lutte anti-vectorielle

Le piège bipyramidal (GOUTEUX, 1991) est décrit au chapitre III (§ 2.2.). Rappelons simplement que sous sa forme commercialisée destinée aux éleveurs, le système de capture est une bouteille de plastique souple, imprégnée d'insecticide (K-OthrineR dosée à 10 mg/l) et emboîtée sur un cône de plastique.

Le nombre de pièges utilisés pour protéger correctement un abreuvoir dépend de la taille de celui-ci. Dans la majorité des cas, deux seulement sont nécessaires. Une fois monté, chaque piège est suspendu à une branche en bordure de la rivière, le bas du piège au ras de l'eau (GOUTEUX *et al.*, 1991). La périphérie du piège est dégagée au maximum, afin d'augmenter sa visibilité. Les éleveurs doivent surveiller attentivement les pièges (vols, dégradations...), les déplacer en cas de besoin (crues soudaines, contact répété avec le bétail...) et surtout en assurer un entretien régulier (réparation des déchirures et des dommages sur la bouteille de capture) (GOUTEUX et LE GALL, 1992). A cet effet, un dépliant illustré a été élaboré en sango et en foulfouldé, à l'attention des éleveurs (fig. 57).

En tenant compte de ces recommandations, nous avons travaillé chez deux éleveurs protégés par ce type de piège (chapitre I, § 3). Chez Ardo Sae, trois pièges bipyramidaux sont installés en permanence à l'abreuvoir Yakerekpa et trois à l'abreuvoir Iby. Chez Ardo Bouba, six sont utilisés, trois sur l'abreuvoir Dozo et autant sur la Guiwi.

2.2. Impact du piégeage

2.2.1. Impact du piégeage sur les vecteurs potentiels

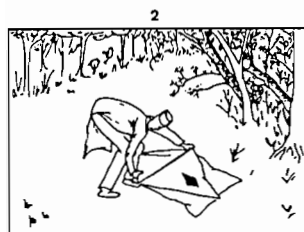
2.2.1.1. Cas de *G. f. fuscipes*

2.2.1.1.1. Densités des populations

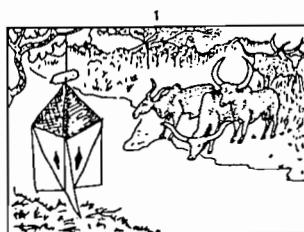
La disposition de pièges biconiques aux abreuvoirs entraîne une réduction sensible des densités de populations de *G. f. fuscipes* (CUISANCE *et al.*, 1991). L'emploi de pièges bipyramidaux conduit à une chute des densités apparentes au piège (D.A.P.) de 60 à 90% après un mois de lutte en saison sèche

**MONTAGE ET ENTRETIEN
DU PIÈGE A.N.D.E
CONTRE LES TSÉ-TSÉ**

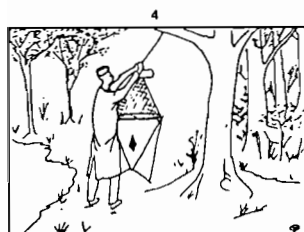
**KODE TI LEKENGU NA TI
BATANGO KOUKOU TI A.N.D.E
NDALI TI A NGOUNGOU TI
KOBELA TI LANGO**



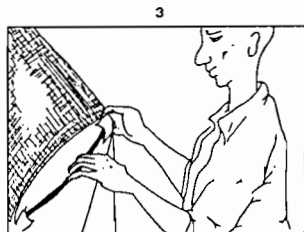
Pour être posé, le piège est d'abord déplié.
Ti kanga koukou ni, alingbi a zi yani kozoni si



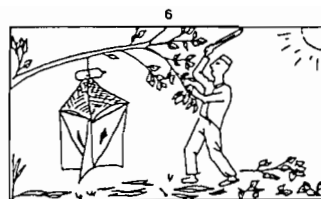
Le piège doit être placé à l'abreuvoir et être bien visible.
Alingbi a zia koukou ni na ndo so abagara ayèkè gno ngou ti ala da, koukou ni alingbi ti douti nga na ndo so péré ayèkè da mingui pèpè.



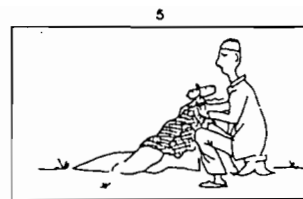
Puis le piège est monté et accroché à un support (branche, piquet) à l'aide de ficelle ou de liane.
Na péko ni akanga koukou ni na ndouzou na tère ti mbéni kéké so alou na sèssé ouala na tère ti mbéni maboko ti kéké so ayèkè na ndouzou.



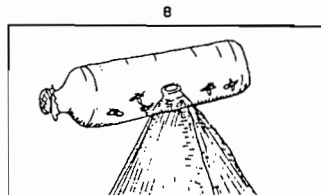
3 baguettes de bois souple sont coupées aux dimensions et sont placées de chaque côté.
Alingbi a fa akété wokongo kéké ota ti zia na mbagué. si koukou ni a kpéngba ndjoni.



Il faut couper les herbes et les branches pour que le piège soit bien visible et au soleil.
Ayèkè ndjoni afa apéré, na amaboko ti kéké so koué ayèkè na tère ti koukou ni si là assou da ndjoni



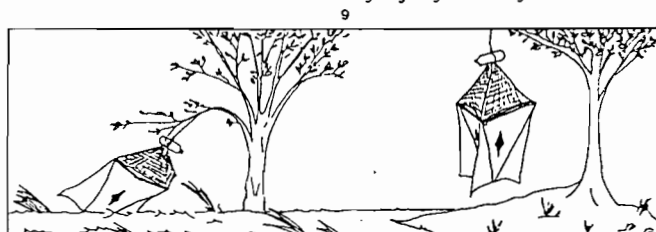
Si le piège est déchiré, il doit être réparé (recousu) avec du fil et une aiguille.
Tongana koukou ni assourou, alingbi ti fou-ni na soua na kamba séngué.



Les mouches entrent dans la bouteille et sont tuées.
Fadé angoungou ti kobéla ti lango alinda na ya ti nganga ti koukou ni si ala koué.



Pendant la transhumance, les pièges sont démontés et pliés pour être replacés aux nouveaux abreuvoirs.
Tongana ala yé ti gové ti gui fini péré na mbéni ndo. ayèkè ndjoni ti loungoula koukou ni ti gové ti zia na fini ndo ti gnongo ngou ti a bagara.



En saison des pluies, lorsque l'eau monte, il faut placer le piège plus haut.
Na tango ti ngou nzapa, tongana ngou assoukou mingui, ayèkè ndjoni a kanga koukou ni na ndouzou a-hon ti kozoni

ORSTOM-I.E.M.V.T.-F.N.E.C.-A.N.D.E 1990

Figure 57 : Fiche destinée aux éleveurs expliquant le maniement du piège bipyramidal .

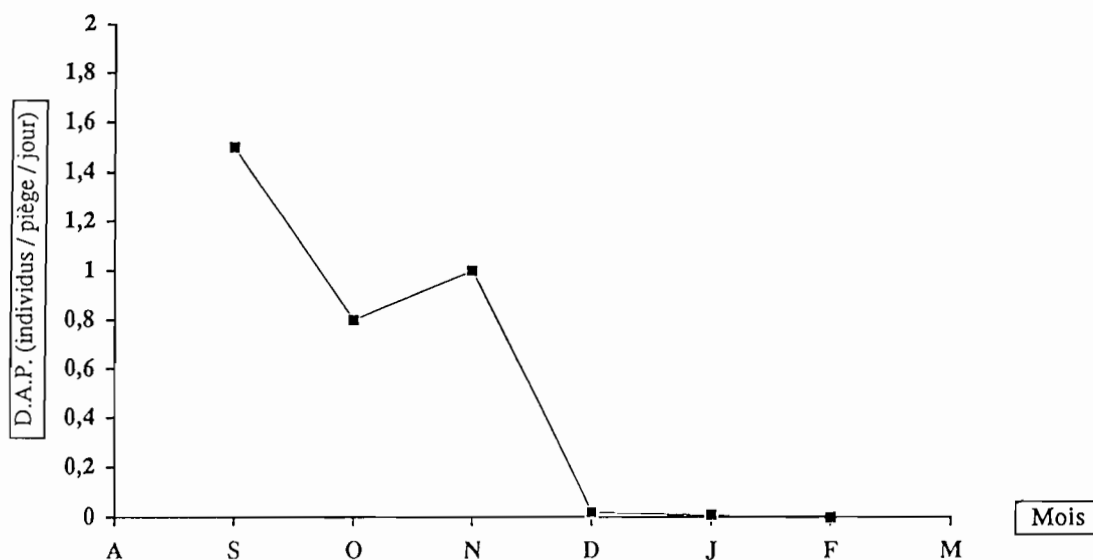


Figure 58 : Evolution entre septembre 1991 et février 1992 des densités apparentes (DAP) de *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Guiwi, protégé par trois pièges de façon permanente depuis septembre 1991.

et de 80 à 98% après deux mois en saison des pluies (LE GALL *et al.*, à paraître). Le piège n'aboutit pas à une suppression des populations mais à une réduction significative de celles-ci. Ce phénomène s'observe dans le cas de l'élevage d'Ardo Sae, au niveau duquel les D.A.P., voisines de 7 avant l'opération, se maintiennent désormais à un niveau bas, voisin de 1 (fig. 23). Chez Ardo Bouba, entre octobre 1991 et février 1992, les D.A.P. s'abaissent progressivement (fig. 58).

2.2.1.1.2. Proportion d'individus ténéaux

La proportion d'individus ténéaux chez les populations issues des élevages d'Ardo Sae et A.N.D.E. n'est pas affectée par le piégeage ($t = 0,55$, cf. annexe C).

2.2.1.1.3. Age moyen des populations

Le piégeage a un impact marqué sur la structure d'âge des populations de *G. f. fuscipes*. Pour la même période, les individus capturés dans une situation de piégeage sont significativement plus jeunes que dans une situation témoin. Cette observation est confirmée avec les deux méthodes d'estimation de l'âge, celle utilisant le dosage de la ptéridine céphalique ($x^2 = 54,54$, 3 d.d.l., $p < 0,1 \%$) comme celle du degré d'usure alaire ($x^2 = 17,51$, 3 d.d.l., $p < 0,1 \%$).

2.2.1.1.4. Sex-ratio

Le piégeage ne modifie pas la sex-ratio ($t = 1,94$, cf. annexe C). Cette observation, réalisée également chez des espèces différentes dans d'autres contextes de lutte par piégeage, pourrait résulter d'un comportement semblable des sexes par rapport aux pièges (LAVEISSIERE *et al.*, 1980).

2.2.1.1.5. Taux d'infection

Le piégeage a vraisemblablement une répercussion importante sur les taux d'infection trypanosomien chez cette espèce. En effet, sur les rivières Iby et Yakerekpa où sont installés des pièges en permanence, aucune glossine n'est jamais trouvée porteuse d'infections matures. Les taux d'infections immatures sont plus faibles que sur la Mbonou. Il est cependant difficile de confirmer cette observation dans la mesure où même en l'absence de pièges, les populations de la rivière Goubou (élevage d'Ardo Hodi) n'ont jamais livré d'infection trypanosomienne.

Le piégeage contribue vraisemblablement à réduire les taux d'infections matures puisqu'il entraîne un rajeunissement net des populations glossiniennes. Ce facteur, rappelons-nous (chapitre IV, § 3.2.2.6. et § 4.1.), conditionne fortement la maturation des trypanosomes.

2.2.1.1.6. Risque trypanosomien

La pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* au niveau des abreuvoirs Iby et Yakerekpa est nulle, contrairement à ce qui est observé en l'absence de pièges sur la rivière Mbonou (chapitre V, § 2.1.2.). Cependant, la pression trypanosomienne est également nulle sur les rivières Goubou et Bandapa, en l'absence de piégeage permanent. Néanmoins, il faut admettre une baisse significative des valeurs de cet indice en cas de piégeage continu puisque le calcul du risque trypanosomien (chapitre V, § 2.1.1.) prend en compte principalement la D.A.P. et le taux d'infection, ces deux paramètres étant eux-mêmes affectés par le piégeage.

2.2.1.2. Cas de *G. fusca congolensis*

Le piège bipyramidal capture régulièrement quelques individus, mais jamais en grande quantité. Son action réelle sur les populations de cette espèce est inconnue mais vraisemblablement peu marquée du fait du comportement différent des glossines du groupe *fusca* par rapport aux espèces du groupe *palpalis*.

2.2.1.3. Cas des taons et des stomoxes

Très peu de tabanidae sont pris par le piège bipyramidal. Avec prudence, on peut conclure que ce type de piège est inadapté à la capture de ce groupe. A l'opposé, ce piège prend des quantités non négligeables de stomoxes, comme le prouve notre étude de la distribution de ces insectes par transect (fig. 20). En juin 1992, le piège n° 10 capture en moyenne plus de 10 individus par jour. Cette densité apparente au piège est du même ordre de grandeur que celle obtenue sur la rivière Mbounou pour *G. f. fuscipes*. Cependant, nos travaux ne permettent pas de connaître l'aptitude de ce type de piège à réduire les effectifs de ce groupe d'insectes.

2.2.2. Impact du piégeage sur la transmission des trypanosomes

2.2.2.1. Prévalences bovines

Selon la méthode utilisée pour détecter les trypanosomes, les résultats obtenus et leur interprétation diffèrent. Nous envisageons successivement les méthodes microscopiques (frottis, goutte épaisse et concentration en tubes capillaires) et la méthode immunodiagnostique ELISA (détection des antigènes circulants par anticorps monoclonaux).

2.2.2.1.1. Méthodes microscopiques

Toutes espèces confondues, la prévalence globale est de 16,63 % en l'absence de protection par pièges. Cette valeur est presque trois fois inférieure (6,37 %) en présence d'un piégeage continu (fig. 59). Une lutte contre *G. f. fuscipes* par piégeage continu au niveau des abreuvoirs abaisse également les prévalences à *T. b. brucei*, à *T. congolense* et à *T. vivax* (fig. 59) et les prévalences des associations d'espèces. L'analyse de variance et le test de comparaison des moyennes (annexe C) montrent que les prévalences en situation de piégeage sont significativement différentes de celles obtenues en l'absence de piégeage continu.

2.2.2.1.2. Méthode immunodiagnostique

Toutes espèces confondues, la prévalence globale est de 66,94 % en l'absence de protection par pièges (fig. 60). Dans une situation de contrôle des glossines par piégeage continue, cette valeur est légèrement inférieure (57,50 %), bien que la différence ne soit pas significative. Par rapport à des zébus non protégés par pièges, les prévalences totales de *T. b. brucei* et de *T. congolense* sont inférieures en cas de piégeage (fig. 60). En revanche, la prévalence totale de *T. vivax* est plus élevée (32,09 %) en cas de piégeage qu'en l'absence de piégeage (24,17 %). De même, contrairement à ce qui se passe pour les associations *T. b. brucei* / *T. vivax* et *T. b. brucei* / *T. congolense*, la prévalence totale de l'association *T. vivax* / *T. congolense*, est supérieure en cas de piégeage (26,93 % contre 17,71 %). L'analyse de variance et le test de comparaison des moyennes (annexe C) appliqués aux prévalences par espèces montrent l'absence de différences significatives entre les troupeaux protégés par pièges et ceux qui ne le sont pas. L'examen des tableaux croisés relatifs au critère présence/absence chez les zébus pris individuellement révèle une différence hautement significative ($p < 0,1\%$) entre les infections simples à *T. b. brucei* et mixtes *T. b. brucei* / *T. congolense* chez les zébus protégés et non protégés. La différence est significative ($p < 5\%$) pour *T. vivax* et l'association *T. vivax* / *T. congolense*. Aucune différence n'est notée pour les infections simples à *T. congolense* et les infections multiples.

2.2.2.1.3. Apport des deux méthodes

L'apparente contradiction entre les résultats apportés par les techniques parasitologiques et immunodiagnostique ne doit pas nous surprendre. En effet, comme nous l'avons vu, celles-ci ne mesurent pas les mêmes phénomènes (MASAKE et NANTULYA, 1991). Le test de détection des antigènes circulants ne révèle pas de différences significatives dans les infections des zébus protégés et non protégés par pièges, sauf dans le cas des infections à *T. vivax*. Contre toute attente, ce parasite est plus fréquent en cas de piégeage. Au moins deux hypothèses explicatives sont envisageables :

- le test ELISA n'est pas fiable pour la détection de ce trypanosome (chapitre IV, § 2.3.),
- le piégeage à l'abreuvoir n'affectant pas les populations de stomoxes à l'aire de repos, ces insectes continuent de transmettre *T. vivax* au bétail (chapitre V, § 2.3.). On peut supposer que ce parasite se développe plus facilement chez le bétail en l'absence de compétition avec les deux autres espèces de trypanosomes (*T. b. brucei* et *T. congolense*), celles-ci étant affectées par le piégeage à l'abreuvoir.

Les techniques parasitologiques, traduisant les infections actives, les seules dont l'importance pathologique soit incontestable, démontrent l'impact positif du piégeage continu à l'abreuvoir sur toutes les infections trypanosomiennes.

2.2.2.2. Paramètres zootechniques

2.2.2.2.1. Hématocrite

L'anémie est considérée comme un trait marquant des trypanosomoses bovines (PALING *et al.*, 1988). Bien que les causes de cette anémie soient complexes (MURRAY et DEXTER, 1988 ; TRAIL *et al.*, 1991), elle se définit par une réduction du nombre total d'érythrocytes par millilitre de sang, une

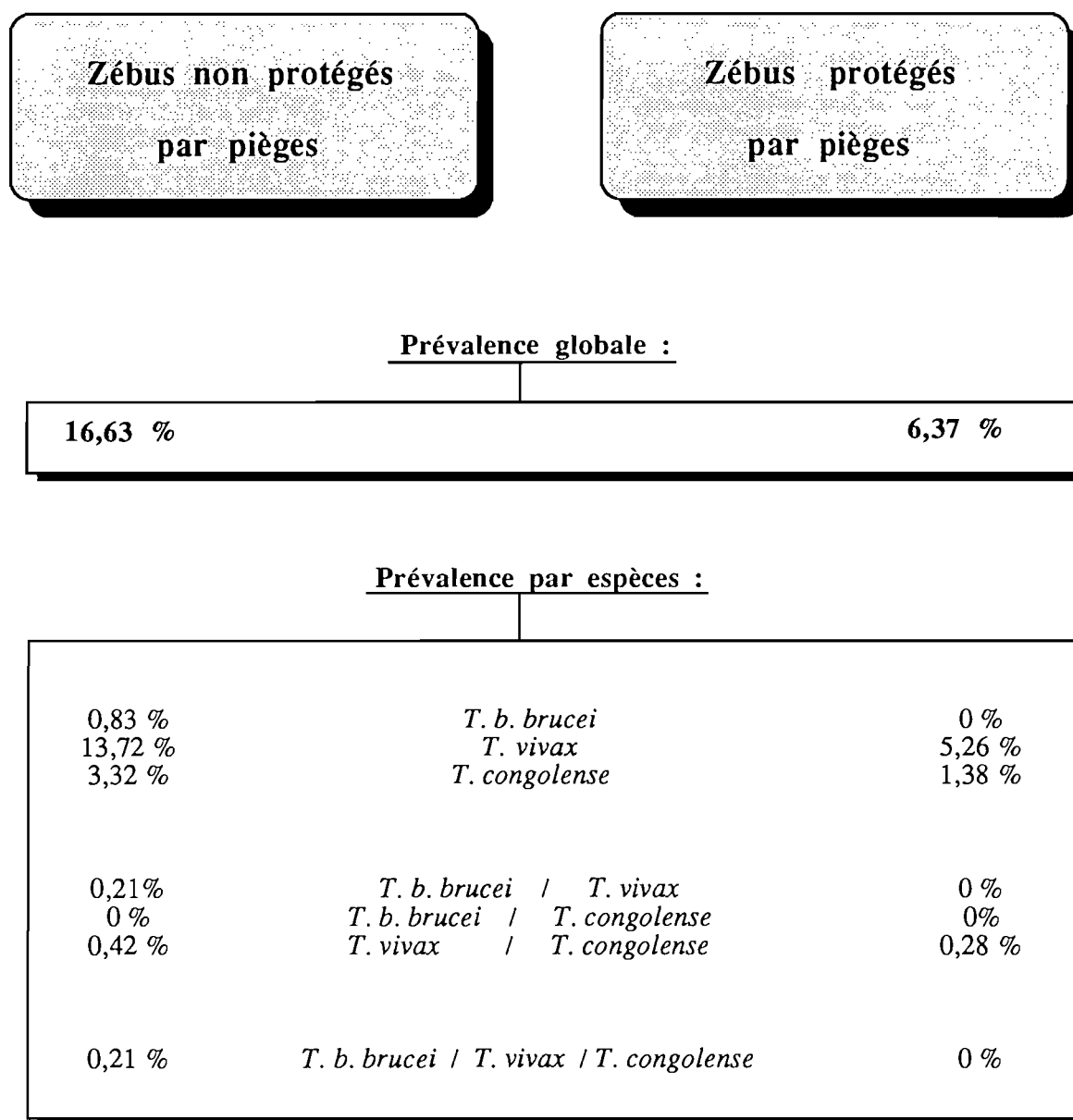


Figure 59 : Comparaison des prévalences trypanosomiennes chez des zébus non protégés (à gauche, n = 481) et des zébus protégés (à droite, n = 361) par des pièges bipyramidaux disposés de façon permanente aux abreuvoirs. La détection et l'identification des trypanosomes reposent sur trois méthodes parasitologiques associées (frottis, goutte épaisse et microcentrifugation)

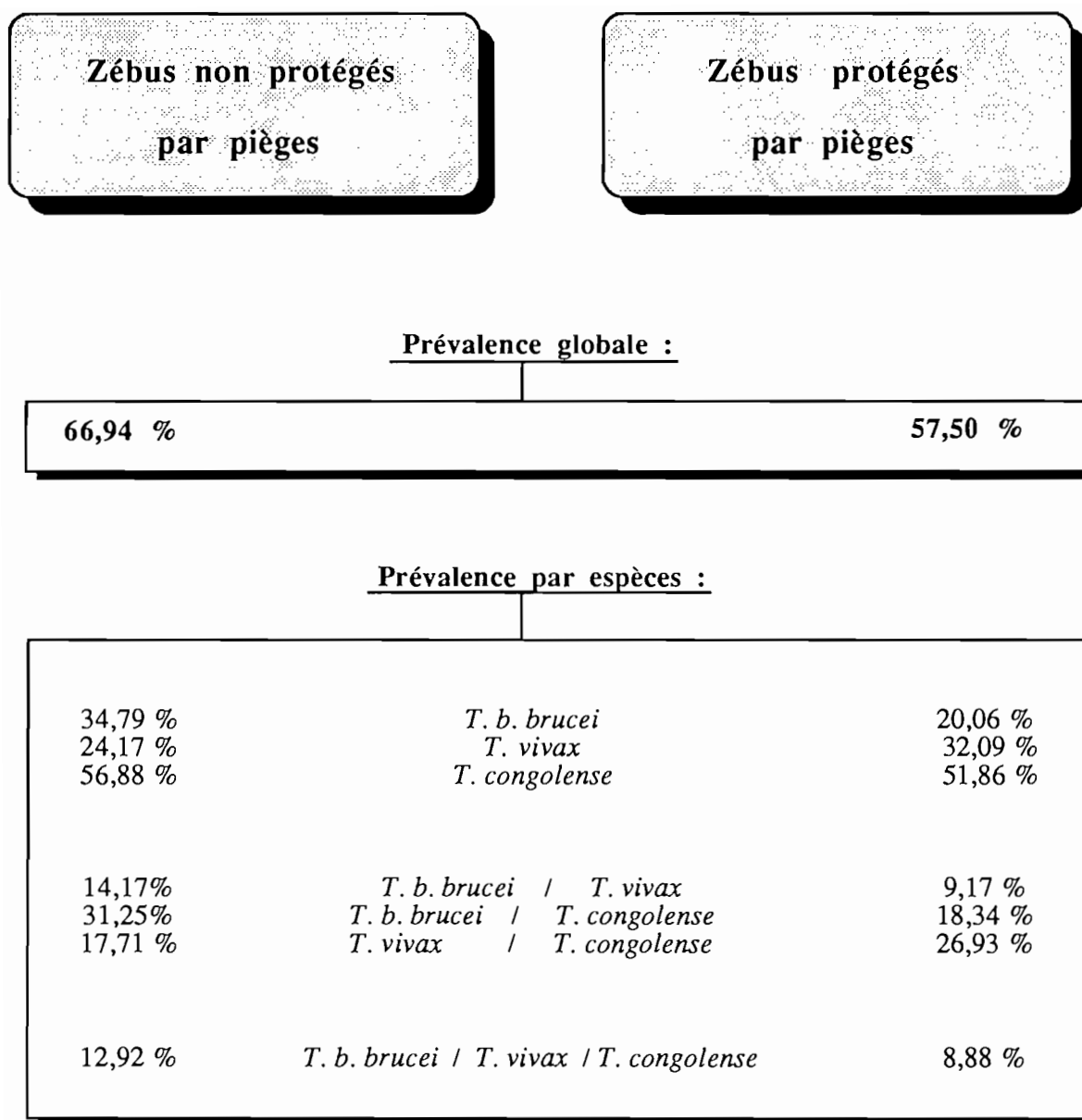


Figure 60 : Comparaison des prévalences trypanosomiennes chez des zébus non protégés (à gauche, n = 480) et des zébus protégés (à droite, n = 349) par des pièges bipyramidaux disposés de façon permanente aux abreuvoirs. La détection et l'identification des trypanosomes reposent sur la méthode immunodiagnostique ELISA.

baisse du taux d'hémoglobine et une diminution de l'hématocrite. De ce fait, l'hématocrite est considéré comme un bon indicateur des trypanosomoses (LE GALL *et al.*, 1992b ; CODJIA *et al.*, 1993 ; ROWLANDS *et al.*, 1993) et constitue un critère utilisé dans de nombreuses études épidémiologiques (TRAIL *et al.*, 1992 ; BAUER *et al.*, 1988a ; LE GALL *et al.*, à paraître).

Au cours des enquêtes parasitologiques sur le bétail, ce paramètre est estimé pour chacun des bovins appartenant aux troupeaux suivis (chapitre IV, § 2.1.1.3.). Bien que la valeur moyenne de l'hématocrite soit plus élevée chez les zébus protégés par pièges (= 33,37) que chez les zébus non protégés par pièges (= 32,58), l'analyse de variances et le test de comparaison des moyennes (annexe C) ne permettent pas de déceler de différences significatives. Cette constatation peut être expliquée par le fait que l'hématocrite dépend de nombreux facteurs, notamment le stress, l'état physiologique de l'animal, l'importance des traitements trypanocides effectués, et l'existence d'autres affections pathologiques (chapitre II, § 2.2.) contre lesquelles le piégeage n'a aucun effet.

2.2.2.2.2. Paramètres de productivité

Les trypanosomoses affectent la mortalité et les facteurs zootechniques, notamment de mauvaises performances reproductives (avortements), des retards de croissance (perte de poids) et une diminution de la production laitière (chapitre II, § 2.1.).

Les travaux réalisés au cours du "programme Ouro-Djafoun", conduit sur 19 troupeaux différents, montrent que ces paramètres sont améliorés de façon significative en situation de piégeage continu (LE GALL *et al.*, à paraître). La fécondité est augmentée de 1,7% et la production laitière s'accroît de 4 litres par lactation. Inversement, le taux de mortalité s'abaisse de 2% chez les jeunes (classe d'âge 0 à 3 ans) et de 1% pour les adultes. L'Index Bérénil moyen, voisin de 1,61 en l'absence de piégeage s'abaisse à 0,85 après piégeage (LE GALL *et al.*, à paraître). En définitive, le bénéfice net pour un éleveur possédant un troupeau moyen de 100 animaux se chiffre à 35 223 F CFA par an (soit plus de 700 FF).

2.2.3. L'importance des pratiques pastorales

Dans le chapitre V (§ 2.2.4.2.), nous émettons l'hypothèse que les transhumances affectent l'épidémiologie des trypanosomoses bovines. Elles conditionnent également l'efficacité du piégeage. En effet, si l'on compare l'impact du piégeage chez deux élevages, l'un sédentaire (Ardo Bouba) et l'autre transhumant (Ardo Sae), la prévalence trypanosomienne globale pendant la saison sèche est proportionnellement plus faible au sein du troupeau sédentaire (fig. 61). La prévalence au sein du troupeau transhumant est très proche avant la transhumance (73,91 %) et pendant celle-ci (73,33 %), en dépit des traitements trypanocides importants (TrypamidumR, puis NovidiumR) dispensés avant le départ du troupeau.

Cette observation s'explique assez facilement par le fait que le troupeau qui part en transhumance ne bénéficie plus d'une protection efficace par les pièges. Même si l'éleveur installe ces pièges sur les abreuvoirs fréquentés au cours du déplacement, l'effet de ceux-ci sur les populations glossiniennes ne sera perceptible qu'après un mois (cf. § 2.2.1.1.1.). De plus, l'itinéraire emprunté traverse plusieurs rivières qui augmentent d'autant le risque trypanosomien (fig. 54). En revanche, ces problèmes ne touchent pas le troupeau sédentaire qui reste sous la protection des pièges.

2.3. Conclusion sur l'efficacité du piège bipyramidal

Une opération de contrôle de *G. f. fuscipes* par piège bipyramidal contribue efficacement à réduire les infections trypanosomiennes chez le bétail et affecte donc les modalités de transmission des trypanosomes. Toutefois, la suspicion de l'intervention d'autres vecteurs, en particulier les stomoxes, et l'existence de pratiques pastorales variées conditionnant largement l'épidémiologie de ces parasitoses nous incitent à envisager des solutions plus efficaces que le seul piégeage à l'abreuvoir tel qu'il est pratiqué actuellement.

3. Perspective de lutte contre les trypanosomoses bovines en R.C.A.

3.1. Amélioration de la lutte contre les vecteurs au moyen du piège bipyramidal

3.1.1. Contre *G. f. fuscipes*

Le coût de la lutte anti-vectorielle par pièges bipyramidaux s'avère faible, rentable et paraît difficilement réductible. En revanche, une amélioration de l'efficacité de ce type de piège est possible. Elle porte sur trois aspects :

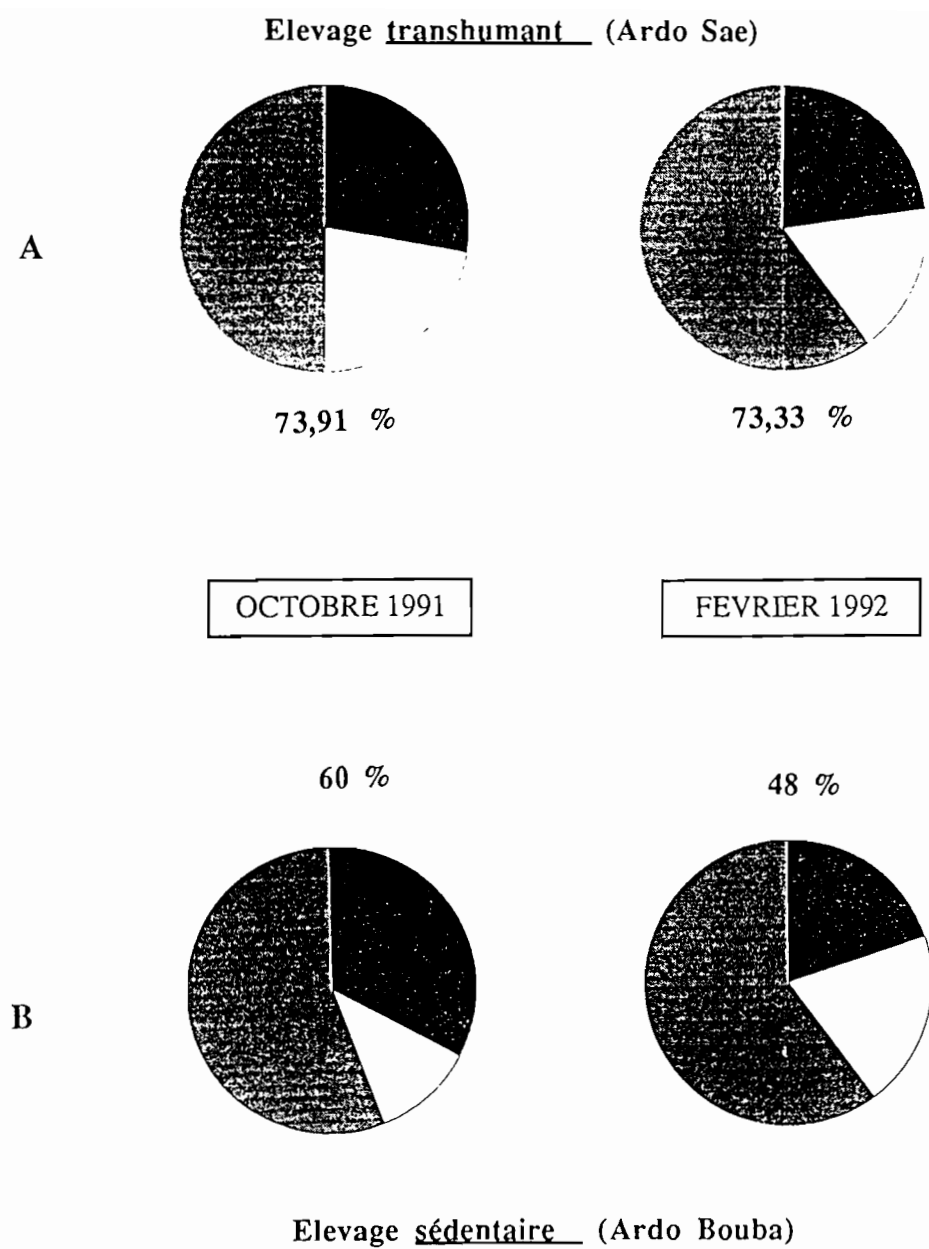
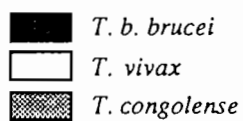


Figure 61 : Comparaison des infections trypanosomiennes chez deux troupeaux protégés par pièges bipyramidaux, en fin de saison des pluies (octobre 1991) et en saison sèche (février 1992). La proportion relative des trois espèces de trypanosomes pathogènes est semblable chez les deux troupeaux, en octobre et en février. Chez Ardo Bouba, sédentaire, la prévalence est plus faible en saison sèche (48%) que chez Ardo Sae, éleveur transhumant (73,33%).



3.1.1.1. Attraction visuelle

A courte distance, les glossines utilisent beaucoup leur sens visuel pour la localisation des hôtes (BRADY, 1972 ; COLVIN et GIBSON, 1992) et c'est sur ce constat que repose le fonctionnement des pièges (CHALLIER et LAVEISSIERE, 1973). Il est néanmoins envisageable d'améliorer encore son efficacité en modifiant sa forme, sa taille, son mouvement et le contraste des couleurs.

3.1.1.2. Adjonction de composés olfactifs

Il est établi que les glossines réagissent fortement aux odeurs animales. Le comportement de vol de nombreuses espèces et la localisation des hôtes potentiels sont en effet influencés par les traînées d'odeurs (BURSELL, 1990 ; BRADY *et al.*, 1990 ; PAYNTER et BRADY, 1992). Au laboratoire, il est prouvé que les tsé-tsé réagissent à différentes substances chimiques, pour la plupart issues des sécrétions ou excréments des mammifères (HALL *et al.*, 1984 ; DEN OTTER, 1991 ; WARNES, 1990). L'acétone, le 4-heptanone, le 3-nonanone et l'1-Octen-3-ol stimulent la réponse électroantennographique de cinq espèces de glossines, dont *G. f. fuscipes* (DEN OTTER *et al.*, 1988).

L'utilisation de produits olfactifs, comme l'urine et divers autres composés isolés d'hôtes potentiels, associés au piège est préconisé pour augmenter les captures des glossines (JORDAN, 1974 ; WALL et LANGLEY, 1991 ; COLVIN et GIBSON, 1992).

Pour le groupe *palpalis*, les produits testés jusqu'à présent (à doses variées, seuls ou en combinaison) apportent un accroissement irrégulier et souvent faible de l'efficacité du piégeage, notamment de l'espèce *G. tachinoides* (FILLEDIER et MEROT, 1989 ; MEROT et FILLEDIER, 1989 ; KÜPPER *et al.*, 1991). Toutefois, la carboglace accroît les captures de *G. f. quanzensis* (FREZIL et CARNEVALE, 1976a).

Jusqu'à présent, peu de composés olfactifs attractifs pour *G. f. fuscipes* sont connus. Au laboratoire, cette espèce est sensible à l'acétone, le 4-heptanone, le 3-nonanone, l'1-Octen-3-ol et à quatre composés isolés de la sueur humaine (DEN OTTER *et al.*, 1988 ; VAN DER GOES VAN NATERS et RINKES, 1993). D'autre part, il est prouvé que la L-lysine double les captures de *G. f. fuscipes* (PERSOONS, 1966). On peut donc raisonnablement espérer accroître l'efficacité du piège bipyramidal en lui adjoignant des odeurs d'hôtes appréciés par *G. f. fuscipes*, comme les varans ou les suidés.

3.1.1.3. Adaptation aux intempéries

Dans sa conception actuelle, le piège peut être emporté par les rivières en crues. L'eau pénètre dans les "poches" présentes sous les ouvertures aménagées dans la pyramide bleue et engloutit le piège. En saison des pluies, l'éleveur est donc astreint à une surveillance rigoureuse des pièges en sa possession (fig. 57). Cet inconvénient du piège est en général assez mal accepté par la communauté Mbororo. Pour y pallier, on peut envisager de supprimer cette "poche" ce qui conduira à agrandir l'ouverture. Ce type de modifications ne réduit pas l'efficacité du piège, comme l'atteste nos premières investigations (D'AMICO et GOUTEUX, non publié).

3.1.2. Contre les stomoxes

Le piège bipyramidal capture de nombreux stomoxes (chapitre III, § 4.2.). Le rôle de la couleur bleue dans l'attractivité des stomoxes est démontré par HOLLOWAY et PHELPS (1991). Si les mécanismes de perception des hôtes par les stomoxes pourraient bien ressembler à ceux des glossines, la biologie de ces insectes est cependant très différente. Les taux de reproduction sont notamment bien plus élevés chez les stomoxes (BARRE, 1981 ; ZUMPT, 1973). De ce fait, l'impact réel des pièges à glossines sur les populations de stomoxes est encore inconnu et reste à évaluer.

Si l'intérêt du piège bipyramidal dans la lutte contre les stomoxes est démontré, il est impérieux d'en installer à demeure quelques exemplaires autour de l'aire de repos du bétail. A cet endroit, ils présentent l'avantage d'éliminer une partie des stomoxes et des glossines fréquentant l'aire de repos et donc de réduire le contact avec le bétail ainsi que la probabilité de transmission des trypanosomes. De plus, ces pièges sont visibles du campement de l'éleveur qui peut mieux les surveiller. Par rapport à ceux situés à l'abreuvoir, ces pièges ont moins de chances d'être dégradés ou de disparaître.

3.1.3. Conclusion : une nouvelle forme de lutte anti-vectorielle au moyen du piège bipyramidal

Les nouvelles connaissances acquises au cours de ce travail sur la transmission des trypanosomoses bovines à Ouro-Djafoun débouchent sur un nouveau schéma de contrôle vectoriel par piégeage simultané au niveau des abreuvoirs et des aires de repos. Cette stratégie devrait accroître l'efficacité de la lutte contre les trypanosomes en milieu pastoral Mbororo en R.C.A., puisqu'elle vise à

la fois *G. f. fuscipes* et les stomoxes. En réduisant les densités de leurs populations aux deux points de contamination majeurs, on peut espérer une diminution accrue du taux de transmission des trypanosomes pathogènes.

3.2. D'autres stratégies envisageables

3.2.1. Pièges et écrans

Les pièges peuvent être remplacés avec profit par des écrans, simples carrés d'étoffe bleue (ou bleue et noire) imprégnés d'insecticides. Pour *G. palpalis* et *G. tachinoides*, l'efficacité de ces écrans est légèrement inférieure à celle des pièges (LAVEISSIERE et COURET, 1981, 1982 et 1983). En revanche, le coût d'une lutte par écrans est moindre qu'avec les pièges (CUISANCE *et al.*, 1984 ; LAVEISSIERE et HERVOUET, 1991).

L'utilisation des écrans seuls en milieu pastoral Mbororo en Centrafrique n'est guère envisageable, pour deux raisons :

- ils doivent être imprégnés régulièrement d'insecticides, ce qui occasionne un surplus de travail à l'éleveur et rend plus aigu le problème de l'approvisionnement.
- contrairement aux pièges, les glossines tuées ne sont pas visibles par l'éleveur qui comprend moins l'intérêt de ces écrans et n'est pas prêt à l'employer.

3.2.2. Imprégnation épicutanée du bétail par insecticides

Cette stratégie utilise le bétail comme "appât empoisonné". En effet, les glossines attirées par les bovins enduits d'insecticides, meurent à leur contact (THOMPSON, 1987 ; THOMPSON et WILSON, 1992).

Le dépôt de l'insecticide sur le zébu peut se faire de trois façons :

- a) Pulvérisation : l'éleveur asperge le produit au moyen d'un pulvérisateur à main.
- b) Immersion : le troupeau entier traverse un bain rempli d'insecticide. Parfois, l'éleveur enduit le bovin manuellement à l'aide d'une éponge.
- c) Formulation "pour-on" : l'éleveur dépose sur la ligne médiane du corps ou sur chacun des flancs de l'animal un produit insecticide (flumethrine, deltaméthrine ou cyperméthrine) qui diffuse lentement sur toute la robe de l'animal.

L'efficacité de ces techniques sur les glossines est remarquable (BAUER *et al.*, 1988b et 1989 ; THOMPSON *et al.*, 1991). Elles présentent l'avantage supplémentaire d'éliminer également les tiques et les insectes venant au contact de l'animal (BAUER *et al.*, 1992). L'état sanitaire des animaux se trouve amélioré de façon spectaculaire. Toutefois, le coût de ces techniques est un inconvénient majeur. En effet, en Centrafrique, il dépasse généralement le revenu de la plupart des éleveurs peuls, surtout si l'emploi de celles-ci est prolongé et continu.

Actuellement dans ce pays, un programme d'évaluation de l'impact des formulations de type "pour-on" (BayticolR) sur la transmission des maladies à tiques et des trypanosomoses se termine. Les premiers résultats font état d'une diminution significative des densités de tiques, de stomoxes et dans une moindre mesure des glossines (GUILLERME, com. pers.). La conséquence chez les bovins est une baisse des prévalences de *T. vivax* (CAVALEYRA, com. pers.). Cette observation est en faveur de la thèse selon laquelle ce parasite est transmis régulièrement par les stomoxes (chapitre V).

3.2.3. Bétail trypanotolérant.

L'élevage des races de bovins NDama et Baoulés, en raison de leur résistance aux trypanosomoses (revu par AUTHIE, 1993), constitue une parade originale au risque trypanosomien dans les savanes humides de Centrafrique. En effet, ces bovins sont capables non seulement de maîtriser l'anémie et de contrôler la parasitémie mais encore de se reproduire et de gagner du poids même sous fort risque trypanosomien (ILCA, 1979 ; PALING *et al.*, 1991). Comme nous l'avons vu, les prévalences trypanosomiennes chez les taurins Baoulés de l'éleveur Ndemayo sont 2 à 5 fois moins élevées que chez les zébus de l'A.N.D.E., pourtant soumis au même risque trypanosomien (fig. 43). Les traitements trypanocides dispensés à ces animaux sont minimes voire inexistantes. Ayant développé de surcroît une certaine aptitude à résister à d'autres parasitoses comme certaines maladies transmises par les tiques et certaines helminthoses (revu par MURRAY *et al.*, 1990), les bovins trypanotolérants présentent donc des avantages indéniables par rapport aux zébus.

Toutefois, bien qu'ils reconnaissent leur caractère résistant aux trypanosomoses, les Peul n'apprécient pas ces taurins et déplorent en particulier leurs performances laitières. Cependant, à l'instar d'Ardo Sae, quelques éleveurs Mbororo ont déjà acquis des NDama ou des Baoulés et pratiquent un métissage avec leur zébus. Entre 1960 et 1970, le Service de l'Elevage en Centrafrique a montré que

l'élevage des bovins trypanotolérants dans ces savanes humides était non seulement possible mais répondait très bien aux conditions rigoureuses de ces zones (CROUAIL, 1969 ; HOSTE, 1987 et 1992 ; SHAW et HOSTE, 1987 ; DESROTOUR, 1981). Aujourd'hui, il est peut-être temps d'envisager à nouveau le développement de cet élevage.

4. Conclusion

Face au défi trypanosomien dans le contexte des savanes humides de Centrafrique, trois parades efficaces existent : 1) la chimioprophylaxie individuelle du bétail, 2) l'élevage de bovins trypanotolérants et 3) la lutte contre le vecteur par imprégnation du bétail par insecticides ou par contrôle des populations vectorielles par piège bipyramidal. Utilisées de façon isolée, aucune d'elles n'est entièrement satisfaisante. La première, utilisée seule, peut conduire à une impasse. La seconde présente un intérêt indéniable, mais son adoption progressive par la société pastorale Mbororo est lente. La troisième exclut pratiquement l'emploi de façon permanente l'imprégnation des bovins en raison de son prix de revient encore trop élevé. En définitive, le contrôle par piège bipyramidal des populations de *G. f. fuscipes* au niveau des abreuvoirs, par sa simplicité de mise en oeuvre et de prise en charge par les éleveurs eux-mêmes et son coût modique, compatible avec le budget de la plupart des éleveurs (BLANC *et al.*, 1991b) offre le plus d'avantages. Comme le suggère notre travail, l'impact d'une telle lutte anti-vectorielle peut être renforcé en disposant des pièges supplémentaires à l'aire de repos du bétail. Par ailleurs, l'efficacité du piège bipyramidal peut être améliorée dans son attractivité visuelle et olfactive. L'inconvénient majeur de cette stratégie de piégeage aux abreuvoirs découle du fait qu'elle répond partiellement aux impératifs de transhumance des éleveurs et de leurs troupeaux. En effet, les populations glossiniennes des galeries forestières traversées pour relier les campements de saison sèche et de saison des pluies sont difficilement contrôlables par ce moyen. Ce problème ne discrédite cependant pas cette stratégie de piégeage puisque, pendant ces périodes d'itinérances, l'éleveur a l'opportunité de recourir aux trypanocides. Face à la crise que connaît le secteur pastoral en R.C.A. (cf. chapitre I, § 2.3.) beaucoup d'éleveurs sont contraints à une sédentarisation progressive des éleveurs (BLANC *et al.*, 1992). Si ce processus s'amplifie, le piège bipyramidal trouvera alors un contexte idéal d'utilisation.

Bilan du chapitre VI

Face à l'importance des trypanosomoses bovines en Centrafrique et à la nécessité impérieuse de maintenir et développer l'élevage dans cette région, des mesures doivent être prises (F.A.O., 1991). A l'heure actuelle, **l'élevage en R.C.A. repose intégralement sur l'usage des trypanocides**. Cette situation est précaire. Déjà, les premiers foyers de résistance à ces médicaments apparaissent. Le contexte épidémiologique, économique et écologique du pays restreignent nos possibilités de lutte à une **stratégie de contrôle du vecteur principal, *G. f. fuscipes***.

Parmi toutes les solutions envisageables (technique de l'insecte stérile, pulvérisation terrestre sélective d'insecticides rémanents, pulvérisation aérienne d'insecticides non persistants et leurres attractifs artificiels sous la forme de pièges ou d'écrans), **l'utilisation du piège bipyramidal est la solution la plus acceptable**. Disposés aux abreuvoirs à bétail, ils ont un **impact positif** sur :

- a) **les populations de *G. f. fuscipes*** (baisse des densités, rajeunissement, diminution des taux d'infection trypanosomienne),
- b) **les infections trypanosomiennes actives chez les bovins** (baisse significative des prévalences de *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei* révélées par les techniques parasitologiques seulement)
- c) **l'économie des trypanosomoses** (diminution des coûts d'achat en trypanocides par les éleveurs et une amélioration des paramètres de productivité).

La technique de détection des antigènes circulants est inapte à déceler un impact de cette lutte par piégeage mais montre une augmentation de la prévalence de *T. vivax* en cas de piégeage. Cette observation s'explique peut-être par le fait que les stomoxes (vecteurs mécaniques probable de ce trypanosome) ne sont pas touchés par cette lutte. Il est important d'**envisager une lutte dirigée contre les stomoxes à l'aire de repos** notamment en disposant par exemple des pièges bipyramidaux à cet endroit.

Nos connaissances sur ce piège bipyramidal doivent être approfondies, en particulier son impact sur les populations de stomoxes, de taons et de *G. fusca congolensis*. Son efficacité dans la lutte contre *G. f. fuscipes* peut être accrue en améliorant notamment son attractivité visuelle et olfactive.

L'imprégnation épicutanée du bétail (pulvérisation, immersion ou application de type "pour-on") est une stratégie nouvelle et prometteuse dans la mesure où son action retentit sur la plupart des maladies à vecteurs chez les bovins. Son coût encore élevé exclue son utilisation généralisée en Centrafrique.

L'élevage de bétail trypanotolérant mérite d'être promu et développé à nouveau. Bien que naturellement résistant aux trypanosomoses, il est cependant peu apprécié des éleveurs Mbororo.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'élevage bovin en République Centrafricaine est un phénomène relativement récent et repose actuellement sur plus de deux millions de têtes de zébus Mbororo trypanosensibles. Ils sont exposés à des problèmes pathologiques nombreux, en particulier les trypanosomoses dont le vecteur majeur reconnu est *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910, une des treize espèces de glossines recensées dans ce pays.

Réalisé dans cinq situations d'élevage aux caractéristiques épidémiologiques différentes, notre travail met en jeu de manière simultanée, à la fois chez les glossines et chez les bovins, des moyens "classiques" de recherche parasitologique (microscopie) et d'autres plus "innovants" (sondes d'ADN spécifiques et détection des antigènes circulants de trypanosomes par anticorps monoclonaux). Cette approche apporte des éléments nouveaux pour la compréhension du rôle de *G. f. fuscipes* dans la transmission des trypanosomoses bovines en Centrafrique, en particulier dans la région du centre de ce pays, encore très peu étudiée de ce point de vue.

Dans la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun, en zone de savane humide, l'activité quotidienne des zébus Mbororo au sein de l'espace pastoral se répartit inégalement entre trois domaines distincts : l'aire de repos qui accueille le troupeau 4 à 6 heures chaque jour, le pâturage où séjournent les animaux pendant plus de 6 heures et l'abreuvoir, fréquenté pendant seulement 5 à 10 minutes. Dans cette région, les zébus sont fortement affectés par trois espèces de trypanosomes pathogènes : *T. congolense*, *T. vivax* et *T. brucei*. Les trois espèces confondues, les examens microscopiques révèlent une prévalence globale de 16,63%. Elle est de 66,94 % avec la technique immunodiagnostique de détection des antigènes circulants. Les veaux et les adultes sont différemment exposés au risque trypanosomien. En effet, les prévalences trypanosomiennes sont plus élevées chez les adultes que chez les veaux. Toutefois, les techniques microscopiques de détection révèlent que les prévalences de *T. vivax* diminuent avec l'âge, contrairement à celles de *T. congolense* qui augmentent. Cette observation trouve probablement son explication dans la conduite pastorale des veaux, très différente de celle des adultes. En revanche, mâles et femelles sont également exposés au risque trypanosomien. Cette observation peut s'expliquer par le fait que les individus des deux sexes ont un comportement pastoral semblable. Les pratiques pastorales apparaissent de ce fait comme un facteur épidémiologique de premier ordre.

Dans la zone étudiée, nous recensons 13 espèces de taons dont 5 sont nouvelles pour la science et pour la première fois au moins 5 espèces de stomoxes. Parmi les glossines, *G. fusca congolensis* est rarement observée alors que *G. f. fuscipes* est l'espèce dominante. *G. f. fuscipes* a un comportement alimentaire opportuniste. Bien qu'elle préfère les varans, elle se nourrit également sur les suidés, l'homme, les bovins, les ruminants sauvages et même les oiseaux, ce qui constitue un caractère peu usuel chez les glossines. *G. f. fuscipes* peut être active à n'importe quel moment de la journée et fait preuve d'une certaine aptitude à la dispersion en savanes en suivant préférentiellement les sentiers des bovins. Chez cette espèce, nous trouvons les trois espèces de trypanosomes pathogènes pour les zébus et un trypanosome reptilien (*T. grayi*). L'application des sondes d'ADN permet d'identifier en outre une espèce pathogène pour les suidés (*T. simiae*). De plus, au sein de l'espèce *T. congolense*, cette technique décèle la présence de trois "formes" particulières (Kilifi, Tsavo et Savannah) dont c'est la première mention en Centrafrique. L'aptitude de *G. f. fuscipes* à assurer la maturation de *T. b. brucei*, *T. congolense* et *T. vivax* est très faible puisque seulement 0,60 % des glossines hébergent des formes métacycliques infectantes de ces espèces. Notre travail montre que ce taux d'infection est supérieur chez les femelles et d'autant plus élevé que les glossines sont plus âgées.

Dans le contexte centrafricain, contrairement à ce qui est observé dans d'autres situations épidémiologiques, les prévalences trypanosomiennes chez le bétail ne sont pas corrélées à la pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes*, pourtant considérée comme le vecteur majeur des trypanosomoses. Cette observation nous conduit à envisager l'intervention d'autres vecteurs. Une étude sur les lieux et les temps de contact entre les bovins et les insectes vecteurs potentiels montre que les stomoxes sont abondants à l'aire de repos du bétail, où les zébus séjournent jusqu'à 6 heures chaque jour. De plus, sur le site d'élevage A.N.D.E., leurs densités apparentes à cet endroit sont bien corrélées aux prévalences de *T. vivax* chez les zébus.

Les observations réalisées dans ce contexte précis nous permettent de proposer l'ébauche de schéma épidémiologique suivante :

- *G. f. fuscipes* est le vecteur principal des trois trypanosomes pathogènes des bovins. La transmission se fait essentiellement à l'abreuvoir, en saison des pluies principalement. En assurant l'accomplissement de leur cycle vital, *G. f. fuscipes* constitue également un réservoir de ces parasites.

- les stomoxes, en particulier *Stomoxys nigra*, sont des vecteurs accessoires probables des trois trypanosomes pathogènes des bovins, notamment de *T. vivax*. La transmission se fait par voie mécanique, à l'aire de repos du bétail, toute l'année.

Si ce travail apporte de nouvelles informations sur la transmission des trypanosomoses bovines aux zébus en Afrique centrale, il soulève également de nouvelles interrogations.

La première est liée à la signification des résultats apportés par les nouvelles techniques de détection des trypanosomes, chez les glossines comme chez les bovins. Si leur validité expérimentale est bien établie, leur emploi en tant qu'outil épidémiologique reste encore à parfaire. La microscopie a l'indéniable avantage de conduire à un diagnostic immédiat de certitude. Cependant, cette approche manque d'efficacité dans la détection des parasitémiées faibles ou fluctuantes. La mise en jeu du test de détection des antigènes circulants de trypanosomes (test ELISA) et des sondes d'ADN spécifiques fournit un diagnostic différé de présomption et conduit à une identification spécifique voire sub-spécifique des trypanosomes, même quand les parasitémiées sont faibles. La plupart des auteurs préconisent actuellement l'utilisation conjointe de ces nouvelles techniques et d'au moins une méthode parasitologique microscopique (concentration en tubes capillaires). Cependant, cette solution conduit, sur le plan pratique, à une multiplication des manipulations et des examens sur le terrain et, de ce fait, risque de déboucher sur des recherches lourdes et difficiles à mettre en oeuvre. Il paraît donc urgent d'évaluer l'efficacité et l'intérêt de chacune de ces techniques en conditions naturelles, dans différents contextes épidémiologiques. Cette remarque s'applique également à la technique prometteuse de la PCR, plus spécifique et sensible que les précédentes. En outre, il est important de remarquer qu'à l'heure actuelle, aucune de ces nouvelles techniques n'est capable de reconnaître les trypanosomes de reptiles (*T. groupe grayi*) et d'autres trypanosomes de mammifères sauvages (*T. tragelaphi* et *T. ingens* par exemple). Certes, l'intérêt médical et vétérinaire de ces espèces est limité, mais leur identification correcte est nécessaire lors des études épidémiologiques.

La deuxième interrogation est liée au fait que *G. f. fuscipes* peut transmettre au moins sept espèces et sous-espèces différentes de trypanosomes provenant aussi bien d'animaux homéothermes que d'animaux à sang froid. Dans ces conditions, comment mesurer la compétence vectorielle réelle de cette espèce pour les trypanosomes d'intérêt médical et vétérinaire? Il serait intéressant de connaître le développement de toutes ces espèces de trypanosomes lorsqu'elles se trouvent ensemble chez la glossine mais aussi de savoir comment *G. f. fuscipes*, porteuse de très peu d'infections matures de *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei*, parvient-elle à assurer une transmission aussi intense de ces trypanosomes aux bovins? La première hypothèse explicative est relative aux limites des techniques de détection employées, qui peut-être, ne sont pas capables de dévoiler toutes les infections matures. La seconde, d'ordre comportemental, fait appel à l'existence possible d'individus "spécialisés", en contact plus étroit avec les zébus, au niveau des abreuvoirs ou le long du parcours de pâture des bovins. En effet, *G. f. fuscipes*, sensible à l'odeur des animaux, paraît se déplacer préférentiellement le long des sentiers bovins ce qui rendrait possible une transmission des trypanosomes en ces lieux, surtout si le circuit des zébus est proche d'une galerie forestière. Enfin, la troisième hypothèse implique l'existence d'autres vecteurs de ces trypanosomes, comme le suggère notre travail qui, d'une part, met en évidence le rôle probable des stomoxes dans la transmission de ces parasites et, d'autre part, pose le problème de l'intervention des taons et de *G. fusca congolensis*. Il serait intéressant maintenant d'évaluer la compétence vectorielle de ces insectes et d'estimer l'importance relative de chacun dans l'épidémiologie des trypanosomoses bovines en Centrafrique.

La troisième interrogation provient de notre méconnaissance des "stratégies pastorales" d'occupation de l'espace par les zébus Mbororo et de leur sensibilité réelle aux trypanosomoses. Ainsi, en complément des observations réalisées au cours de ce travail, une étude détaillée des itinéraires de transhumance et des parcours quotidiens dans la savane devrait permettre de mieux évaluer le risque trypanosomien lié à ces activités et de mieux apprécier leur importance épidémiologique. Par ailleurs, nous suggérons que la forte proportion d'animaux "antigénémiques" révélée dans cette étude traduit le fait que ces zébus sont en train d'acquérir progressivement une certaine "trypanotolérance". Si cette hypothèse est confirmée, il faudra déterminer si ce caractère n'existe qu'à l'échelle d'une génération ou s'il peut être transmis aux suivantes. Pour résoudre ces problèmes, il nous paraît primordial de fonder les recherches futures sur des troupeaux expérimentaux, confiés à des bergers Mbororo, en conditions

réelles. En effet, ces conditions permettent de limiter les effets des traitements non maîtrisés des éleveurs traditionnels et de suivre le cours d'infections expérimentales qui sont des moyens pertinents d'évaluation de chimiorésistances et de mise en évidence d'une "trypanotolérance" éventuelle.

En définitive, les orientations de recherche proposées devraient déboucher, d'une part, sur l'acquisition de nouveaux éléments sur le rôle vecteur de *G. f. fuscipes* et sur l'épidémiologie des trypanosomoses bovines en Centrafrique et, d'autre part, sur l'adoption de moyens de lutte mieux ciblés et plus opérationnels contre ce fléau. En effet, le taux de croissance de la population africaine est bien plus rapide que celui de la production en protéines animales et de ce fait, l'élevage bovin est plus que jamais une nécessité. Or, du fait de son installation récente dans les zones subhumides et humides d'Afrique centrale dominées par les maladies parasitaires comme les trypanosomoses et les maladies transmises par les tiques, l'élevage constitue plus que jamais un défi. La stratégie de lutte actuellement préconisée contre le nagana, reposant sur l'emploi des médicaments trypanocides et des pièges bipyramidaux dirigés contre *G. f. fuscipes*, est un premier pas pour relever ce défi. D'ores et déjà, en identifiant l'aire de repos comme une zone épidémiologiquement dangereuse, notre travail débouche sur une proposition d'amélioration de cette stratégie de lutte par l'emploi simultané de pièges bipyramidaux aux abreuvoirs et aux aires de repos du bétail.

Dans un travail parallèle, nous montrons également que *G. f. fuscipes* représente un risque épidémiologique potentiel dans la capitale centrafricaine, Bangui, qui est un foyer historique de trypanosomose humaine (D'AMICO *et al.*, 1992a) et assure un rôle primordial dans l'entretien du foyer de maladie du sommeil humaine de Nola-Bilolo (GOUTEUX *et al.*, 1992). En outre, les résultats acquis dans la commune d'élevage d'Ouro-Djafoun par les équipes de l'A.N.D.E., du C.I.R.A.D.-É.M.V.T. et de l'ORSTOM et relatifs à l'écologie de *G. f. fuscipes* ont pu être mis à profit pour concevoir la lutte actuellement entreprise par piège bipyramidal contre cette espèce dans le foyer de Nola-Bilolo.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDEL-RAZIG, M.E. (1981). Transmission mécanique. Doc. FAO, AGA:Tryp/EA/81/9.
- AGYEMANG, K., DWINGER, R.H., LITTLE, D.A., LEPERRE, P. and GRIEVE, A.S. (1990). Interaction between physiological status in N'Dama cows and trypanosome infections and its effect on health and productivity of cattle in The Gambia. Acta Trop., 50 : 91-99.
- AGYEMANG, K., DWINGER, R.H., GRIEVE, A.S. and BAH, M.L. (1991). Milk production characteristics and productivity of N'Dama cattle kept under village management in the Gambia. J. Dairy Science, 74: 1599-1608.
- AHMED, M.M. and AGBEDE, R.I.S. (1991). Three year retrospective study of the prevalence trypanosome infection in cattle, sheep and goats, in Zaria, Northern Nigeria. 21st International Scientific Congress for Trypanosomiasis Research and Control, 21-25 Oct. 1991, Yamoussoukro, Côte-d'Ivoire.
- AUDRU, J. et BOUDET, G. (1964). Pâturages de la zone sud de la République Centrafricaine. IEMVT, Maisons-Alfort, 213 pp.
- AUDRU, J. et CLAIR, M. (1969). Rapport sur le projet : Assainissement d'une zone d'élevage à Bambari et ranch de métissage. IEMVT, Maisons-Alfort, 68 pp.
- AUDRU, J. et HEDIN, P. (1971). Bilan des études agrostologiques en République Centrafricaine. Document multigraphié. I.E.M.V.T., 58 pp.
- AUTHIE, E. (1993). Contribution à l'étude des mécanismes immunologiques impliqués dans la trypanotoélanche des taurins d'Afrique. Thèse Doctorat Université de Bordeaux II. 157 pp.
- BAILLY, C., YAYA, M. et ROUNGOU, J.B. (1990). La trypanosomiase humaine africaine en R.C.A. Historique - Epidemiologie - Actuatés. Rapport multigraphié Ministère de la Santé / D.M.P.G.E., Bangui, 13 pp.
- BARRE, N. (1981). Les stomoxes ou "mouches boeuf" à La Réunion. I.E.M.V.T., Maisons-Alfort, 90 pp.
- BARCLAY, H.J. and VAN DER DRIESCH, P. (1989). Pest control models of combinations of sterile releases and trapping. Insect Sci. Applic., 10(2): 107-116.
- BAUER, B., PETRICH-BAUER, J., KABORE, I., KOUROUMA, B., MATTAUSCH, M., SOME, J., and TAMBOURA, I. (1988a). Epidemiological survey in the pastoral zone of Sideradougou, Burkina Faso. in: Modern Insect Control: Nuclear Techniques and Biotechnology. Vienna (IAEA-SM. 301/44): 139-149.
- BAUER, B., PETRICH-BAUER, J., POHLIT, H. and KABORE, I. (1988b). Effects of flumethrin pour-on against *G. palpalis gambiensis* (Diptera, Glossinidae). Trop. Med. Parasitol., 39: 151-152.
- BAUER, B., MEYER, F. and KABORE, I. (1989). Effects of flumethrin pour-on against *G. palpalis gambiensis* (Diptera, Glossinidae) during releases in a fly-proof stable. Trop. Med. Parasitol., 40: 478-479.
- BAUER, B., KABORE, I., LIEBISCH, A., MEYER, F. and PETRICH-BAUER, J. (1992). Simultaneous control of ticks and tsetse flies in Satiri, Burkina Faso, by the use of flumethrin pour-on for cattle. Trop. Med. Parasitol., 43: 41-46.
- BERTUCAT, P. (1965). L'élevage bovin en République Centrafricaine. Thèse Docteur Vétérinaire. 101 pp.
- BILLE, J.C. (1967). Pâturages du secteur occidental d'élevage de la République Centrafricaine. IEMVT, Maisons-Alfort, 286 pp.
- BLANC, F. (1991). Lutte antiglossinaire en République Centrafricaine. Rapport ESAT 1, Montpellier, 118 pp.
- BLANC, F., GOUTEUX, J.P., CUISANCE, D., POUNEKROZOU, E., N'DOKOUE, F. et LE GALL, F. (1991a). Etude de la répartition des tsé tsé (Diptera: Glossinidae) en zone de savane humide (République Centrafricaine). Evaluation de techniques de prospection entomologique. Trop. Med. Parasitol., 42: 127-130.
- BLANC, F., GOUTEUX, J.P., CUISANCE, D., POUNEKROZOU, E., LE MASSON, A., N'DOKOUE, F., MAINGUET, M., D'AMICO, F. et LE GALL, F. (1991b). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes*

- pour la protection de l'élevage en République Centrafricaine. III. Vulgarisation en milieu Mbororo. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 44(3) : 301-307.
- BLANC, F., LE MASSON, C., ASSANA REMAYEKO, LE MASSON, A., LE GALL, F. et LHOSTE, P. (1992). Les raisons d'un engagement agricole irréversible des éleveurs Mbororo de République Centrafricaine. Cahiers de la Recherche Développement, 32 (2) : 6-10.
- BOCQUENTIN, R. et DUVALLET, G. (1990). Amélioration de la reproductibilité du test ELISA adapté à la détection d'anticorps anti-*Trypanosoma congolense* chez les bovins. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 43(2): 179-186.
- BOUCHET, A., GRABER, M., FINELLE, P., DESROTOUR, J. et MACON, G. (1969). Le parasitisme du zébu dans l'ouest de la République Centrafricaine. I. Parasitisme des veaux de lait. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 22(3): 373-383.
- BOUET, G. et ROUBAUD, E. (1912). Expériences de transmission des trypanosomiasés animales de l'Afrique Occidentale française par les stomoxes. Bull. Soc. Path. exot., 5 : 544-550.
- BOULVERT, Y. (1986). Carte phytogéographique à 1/100 000. République Centrafricaine. ORSTOM ed., Paris 1986, 131 pp.
- BOUTRAIS, J., (1988). Des Peuls en savanes humides. Développement pastoral dans l'ouest centrafricain. ORSTOM, Etudes et Thèses, Paris, 383 p.
- BOYT, W.P., MCKENZIE, P.K.I. and ROSS, C. (1970). An attempt to demonstrate the natural transmission of bovine trypanosomiasis by agents other than *Glossina* in the Sabi valley of Rhodesia. Rhodesia Vet. J., 1(1): 7-16.
- BRADY, J. (1972). The visual responsiveness of the tsetse fly *Glossina morsitans* West. (Glossinidae) to moving objects : the effects of hunger, sex, host odour and stimulus characteristics. Bull. ent. Res., 62 : 257-279.
- BRADY, J., PACKER, M.J. and GIBSON, G. (1990). Odour plume shape and host finding by tsetse. Insect Sci. Applic., 11(3): 377-384.
- BRIGHTWELL, R., DRANSFIELD, R.D. and WILLIAMS, B.G. (1992). Factors affecting seasonal dispersal of the tsetse flies *Glossina pallidipes* and *G. longipennis* (Diptera: Glossinidae) at Nguruman, south-west Kenya. Bull. ent. Res., 82: 167-182.
- BROMIDGE, T. , GIBSON, W. , HUDSON, K. and DUKES, P. (1993). Identification of *Trypanosoma brucei gambiense* by PCR amplification of variant surface glycoprotein genes. Acta Trop., 53: 107-119.
- BURSELL, E. and GLASGOW, J.P. (1960). Further observations on lakesides and riverine communities of *Glossina palpalis fuscipes* Newstead. Bull. ent. Res., 51: 47.
- BURSELL, E. (1990). The effect of host odour on the landing responses of tsetse flies (*Glossina morsitans morsitans*) in a wind tunnel with and without visual targets. Physiol. Entomol., 15: 369-376.
- BURSELL, E. and TAYLOR, P. (1980). An energy budget for *Glossina* (Diptera: Glossinidae). Bull. ent. Res., 70: 187-196.
- BUXTON, P.A. (1955). The natural history of tsetse flies. London School of Hygiene and Tropical Medicine, Memoir n° 10, London, Lewis: 816 pp.
- CAMUS, E. (1981). Epidémiologie et incidence de la trypanosomose bovine dans le nord de la Côte-d'Ivoire. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 34(3) : 289-295
- CAVALEYRA, M. (1992). Intérêt de la détection des antigènes circulants spécifiques d'espèces dans la mise en évidence et la caractérisation des trypanosomoses animales africaines. Mémoire DEA de Parasitologie, Montpellier II, USTL, 31 pp.
- CHALLIER, A. (1965). Amélioration de la méthode de détermination de l'âge physiologique des Glossines. Etudes faites sur *G. palpalis gambiensis*, Vanderplank, 1949. Bull. Soc. Path. Exot., 58: 250-259.

- CHALLIER, A. (1973). Ecologie de *G. palpalis gambiensis*, Vanderplank, 1949. (Diptera, Muscidae) en savane d'Afrique Occidentale, Mémoires ORSTOM, N° 64., 274 pp.
- CHALLIER, A. (1982). The ecology of tsetse (*Glossina spp.*) (Diptera : Glossinidae) : a review. Insect. Sci. Applic., 3: 97-143.
- CHALLIER, A. et LAVEISSIERE, C. (1973). Un nouveau piège pour la capture des glossines: description et essais sur le terrain. Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasit., 11: 251-262.
- CHALLIER, A., EYRAUD, M., LAFAYE, A. et LAVEISSIERE, C. (1977). Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera: Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasit., 15(3): 283-286.
- CHANDENIER, J., LANDAU, I. et BACCAM, D. (1990). *Trypanosoma kremeri* n. sp., parasite du passériforme *Estrilda melpoda* (Vieillot, 1817). Ann. Parasitol. Hum. Comp., 65(3): 150.
- CHOLLET, J.Y. (1992). Epidémiologie de la trypanosomose bovine dans le Nord-Cameroun. First Int. Seminar on Non-tsetse transmitted animal trypanosomoses. 14-16 Octobre 1992. Annecy (France) : 170
- CIBULSKIS, R.E. (1988). Origins and organization of genetic diversity in natural populations of *Trypanosoma brucei*. Parasitology, 96 : 303-322.
- CIBULSKIS, R.E. (1992). Genetic variation in *Trypanosoma brucei* and the epidemiology of sleeping sickness in the Lambwey valley, Kenya. Parasitology, 104 : 99-109.
- CLARKE, J.E. (1965). Trypanosome infections in the mouthparts of *G. morsitans* Westw.: a correlation between extent of labral infection and invasion of the hypopharynx. An. trop. Med. Parasitol., 59: 235-239.
- CLAUSEN, P.H., SIDIBE, I., KABORE, I. and BAUER, B (1990). Multiple drug resistance of *T. congolense* in cattle under natural tsetse challenge. Bull. Soc. Fr. Parasitologie. Paris, 8: supplement n° 2, 111.
- CLAXTON, J.R., LEPPERRE, P., RAWLINGS, P., SNOW, W.F. and DWINGER, R.H., (1989). Trypanosomiasis challenge estimation in The Gambia using the Berenil Index: comparison between Zebu and N'Dama. in : Proc. 20th Meet. International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control, Mombasa (Kenya).
- CLAXTON, J.R., LEPPERRE, P., RAWLINGS, P., SNOW, W.F. and DWINGER, R.H., (1992). Trypanosomiasis in cattle in Gambia: Incidence, prevalence and tsetse challenge. Acta Trop., 50: 219-225.
- CODJIA, V., WOULDYALEW MULATU, MAJIWA, P.A.O., LEAK, S.G.A., ROWLANDS, G.J., AUTHIE, E., D'ETEREN, G.D.M., and PEREGRINE, A.S. (1993). Epidemiology of bovine trypanosomiasis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. 3. Occurrence of populations of *Trypanosoma congolense* resistant to diminazene, isometamidium and homidium. Acta Trop., 53 : 151-163.
- COLVIN, J. and GIBSON, G. (1992). Host-seeking behavior and management of tsetse. Ann. Rev. Entomol., 37: 21-40
- CONNOR, R.J. and HALLIWELL, R.W. (1987). Bovine trypanosomiasis in southern Tanzania: parasitological and serological survey of prevalence. Trop. Anim. Hlth. Prod., 19: 165-172.
- CONNOR, R.J. (1991). Report on diagnosis, treatment and prevention of animal trypanosomiasis under field conditions. Meeting of the pannel of experts on ecological/technical aspects of the program for the control of African animal trypanosomiasis and related development, Harare, Zimbabwe, 50 pp.
- CROUAIL, J.C. (1969). Une étape vers la sédentarisation de l'élevage Mbororo en République Centrafricaine : le bain détiqueur adapté à l'élevage bovin. Thèse Docteur Vétérinaire. 83 pp.
- CUISANCE, D., (1988). La lutte contre les glossines dans la ZAGROP de Yérémo. Bilan de 4 missions d'appui à l'unité de lutte contre les glossines dans le cadre du P.N.D.E. de la R.C.A.. Rapport IEMVT/CIRAD, 61 p.
- CUISANCE, D. (1989). Le piégeage des Tsé-tsé. Etudes et Synthèses de l'IEMVT, n° 32, EMVT/CIRAD, 172 p.

- CUISANCE, D., (1991). Trypanosomes: justification pour le contrôle ou l'éradication. In: Meeting of the panel of experts on ecological/technical aspects of the programme for the control of African animal trypanosomiasis and related development, Harare, Zimbabwe, 24-26 juin 1991, 12 pp.
- CUISANCE, D. et FEVRIER, J. (1983). Etude sur le pouvoir de dispersion des glossines. Rapport IEMVT/CRTA, 83 pp.
- CUISANCE, D., MEROT, P., POLITZAR, H. and TAMBOURA, I. (1984). Coût de l'emploi d'écrans insecticides dans la lutte intégrée contre les glossines dans la zone pastorale de Sidéradougou, Burkina Faso. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 37: 84-98.
- CUISANCE, D., POLITZAR, H., TAMBOURA, I. et MEROT, P. (1990). Coût de l'emploi de barrières, de pièges et d'écrans insecticides pour la protection de la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou, Burkina Faso. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 43(2): 207-217.
- CUISANCE, D., CAILTON, P., KOTA-GUINZA, A., NDOKOUE, F., POUNEKROZOU, E. et DEMBA, D. (1991). Lutte contre *Glossina fuscipes fuscipes* par piégeage chez les éleveurs Mbororo de République Centrafricaine. Rev. elev. Méd. vét. Pays trop., 44(1): 81-87.
- CUISANCE, D., GOUTEUX, J.P., CAILTON, P., KOTA-GUINZA, A., NDOKOUE, F., POUNEKROZOU, E. et DEMBA, D. (1992). Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage zébu en République Centrafricaine. Mém. Soc. r. belge Ent., 35: 103-110.
- D'AMICO, F., MOUSSA, A., SARDA, J. et GOUTEUX, J.P. (1992a). Distribution et importance des gîtes à *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 dans l'agglomération de Bangui (République Centrafricaine). Bull. Soc. Path. Ex., 85 : 64-68.
- D'AMICO, F., GOUTEUX, J.P., CUISANCE, D., MAINGUET, M., POUNEKROZOU, E., NDOKOUE, F. et LE GALL, F. (1992b). Epidémiologie des trypanosomoses bovines en République Centrafricaine : évaluation de l'importance de la vécation mécanique. First Int. Seminar on Non-tsetse transmitted animal trypanosomoses. 14-16 Octobre 1992, Annecy (France) : 176.
- DALE, C., WELBURN, S.C. and MAUDLIN, I. (à paraître). The mode of action of lectins in tsetse flies.
- DEN OTTER, C.J. (1991). Olfactory responses of tsetse flies to phenols from buffalo urine. Physiol. Entomol., 16: 401-410.
- DEN OTTER, C.J., TCHICAYA, T. and VAN DER BERG, M.J. (1988). Olfactory sensitivity of five species of tsetse (*Glossina* spp.) to 1-octen-3-ol, 4-heptanone, 3-nonanone and acetone. Insect Sci. Applic., 9(2): 213-218.
- DESFONTAINE, M., ROUNGOU, J.B., NGUEMBI, E., KANDA, P., BAQUILLON, G. et LIMBASSA, J. (1988). Lutte contre la trypanosomiose humaine africaine en République Centrafricaine. Inter-Fac. Afrique, 7 : 11-14.
- DESQUESNES, M. (1992). Epidémiologie de la trypanosomose bovine (*T. vivax*) en Guyane française. First Int. Seminar on Non-tsetse transmitted animal trypanosomoses. 14-16 Octobre 1992, Annecy (France) : 168.
- DESROTOUR, J., (1967). Les pasteurs Bororos et leurs troupeaux; organisation, modes de vie, modes d'élevage, in : LACROUTS, M., SARNIGUET, J. et TYC, J. (1976). Le cheptel bovin de la République Centrafricaine. Production- Commercialisation - Perspectives d'avenir. Paris. Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères chargé de la coopération, 321 pp.
- DESROTOUR, J. (1981). Situation actuelle de l'élevage en République Centrafricaine. Propositions. Ministère de la Coopération et du Développement (République Française) - Ministère du Développement Rural (République Centrafricaine), I.E.M.V.T., 67 pp.
- DIA, M.L. (1993). Capacité vectorielle de *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 au laboratoire (Diptera : Glossinidae). Mémoire DEA, Université Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc, 38 pp.
- DIRIE, M.F., WALLBANKS, K.R., MOLYNEUX, D.H., McNAMARA, J.J. and MINTER, D. (1991). Comparison of *Trypanosoma grayi*-like isolates from west and east Africa. Ann. Trop. Med. Parasitol., 85: 49-52.

- DIRIE, M.F., OTTE, M.J. and GARDINER, P.R. (1992). Phenotypic and serological diversity amongst *Trypanosoma vivax* isolates from south america and africa. First Int. Seminar on Non-tsetse transmitted animal trypanosomoses, 14-16 Octobre 1992, Annecy (France) : 36.
- DISTELMANS, W., D'HAESELEER, F., KAUFMAN, L. and ROUSSEUW, P. (1982). The susceptibility of *G. p. palpalis* at different ages to infection with *T. congolense*. Ann. Soc. belge Méd. trop., 62: 41-47.
- DOKO, A. GUEDEGBE, B., BAELMANS, R., DEMEY, F., N'DIAYE, A., PANDEY, V.S. and VERHULST, A. (1991). Trypanosomiasis in different breeds of cattle from Benin. Vet. Parasitol., 40: 1-7.
- DOLAN, R.B., NJOGU, A.R., SAYER, P.D., OKECH, G. et ALUSKULA, H. (1988). Trypanotolerance in East Africa : the Orma Boran breeding and selection programme. in : QUA / CSTRC. pp. : 314-318. 19ème Réunion ISCTRC. Lomé (Togo). 30 Mars - 03 Avril 1987. publication n° 114, 555 pp.
- DUKE, H.L. (1936). On the power of *Glossina morsitans* and *Glossina palpalis* to transmit the trypanosomes of the *brucei* group. Ann. Trop. med. Parasit., 30: 37.
- DUKES, P., McNAMARA, J.J. and GODFREY, D.G. (1991). Elusive trypanosomes. Ann. Trop. Med. Parasit., 85: 21-32.
- DUVALLET, G., BENGALY, Z., REIFENBERG, J.M. et ARGIRO, L. (1993). De nouveaux outils pour le diagnostic et l'épidémiologie de la trypanosomose animale africaine. Journées Scientifiques du réseau Biotechnologies Animales de l'UREF Liège, 13-15 Octobre 1993.
- ELSEN, P., AMOUDI, M.A. and LECLERCQ, M. (1990). First record of *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 and *Glossina morsitans submorsitans* Newstead, 1910 in southwestern saudi arabia. Ann. Soc. belge Méd. trop., 70: 281-287.
- F.A.O. (1988). Integrated tsetse control and rural development. Report. Joint meeting of the FAO panels of experts on technical, ecological and development aspects of the Programme for the Control of African Animal Trypanosomiasis and related development. Accra (Ghana), 7-9 nov. 1988.
- F.A.O. (1986). Atlas de l'agriculture africaine. FAO, Rome
- F.A.O. (1991). Lutte contre la trypanosomiase, élément d'une production agricole durable. Rapport de la réunion d'experts sur les aspects écologiques et techniques. Harare, Zimbabwe, 24-26 Juin 1991, FAO, Rome.
- FILLEDIER, J. et MEROT, P. (1989). Pouvoir attractif de l'association M-crésol 1-octen-3-ol dans un type de diffuseur pratique pour *Glossina tachinoides* au Burkina Faso. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 42(4): 541-544.
- FINELLE, P. (1957). Les trypanosomoses bovines dans l'ouest de l'Oubangui-Chari. Essai de traitement par le bérénil. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 10: 231-247.
- FINELLE, P. (1971). Lutte contre *G. f. fuscipes* en République Centrafricaine. Rapport 201. Rev. O.I.E., 24-29 Mai 1971. 7 pp.
- FINELLE, P., DESROTOUR, J., YVORE, P. et RENNER, P. (1962). Essai de lutte contre *G. fusca* en RCA par pulvérisation de dieldrine. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 15: 247-253.
- FINELLE, P., ITARD, J. et YVORE, P. (1963a). Le problème des glossines en République Centrafricaine. 9ème Réunion. C.S.I.R.T., Conakry, 135-155.
- FINELLE, P., ITARD, J., YVORE, P. et LACOTTE, R. (1963b). Répartition des glossines en République Centrafricaine. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 16(3): 337-348.
- FISKE, W.F. (1920). Investigations into the bionomics of *Glossina palpalis*. Bull. ent. res., 10: 347
- FORD, J. and LEGGATE, B.M. (1961). The geographical and climatic distribution of trypanosome infection rates in the *G. morsitans* group of tsetse flies (*Glossina* Wied., Diptera). Tr. Royal Soc. Trop. Med. Hyg., 55: 383-397.

- FRANQUIN, P., DIZIAIN, R., COINTEPAS, J.P. et BOULVERT, Y (1988). Agrocimatologie du Centrafrique. Ed. ORSTOM, coll. Initiations- Documents techniques, n° 71, Paris. 522 pp.
- FREZIL, J.L. et CARNEVALE, P. (1976a). Utilisation de la carboglace pour la capture de *Glossina fuscipes quanzensis* Pires, 1948 avec le piège biconique. Conséquences épidémiologiques. Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. et parasitol., 14(3): 225-235.
- FREZIL, J.L. et CARNEVALE, P. (1976b). Le problème du réservoir de virus et du maintien des foyers de trypanosomiase humaine en Afrique Centrale. Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. et parasitol., 14(4): 307-313.
- FREZIL, J.L. (1983). La trypanosomiase humaine en République populaire du Congo, Travaux et Documents de l'ORSTOM, n° 155, 165 pp.
- GARDINER, P.R. (1992). *Trypanosoma vivax* in Africa and South America : our state of knowledge compared. First Int. Seminar on Non-tsetse transmitted animal trypanosomoses, 14-16 Octobre 1992, Annecy (France) : 20.
- GASHUMBA, K.K., GIBSON, W.C. and OPIYO, E.A. (1986). A preliminary comparison of *Trypanosoma simiae* and *T. congolense* by isoenzyme electrophoresis. Acta Trop., 43: 15-19.
- GASHUMBA, J.K., BAKER, R.D. and GODFREY, D.G. (1988). *T. congolense*: the distribution of enzymic variants in East and West Africa. Parasitology., 96: 475-486.
- GIBBINS, E.G. (1941). Studies on the bionomics, control and natural infectivity of the riverine *Glossina palpalis* subspecies *fuscipes* Newstead in the West Nile district of Uganda. Ann. Trop. Med. Parasitol., 35: 195.
- GIBSON, G. and BRADY, J. (1988). "Anemotactic" flight paths of tsetse flies in relation to host odour : a preliminary video study in nature of the response to loss of odour. Physiol. Entomol., 10 : 395-406.
- GIBSON, W.C. (1986). Will the real *Trypanosoma b. gambiense* please stand up? Parasitology Today, 2 : 457-486.
- GIBSON, W.C., DUKES, P. and GASHUMBA, J.K. (1988). Species-specific DNA probes for the identification of African trypanosomes in tsetse flies. Parasitology., 97: 63-73.
- GIBSON, W. and FERRIS, V. (1992). Sequential infection of tsetse flies with *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma brucei*. Acta Trop., 50: 345-352.
- GOODING, R.H., (1982). Classification of nine species and subspecies of tsetse flies (Diptera: Glossinidae: *Glossina* Wiedemann) based on molecular genetics and breeding data. Can. J. Zool., 60: 2737-2744.
- GOUTEUX, J.P. (1983). Ecologie des glossines en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. 7. Analyse de la distribution spatiale des glossines en activité dans une plantation de cafeiers. Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasitol., 21(4): 231-239.
- GOUTEUX, J.P. et MONTENY, B. (1986). Ecologie des glossines en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. 10. Activité. Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasitol., 24(2): 83-97.
- GOUTEUX, J.P. (1987). Ecodistribution de *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.) en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. Acta Oecologica, Oecol. Applic., 8(1): 27-38.
- GOUTEUX, J.P. (1990). Current considerations on the distribution of *Glossina* in west and central Africa. Acta Trop., 47: 185-187.
- GOUTEUX, J.P. et DAGNOGO, M. (1986). Ecologie des glossines en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. 11. Comparaison des captures au piège biconique et au filet. Agressivité pour l'homme. Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasitol., 24(2): 99-110.
- GOUTEUX, J.P. et LE GALL, F. (1992). Piège bipyramidal à tsé-tsé pour la protection de l'élevage en RCA. Rev. Mond. Zootech. (FAO), 70/71: 37-43.
- GOUTEUX, J.P., LAVEISSIERE, C. et BOREHAM, P.F.L. (1982a). Ecologie des glossines en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. 2. Les préférences trophiques de *G. palpalis s.l.*. Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasitol., 20: 3-18.

- GOUTEUX, J.P., LAVEISSIERE, C. et BOREHAM, P.F.L. (1982b). Ecologie des glossines en secteur préforestier de Côte d'Ivoire. 2. Les préférences trophiques de *G. pallicera* et *G. nigrofusca*. Comparaison avec *G. palpilis* et implications épidémiologiques. Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasitol., 20: 109-124.
- GOUTEUX, J.P., NKOUKA, E., NOIREAU, F., FREZIL, J.L. et SINDA, D. (1986). Les glossines de l'agglomération brazzavilloise. I. Répartition et importance des gîtes. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 39(3-4): 355-362.
- GOUTEUX, J.P., CUISANCE, D., DEMBA, D., NDOKOUE, F. et LE GALL, F. (1991). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République Centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 44(3) : 287-294.
- GOUTEUX, J.P. (1991). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République Centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 44(3) : 295-299.
- GOUTEUX, J.P., D'AMICO, F., KOUNDA-GBOUMBI, J.C., NOUTOUA, L. and BAILLY, C. (1992). *Glossina fuscipes fuscipes* and *Glossina palpilis palpilis* as vectors of sleeping sickness in the focus of Nola-Bilolo in the Central African Republic. Acta Trop., 51 : 163-166.
- GOUTEUX, J.P., D'AMICO, F., CUISANCE, D., BLANC, F., DEMBA, D., STAAK, C., CLAUSEN, P.H., KOTA-GUINZA, A. et LE GALL, F. (à paraître). Préférences trophiques de *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 (Diptera : Glossinidae) dans deux zones d'élevage de la République Centrafricaine (soumis à Veterinary Research).
- HABTEMARIAM, T., RUPPNER, R., RIEMANN, H.P. and THIES, J.H. (1983a). An epidemiologic system analysis model for African trypanosomiasis. Prev. Vet. Med., 1: 125-136.
- HABTEMARIAM, T., RUPPNER, R., RIEMANN, H.P. and THIES, J.H. (1983b). Epidemic and endemic characteristics of trypanosomiasis in cattle: a simulation model. Prev. Vet. Med., 1: 137-145.
- HALL, M.J.R., BEEVOR, P.S., CORK, A., NESBITT, B.F. and VALE, G.A. (1984). A potent olfactory stimulant and attractant for tsetse isolated from cattle odours. Insect. Sci. Applic., 5 : 335-339.
- HARGROVE, J.W. (1990). Population estimation from mark-recapture data. in: Sterile insect technique for tsetse control and eradication. Proceedings of the final research co-ordination meeting organized by the joint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture, Nigeria, 6-10 June 1988.
- HARGROVE, J.W. and LANGE, K. (1970). Tsetse dispersal viewed as a diffusion process. Trans. Zimbabwe Scient., 64(1): 1-8.
- HARLEY, J.M.B. (1966a). Seasonal and diurnal variations in physiological age and trypanosome infection rate of females of *G. pallidipes* Aust., *G. palpilis fuscipes* Newst., and *G. brevipalpis* Newst. Bull. ent. Res., 56: 599-614.
- HARLEY, J.M.B. (1966b). Studies on age and trypanosome infection rate in females of *G. pallidipes* Aust., *G. palpilis fuscipes* Newst., and *G. brevipalpis* Newst. in Uganda. Bull. ent. Res., 57: 23-27.
- HARLEY, J.M.B. (1967). Further studies on age and trypanosome infection rate in females of *G. pallidipes* Aust., *G. palpilis fuscipes* Newst., and *G. brevipalpis* Newst. in Uganda. Bull. ent. Res., 57: 459-477.
- HARLEY, J.M.B. and WILSON, A.J. (1968). Comparison between *G. morsitans*, *G. pallidipes* and *G. fuscipes* as vectors of trypanosomes of the *T. congolense* group: the proportions infected experimentally and the numbers of infected organisms extruded during feeding. Ann. Trop. Med. Parasitol., 62: 178-187.
- HARLEY, J.M.B. (1970). The influence of the age of the fly at the time of the infecting feed on infection of *Glossina fuscipes* with *Trypanosoma rhodesiense*. Ann. Trop. Med. Parasitol., 65: 191-196.
- HARLEY, J.M.B. (1971). Comparaison de la susceptibilité à infection with *Trypanosoma rhodesiense* of *Glossina pallidipes*, *G. morsitans*, *G. fuscipes* and *G. brevipalpis*. Ann. Trop. Med. Parasitol., 65: 185-189.

- HOARE, C.A. (1931). Studies on *Trypanosoma grayi*. III. Life cycle in the tsetse fly and in the crocodile. Parasitology, 23: 449-479.
- HOARE, C.A. (1972). The Trypanosomes of Mammals. A Zoological Monograph. Blackwell, Oxford, 749 pp.
- HOLLOWAY, M.T.P. and PHELPS, R.J. (1991). The responses of *Stomoxys spp.* (Diptera: Muscidae) to traps and artificial host odours in the field. Bull. ent. Res., 81: 51-55.
- HOSTE, C.H. (1987). Bétail trypanotolérant et trypanosomiase animale africaine. Rev. Mond. Zootech. (FAO), 62: 41-50.
- HOSTE, C.H. (1992). Contribution du bétail trypanotolérant au développement des zones affectées par la TAA. Rev. mond. Zootech. (FAO), 70/71: 21-29.
- HOSTE, C.H., CHALON, E., D'IETEREN, G. and TRAIL, J.C.M., (1988). Le bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et centrale. Vol. 3. Bilan d'une décennie. Etude FAO: Production et Santé animales, n° 20/3. FAO, Rome.
- HUGUENIN J. et BELDJE-BEDOGO, (1992). Travaux de recherche appliquée pour la protection des savanes pastorales en RCA contre *Chromolaena odorata*. 7ème conférence AIEMVT, 14-19 septembre 1992, Yamoussoukro, Côte-d'Ivoire, 9 pp.
- ILCA (1979). Trypanotolerant livestock in West and Central Africa. ILCA. Monograph 2, volume 1. ILCA, Ethiopia, pp. 1-19.
- ILRAD. (1992). Annual scientific report 1991, ILRAD, Nairobi, Kenya, 118 pp.
- IMBUGA, M.O., OSIR, E.O., LABONGO, V.L., DARJI, N. and OTIENO, L.H. (1992). Studies on tsetse midgut factors that induce differentiation of bloodstream *T. b. brucei* in vitro. Parasitol. Res., 78: 10-15.
- INGRAM, G.A. and MOLYNEUX, D.H. (1990). Lectins (haemagglutinins) in the haemolymph of *Glossina fuscipes fuscipes*: isolation, partial characterization, selected physico-chemical properties and carbohydrate-binding specificities. Insect Biochem., 20(1): 13-27.
- ISMAEL, A.A., NJOGU, A.R., GETTINBY, G. et MURRAY, M. (1985). Susceptibility of Orma and Boran cattle to infections with bloodstream forms of *T. congolense* and *T. vivax*. QUA / STRC, pp. : 176. 18ème Meeting ISCTRC, Harare (Zimbabwe), publication n° 113.
- ITARD, J., FINELLE, P. et RICKENBACH, A. (1963). Contribution à l'étude des Tabanidae (Diptera) d'Afrique Centrale. Les Tabanidae de la République Centrafricaine. Rev. Elev. méd. vét. Pays trop., 16(2): 159-173.
- ITARD, J. (1981). Les trypanosomoses animales africaines. Précis de Parasitologie vétérinaire tropicale, t. 2. IEMVT, 303-369.
- JACKSON, C.H.N. (1946). An artificially isolated generation of tsetse flies. Bull. ent. Res., 37 : 291-299.
- JACQUIET, P. (1989). Données récentes sur l'épidémiologie des trypanosomoses animales africaine. Thèse Doct. Vét., n° 46, 1989, E.N.V. Lyon.
- JANHKE, H.E., TACHER, G., KEIL, P. and ROJAT, D. (1987). Livestock production in Tropical Africa with special reference to the tsetse affected area. Actes de la réunion du Réseau Africain d'Etude du bétail trypanotolérant. Nairobi, Kenya, 23-27 nov. 1987, 26 pp.
- JENNI, L., MARTI, S., SCWEIZER, J., BETSCHART, B., LE PAGE, R.W.F., WELLS, J.M., TAIT, A., PAINDAVOINE, P., PAYS, E. and STEINERT, M. (1986). Hybrid formation between African trypanosomes during cyclical transmission. Nature, 322: 273-275.
- JONGEJEAN, F., OOIJEN, C.P.J.G., ZIVKOVIC, D and HUURNE ter A.A.H.M. (1988). Quantitative correlation of parasitological and serological techniques for the diagnosis of *Trypanosoma congolense* infection in cattle. The Vet. Quart., 10(1) : 42-47.

- JORDAN, A.M. (1974). Recent developments in the ecology and methods of control of tsetse flies (*Glossina* spp) (Dipt., Glossinidae)- A review. Bull. ent. Res., 63: 361-399.
- JORDAN, A.M. (1986). Trypanosomiasis control and african rural development. Longman, London and New York, 357 pp.
- KIMMEL, B.E., OLE MOI-YOI, O.K. and YOUNG, J.R. (1987). Ingi a 5,2 kb dispersed sequence element from *Trypanosoma brucei* that carries half of a smaller mobile element at either end and has homology with mammlaian lines. Mol. Cell. Bio., 7 : 1467-1475.
- KINTZ, D. (1988). Les éleveurs centrafricains. Leurs caractéristiques sociologiques et linguistiques. Rapport P.N.D.E., Bangui, 90 pp.
- KOECHLIN, J., (1962). Etude sur les pâturages et les questions fourragères en République Centrafricaine. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 15: 43-73.
- KUKLA B.A., MAJIWA, P.A.O., YOUNG, J.R., MOLOO, S.K. and OLE MOI YOI, O. (1987). Use of species-specific DNA probes for detection and identification of trypanosomes infection in tsetse flies. Parasitology, 95: 1-16.
- KUPPER, W., SPATH, J. and KROBER, T. (1991). Attractiveness of chemicals to *Glossina tachinoides* Westwood (Diptera, Glossinidae) in Côte d'Ivoire. Trop. Pest Management, 37(4): 436-438.
- LACROUTS, M., SARNIGUET, J. et TYC, J. (1976). Le cheptel bovin de la République Centrafricaine. Production-Commercialisation - Perspectives d'avenir. Paris. Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères chargé de la coopération. 321 pp.
- LADIKPO, E. et SEUREAU, C. (1983). Localisation de *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* (Kinetoplastida, trypanosomatidae) dans le proboscis de *Glossina morsitans morsitans* Westwood, 1850 (Diptera: Glossinidae). Ann. Parasitol. Hum. Comp., 63(3): 193-196.
- LANCIEN, J. (1991). Lutte contre la maladie du sommeil dans le sud-est Ouganda par piégeage des glossines. Ann. Soc. Belg. Méd. Trop., 71 (suppl. 1): 35-47.
- LANCIEN, J., LANNES, C. et BOUVIER, J.B. (1990). Les étapes de la lutte antivectorielle par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* dans le sud-est Ouganda. Actes Coll. International Trypanosomiasis Seminar, Anvers, Déc. 1990.
- LANCIEN, J., MUGUWA, J., LANNES, C. et BOUVIER, J.B. (1991). Tsetse and human trypanosomiasis challenge in south eastern Uganda. Insect Sci. Applic., 11(3): 411-416.
- LANGLEY, P.A., HALL M.J.R. et FELTON, T. (1988). Determining the age of tsetse flies, *Glossina* spp. (Diptera : Glossinidae) : an appraisal of the pteridine fluorescence technique. Bull. ent. Res., 78 : 387-395.
- LAVEISSIERE, C. (1975). Détermination de l'âge des glossines ténérales (*Glossina tachinoides*, Westwood). Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 13(1): 3-11.
- LAVEISSIERE, C. and BOREHAM, P.F.L. (1976). Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'Ouest. I. Préférences trophiques. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 14(3): 187-200.
- LAVEISSIERE, C. , COURET, D. et KIENON, J.P. (1980). Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide, en zone de savane humide. II. Résultats quantitatifs obtenus lors des premiers essais. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 23 : 209-222.
- LAVEISSIERE, C. et COURET, D. (1981). Essai de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticides. Cah. ORSTOM, sér., Ent. méd. et Parasitol., 19 : 271-283.

- LAVEISSIERE, C. et COURET, D. (1982). Effet comparé des écrans et des pièges biconiques imprégnés d'insecticide sur les populations de *Glossina morsitans submorsitans* dans les galeries forestières. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 20 : 63-68.
- LAVEISSIERE, C. et COURET, D. (1983). Dieldrine et écrans pour la lutte contre les glossines riveraines. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 21 : 57-62.
- LAVEISSIERE, C., COURET, D., STAAK, C. et HERVOUET, J.P. (1986a). *Glossina palpalis* et ses hôtes en secteur forestier de Côte d'Ivoire. Relations avec l'épidémiologie de la trypanosomiase humaine. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 23(4): 297-303.
- LAVEISSIERE, C., COURET, D. et HERVOUET, J.P. (1986b). Localisation et fréquence du contact homme/glossine en secteur forestier de Côte-d'Ivoire. 1. Recherche des points épidémiologiquement dangereux dans l'environnement végétal. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 24(1): 21-35.
- LAVEISSIERE, C., HERVOUET, J.P. et COURET, D. (1986c). Localisation et fréquence du contact homme/glossine en secteur forestier de Côte-d'Ivoire. 2. Le facteur humain et la transmission de la trypanosomiase. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., 24(1): 45-57.
- LAVEISSIERE, C. et HERVOUET, J.P. (1991). La trypanosomiase humaine en Afrique de l'ouest. Epidémiologie et contrôle. Ed. ORSTOM, coll. Didactiques, 157 pp.
- LE GALL, F., N'DOKOUE, F. et MAINGUET, M. (1992a). Résultats d'une enquête large réalisée sur 27 secteurs d'élevage en RCA (1991) : maladies transmises par les tiques et trypanosomoses. Espèces vectrices, coûts des mortalités et traitements. Rapport DSARA / ANDE, Bangui, 1992.
- LE GALL, F. et N'DOKOUE, F. (1992b). Utilisation des sondes monoclonales spécifiques d'espèces dans le diagnostic des trypanosomoses bovines. Comparaison avec les techniques parasitologiques classiques. Valeurs de l'hématocrite comme indicateur d'un résultat positif. Rapport DSARA / ANDE, Bangui, 1992.
- LE GALL, F., BLANC, F., GOUTEUX, J.P., MAINGUET, M., CUISANCE, D., LEMESRE, J.L., NITCHEMAN, S., CAVALEYRA, M., D'AMICO, F., POUNEKROZOU, E. et N'DOKOUE, F. (à paraître). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en RCA. IV. Impact entomologique, parasitologique et zootechnique. in : Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop
- LE MASSON, C. et REMAYEKO, A., (1990). Les éleveurs M'Bororo. Etude socio-économique. ANDE, Bangui, (reprographié), 227 pp.
- LE MASSON, C., (1985). Les éleveurs Mbororo de l'Ombella-Mpoko. Approvisionnement vivrier, budget familial, commerce des produits laitiers. Direction générale de l'Elevage et des Industries Animales. Projet de Développement Elevage-Ouest, 75 pp.
- LE RAY, D. (1988). Vectorial capacity: any parameters? Workshop on mathematical modelling trypanosomiasis epidemiology and control. Antwerp, 25-29 January 1988.
- LE RAY, D. (1989). Vector susceptibility to African trypanosomes. Ann. Soc. belge Méd. trop., 69(1): 165-171.
- LEAK, S.G.A., AWOME, K., COLARDELLE, C., DUFFERA, W., FERON, A., MAHAMET, B., MAWUENA, K., MINENGU, M., MULUNGO, M., NANKODABA, G., ORDNER, G., PELO, M., SHERIA, M., TIKUBET, G., TOURE, M. and YANGARI, G. (1988). Determination of tsetse challenge and its relationship with trypanosome prevalence in trypanotolerant livestock at sites of the African Trypanotolerance Livestock Network, In: *Livestock Production in Tsetse Affected Areas of Africa*. Proc. Meet. 23rd-27th November 1987, Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD, 43-54.
- LEAK, S.G.A., COLARDELLE, C., COULIBALY, L., DUMONT, P., FERON, A., HECKER, P., D'ETEREN, G.D., JEANIN, P., MINENGU, M., MINJA, S., MULATU, W., NANKODABA, G., ORDNER, G., ROWLANDS, G.J., SAUVEROCHE, B., TIKUBET, G. and TRAIL, J.C.M. (1990). Relationships between tsetse challenge and trypanosome prevalence in trypanotolerant and susceptible cattle. Insect Sci. Applic., 11(3): 293-299.

- LEAK, S.G.A., COLARDELLE, C., D'IETEREN, G., DUMONT, P., FERON, A., JEANIN, P., MINENGU, M., MULUNGU, M., NGAMUNA, S., ORDNER, G., SAUVEROCHE, B., TRAIL, J.C.M. and YANGARI, G. (1991). *Glossina fusca* group tsetse as vectors of cattle trypanosomiasis in Gabon and Zaïre. Med. Vet. Entomol., 5: 111-120.
- LEAK, S.G.A., WOUDYALEW MULATU, AUTHIE, E., D'IETEREN, G.D.M., PEREGRINE, A.S., ROWLANDS, G.J. and TRAIL, J.C.M. (1993). Epidemiology of bovine trypanosomiasis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. 1. Tsetse challenge and its relationship to trypanosome prevalence in cattle. Acta Tropica, 53 : 121-134.
- LEHANE, M.J. and MAIL, T.S. (1985). Determining the age of adult male and female *Glossina morsitans morsitans* using a new technique. Ecol. Entomol., 10 : 219-224.
- LLOYD, L.L. and JONHSON, W.B. (1924). The trypanosome infections of tsetse flies in Northern Nigeria and a method of estimation. Bull. ent. Res., 14: 265-288.
- LUCKINS, A.G. (1992). Methods for diagnosis of trypanosomiasis in livestock. World Anim. Rev. (FAO), 70/71: 15-20.
- LUCKINS, A.G., and MEHLITZ, D., (1978). Evaluation of an indirect fluorescent antibody test, enzyme-linked immunosorbent assay and quantification of immunoglobulins in the diagnosis of bovine trypanosomiasis. Trop. Anim. Health Prod., 10: 149-159.
- LUMSDEN, W.H.R., CUNINGHAM, M.P., WEBBER, W.A.F., HOEVE, K. et WALKER, P.J. (1961). Epidemiological studies on an outbreak of sleeping sickness south of the Yala river, Central Nyanza District, Kenya, EATRO. Annual Report, 41.
- MACHADO DE BARROS, A. (1954). Révision systématique des glossines du groupe *palpalis* (Diptera). Museo de Dundo. Subsidios para o estudo da biologia na Lunda. Publ. cult. Co. Diam. Angola, 22, 189 pp.
- MAJIWA, P.A.O., HAMERS, R., VAN MEIRVENNE, N. and MATTHYSSENS, G. (1986). Evidence for genetic diversity in *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*. Parasitology, 93: 291-304.
- MAJIWA, P.A.O., and OTIENO, L.H. (1990). Recombinant DNA probes reveal simultaneous infection of tsetse flies with different trypanosome species. Mol. and Biochem. Parasitol. 40: 245-254.
- MAJIWA, P.A.O., MAINA, M., WAITUMBI, J.N., MIHOK, S. and ZWEYGARTH, E. (1993). *Trypanosoma (Nannomonas) congolense*: molecular characterization of a new genotype from Tsavo, Kenya. Parasitology, 106: 151-162.
- MASAKE, R.A. and NANTULYA, V.M. (1991). Sensitivity of an antigen detection enzyme immunoassay for diagnosis of *T. congolense* infection in goats and cattle. J. Parasitol., 77: 231-236.
- MASIGA, D.K., SMYTH, A.J., HAYES, P., BROMIDGE, T.J and GIBSON, W.C. (1992). Sensitive detection of Trypanosomes in tsetse flies by DNA amplification. Int. J. Parasitol.; 22 (7) : 909-918.
- MASSAMBA, N.N. and WILLIAMS, R.O. (1984). Distinction of African trypanosomes species using nucleic acid hybridization. Parasitology, 88: 55-65.
- MATHIEU, R. (1988). Mode d'utilisation des pâturages de saison des pluies par les éleveurs Mbororo, région de Bossembélé (République Centrafricaine). Rapport ESAP, Purpan 57 pp.
- MAUDLIN, I. and ELLIS, D.S. (1985). Association between intracellular rickettsia like infections of midgut cells and susceptibility to trypanosome infection in *Glossina* spp., Zeit. für Parasitenkunde, 71 : 683-687.
- MAUDLIN, I. and WELBURN, S.C. (1987). Lectin mediated establishment of midgut infections of *T. congolense* and *T. brucei* in *Glossina morsitans*. Trop. Med. Parasitol., 38: 167-170.
- MAUDLIN, I. and WELBURN, S.C. (1989). A single trypanosome is sufficient to infect a tsetse fly. Ann. Trop. Med. Parasitol., 83(4): 431-433.

- MAUDLIN, I. , WELBURN, S.C. and MEHLITZ, D. (1990). The relationship between R.L.O. and trypanosomes infections in natural populations of tsetse in Liberia. Trop. Med. Parasitol., 41: 265-267.
- MAUDLIN, I. , WELBURN, S.C., GASHUMBA, J.K., OKUNA, N. and KALUNDA, M. (1990). The role of cattle in the epidemiology of sleeping sickness in Uganda. Bull. Soc. Fr. Parasitol., 8(2) :788.
- MAUDLIN, I. , WELBURN, S.C. and MILLIGAN, P. (1991). Salivary gland infection: a sex-linked recessive character in tsetse? Acta Trop., 48: 9-15.
- MAUDLIN, I. (1991). Transmission of African trypanosomiasis : interactions among tsetse immune system, symbionts and parasites : 117-148. in : Advances in disease vector research, vol. 7. Springer-Verlag, New-York, Inc.
- MAWUENA, K., DOUMEY, K. and AKAKPO, K. (1984). Nombre probable de *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* transmis par *Glossina morsitans*. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 37: 186-191.
- McKIHAN, I.W. (1944). Rhodesian sleeping sickness in Eastern Uganda. Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg., 38 : pp. 49.
- McNAMARA, J.J. and SNOW, W.F.,(1991). Improved identification of *Nannomonas* infections in tsetse flies from The Gambia. Acta Trop., 48: 127-136.
- McNAMARA, J.J., DUKES, P., SNOW, W.F. and GIBSON, W.C., (1989). Use of DNA probes to identify *Trypanosoma congolense* and *T. simiae* in tsetse flies from The Gambia. Acta Trop., 46: 55-61.
- McNAMARA, J.J., GIBSON, W.C., MOHAMMED, G., SNOW, W.F. and GODFREY, D.G. (1991). New technologies, old protozoology and a new species of *Nannomonas*. Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg., 85(5) : 695.
- MEHLITZ, D. (1986). Le réservoir animal de la maladie du sommeil à *Trypanosoma brucei gambiense*. Etudes et Synthèses de l'I.E.M.V.T., 156 pp.
- MEROT, P. et FILLEDIER, J. (1989). Résultats de recherches sur les écrans pour la lutte contre *Glossina tachinoides* en zone de savane soudano-guinéenne (Burkina Faso). Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 42(4): 545-550.
- MIHOK, S., OTIENO, L.H. and TARIMO, C.S. (1992). Trypanosome infection rates in tsetse flies (Diptera: Glossinidae) and cattle during tsetse control operations in the Kagera River region of Rwanda. Bull. ent. Res., 82: 361-367.
- MIHOK, S., OLUBAYO, R.O., DARJI, N. and ZWEYGARTH, F. (1993). The influence of host blood on infection rates in *Glossina morsitans* spp infected with *Trypanosoma congolense*, *T. brucei* and *T. simiae*. Parasitology, 107 : 41-48.
- MILLER, N. and LEHANE, M.J. (1993). Peritrophic membranes, cell surface molecules and parasites tropisms within arthropod vectors. Parasitology Today, 9(2): 45-50.
- MILLIGAN, P. (1990). Modelling trypanosomiasis transmission. Insect Sci. Applic., 11: 301-307.
- MILLIGAN, P.J.M. and BAKER, R.D. (1990). A model of tsetse-transmitted animal trypanosomiasis. Parasitology, 96: 211-239.
- MISHRA, G.S., CAMUS, E., BELOT, J. et N'DEPO, A.E. (1979). Enquête sur le parasitisme et la mortalité des veaux dans le Nord de la Côte-d'Ivoire : observations préliminaires. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 32(4) : 353-359.
- MOLOO, S.K. and GRAY, M.A. (1989). New observations on cyclical development of *Trypanosoma vivax* in *Glossina*. Acta Trop., 46: 167-172.
- MOLOO, S.K. and KUTUZA, S.B. (1988a). Comparative study on the infection rates of different laboratory *Glossina* species by *T. congolense*. Med. Vet. Entomol., 2: 253-257

- MOLOO, S.K. and KUTUZA, S.B. (1988b). Comparative study on the susceptibility of different *Glossina* species to *Trypanosoma brucei brucei* infection. Trop. Med. Parasitol., 39: 211-213.
- MOLOO, S.K., KUTUZA, S.B. and BOREHAM, P.F.L. (1980). Studies on *Glossina pallidipes*, *G. fuscipes fuscipes* and *G. brevipalpis* in terms of the epidemiology and epizootiology of trypanosomiasis in south-eastern Uganda. Ann. Trop. Med. Parasitol., 74: 219-237.
- MOLOO, S.K., OLUBAYO, R.O., KABATA, J.M. and OKUMU, I.O. (1992). A comparison of African buffalo, N'Dama and Boran cattle as reservoirs of *Trypanosoma congolense* for different *Glossina* species. Med. Vet. Entomol., 6: 225-230.
- MOLYNEUX, D.H. (1973). *Trypanosoma bouffardi* of west african Ploceidae (Aves). Parasitology, 66: 215-230.
- MOLYNEUX, D.H. (1975). Diagnostic methods in animal trypanosomiasis. Vet. Parasitol., 1: 5-17.
- MOLYNEUX, D.H. (1981). Evaluation du risque de trypanosomiase. Doc. FAO, AGA:Tryp/EA/81/8.
- MOLYNEUX, D.H. and ASHFORD, R.W. (1983). The biology of *Trypanosoma* and *Leishmania*, parasites of man and domestic animals. Taylor and Francis, London, 294 p.
- MOLYNEUX, D.H. and STILES, J.K. (1991). Trypanosomatid- vector interactions. Ann. Soc. belge Méd. trop., 71(1) : 151-166.
- MOSER, D.R., COOK, G.A., OCHS, D.E., BAILEY, C.P., McKANE, M.R. and DONELSON, J.E. (1989). Detection of *T. congolense* and *T. brucei* subspecies by DNA amplification using the polymerase chain reaction. Parasitology, 99: 57-66.
- MSANGI, A. et LEHANE, M.J. (1991). A method for determining the age of very young tsetse flies (Diptera : Glossinidae) and an investigation of the factors determining head fluorescent levels in newly emerged adults. Bull. ent. Res., 81 : 185-188.
- MULLIGAN, H.W. (1970). The African Trypanosomes. Allen and Unwin Ltd., London, 950 pp.
- MURRAY, M., MURRAY, P.K. and McINTYRE, W.I.M. (1977). An improved parasitological technique for the diagnosis of african trypanosomiasis. Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg., 71: 325-326.
- MURRAY, M., MORRISON, W.I. and WITHELAW, A.D. (1982). Host susceptibility to African trypanosomiasis trypanotolerance. in : Advances in Parasitology, ed. J.R. BAKER and R. MULLER, Academic Press, London.
- MURRAY, M. and DEXTER, T.M. (1988). Anaemia in bovine trypanosomiasis. Acta Trop., 45: 389-432.
- MURRAY, M., TRAIL, J.C.M. and d'IETEREN, G.D.M. (1990). Trypanotolerance in cattle and prospects for the control of trypanosomiasis by selective breeding. in : Immunity of Internal Parasitism, ed. H.R.P. MILLER, 9(2) : 369, Revue Scientifique et Technique, Office International des Epizooties, Paris.
- MWANGELWA, M.I., DRANSFIELD, R.D., OTIENO, L.H. and MBATA, K.J. (1990). Distribution and diel activity patterns of *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead on Rusinga Island and mainland in Mbita, Kenya. Insect Sci. Applic., 11(3): 315-321.
- NANKODABA, G., COULIBALY, L., HECKER, P., LEAK, S.G.A. and SCHUETTERLE, A. (1988). Trypanosome prevalence in cattle herds exposed to a range of tsetse challenge levels in northern Côte d'Ivoire. In: Livestock Production in Tsetse Affected Areas of Africa. Proc. Meet. 23rd-27th November 1987, Nairobi, Kenya. ILCA/ILRAD: 55-69.
- NANTULYA, V.M. (1990). Trypanosomiasis in domestic animals: the problems of diagnosis. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 9: 357-367.
- NANTULYA, V.M., MUSOKE, A., RURANGIRWA, F.R., SAIGAR, N. and MINJA, S.H. (1987). Monoclonal antibodies that distinguish *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* and *T. brucei*. Parasite Immunology, 9: 421-431.

- NANTULYA, V.M. and LINDQVIST, K.J. (1989). Antigen detection enzyme immunoassays for the diagnosis of *T. vivax*, *T. congolense* and *T. brucei* infections in cattle. Trop. Med. Parasitol., 40: 257-272.
- NANTULYA, V.M. and LINDQVIST, K.J. , STEVENSON, P. and MWANGI, E.K. (1992). Application of a monoclonal antibody-based antigen detection enzyme-linked immunosorbent assay (antigen ELISA) for field diagnosis of bovine trypanosomiasis at Nguruman, Kenya. Ann. Trop. Med. Parasitol., 86 (3): 225-230.
- NAWATHE, D.R., SINHA, P.K. and ABECHI, A.S. (1988). Acute bovine trypanosomiasis in a tsetse free zone of Nigeria. Trop. Anim. Hlth. Prod., 20 :141-142.
- NDEGWA, P.N., IRUNGU, L.W. and MOLOO, S.K.(1992). Effect of puparia incubation temperature: increased infection rates of *T. congolense* in *G. m. centralis*, *G. f. fuscipes* and *G. brevipalpis*. Med. Vet. Entomol., 6: 127-130.
- NITCHEMAN, S. LEMESRE, J.L., GREBAUT, P., CAVALEYRA, M., N'DOKOUE, F., LE GALL, F., BLANC, F., GOUTEUX, J.P., D'AMICO, F., NANTULYA, V.M., FREZIL, J.L. et CUISANCE, D. (1991). Intérêt de la détection des antigènes circulants dans la mise en évidence et la caractérisation des trypanosomes animaux en Afrique Centrale. in : Actes Coll. International Trypanosomomiasis Seminar. Décembre 1990. Anvers (Belgique).
- NJOGU, A.R., DOLAN, P.D., WILSON, A.J. et SAYER, P.D. (1985). Trypanotolerance in east Africa Orma Boran cattle. Vet. Rec., 117 : 632.
- NYEKO, J.H.P., OLE MOI-YOI, O.K., MAJIWA, P.A.O., OTIENO, L.H. and OCIBA, P.M. (1990). Characterization of trypanosome isolates from cattle in Uganda using species-specific DNA probes reveals predominance of mixed infections. Insect sci. Applic., 11(3): 271-280.
- OGWAL, L.M. and KANGWAGYE, T.N. (1989). The population dynamics of *Glossina fuscipes fuscipes*, Newst. on Buvuma Island, Lake Victoria, Uganda. IAEA, Newsletter, 41, July 1989.
- OKECH, G., MUKIRIA, P.W., MBAWBI, D.L.C., MGUTU, S.P., KWENA, M., KUNDU, P., ODHIAMBO, J., KUKUANGO, J., NDUTA, J., KIBOX, M and NJOGU, A.R. (1991). High incidence of *Trypanozoon* in village cattle during an outbreak of human african trypanosomiasis (HAT) in Busi District, Kenya. 21st International Scientific Congress for Trypanosomiasis Research and Control. 21-25 Oct. 1991. Yamoussoukro. Côte-d'Ivoire.
- OKOTH, J.O. (1986). Peridomestic breeding sites of *Glossina fuscipes fuscipes* Newst. in Busoga, Uganda, and epidemiological implications for trypanosomiasis. Acta Trop., 43: 283-286.
- OKOTH, J.O. and KAPAATA, R. (1987). A study of the resting sites of *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead in relation to Lantana camara thickets and coffee and banana plantations in the sleeping sickness epidemic focus, Busoga, Uganda. Insect Sci. Applic., 8(1): 57-60.
- OKOTH, J.O., KIRUMIRA, E.K. and KAPAATA, R. (1991). A new approach to community participation in tsetse control in the Busoga sleeping sickness focus, Uganda. A preliminary report. Ann. Trop. Med. Parasitol., 85(3): 315-322.
- OKOTH, J.O. (1991). Description of a mono-screen trap for *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead in Uganda. Annals Trop. Med. Parasitol., 85(3): 309-314.
- OLE MOI-YOI, O.K. (1987). Trypanosome species-specific DNA probes to detect infection in tsetse flies. Parasitol. Today, 3: 71-74.
- OTIENO, L.H. (1983). Inadequacy of the dissection method of estimating trypanosome infection rates. Ann. Trop. Med. Parasit., 77: 329-330.
- OTTE, M.J. and ABUABARA, J.Y. (1991). Transmission of South American *T. vivax* by the neotropical horsefly *T. nebulosus*. Acta Trop., 49: 73-76.
- PAINDAVOINE, P., PAYS, E., LAURENT, M., GELTMEYER, Y., LE RAY, D., MEHLITZ, D. and STEINERT, M. (1986). The use of DNA hybridization and numerical taxonomy in determining relationship between *T. brucei* stocks and sub-species. Parasitology., 92: 31-50.

- PALING, R.W., MOLOO, S.K., SCOTT, J.R., GETTINBY, G., MCODIMBA, F.A. and MURRAY, M. (1991). Susceptibility of N'Dama and Boran cattle to sequential challenges with tsetse-transmitted clones of *Trypanosoma congolense*. Parasite Immunology, 13: 427-445.
- PARIS, J., MURRAY, M. and McODIMBA, F., (1982). A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. Acta Trop., 39: 307-316.
- PAYNTER, Q. and BRADY, J. (1992). Flight behaviour of tsetse flies in thick bush (*Glossina pallidipes*) (Diptera : Glossinidae). Bull. ent. Res., 82 : 513-516.
- PERSOONS, C.J. (1966). Entomological studies during an outbreak of human sleeping sickness in Ymbo Location, Central Nyanza, Kenya . EATRO Annual Report, 1966, 66.
- PEYRE de FABREGUES, B. (1975). Dégradation des pâturages naturels dans l'ouest centrafricain. Document multigraphié. I.E.M.V.T., Service de l'Elevage (République Centrafricaine), 38 pp.
- PHELPS, R.J. et HOLLOWAY, M.T.P. (1992). Catches of Tabanidae in response to visual and odour attractants in Zimbabwe. J. Afr. Zool., 106 : 371 - 380.
- RAYMOND, H.L. (1987). Interêt des pièges de Malaise appâtés au gaz carbonique pour l'étude des taons crépusculaires (Diptera : Tabanidae) de Guyane française. Insect Sci. Applic., 7 : 337-341.
- RAYMOND, H.L. (1988). Abondance relative et dynamique saisonnière des tabanidae (Diptera) d'une savane de Guyane française. Rev. Ecol. Syst., 115 : 251-259.
- RAYMOND, H.L. (1990). *Tabanus importunus*, vecteur mécanique expérimental de *Trypanosoma vivax* en Guyane française. Ann. Parasitol. Hum. Comp., 65(1): 44-46.
- RAE, P.F. and LUCKINS, A.G. (1984). Detection of circulating trypanosomal antigens by enzyme immunoassay. Ann. Trop. Med. Parasitol., 78: 587-596.
- RAJENDRAM, G.F. (1991). Electrophoretic study of enzymes from a *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead population from Western Kenya. Can. Ent., 123: 295-298.
- RANDOLPH, S.E., ROGERS, D.J. and KIILU, J. (1991). The feeding behaviour, activity and trappability of wild female *Glossina pallidipes* in relation to their pregnancy cycle. Med. Vet. Entomol., 5: 335-350.
- RAWLINGS, P., DWINGER, R.H. and SNOW, W.F. (1991). An analysis of survey measurements of tsetse challenge to trypanotolerant cattle in relation to aspects of analytic models of trypanosomiasis. Parasitology, 102: 371.
- ROBERTS, L.W., WELLDE, B.T., REARDON, M.J. and ONYANGO, F.K. (1989). Mechanical transmission of *Trypanosoma brucei rhodesiense* by *Glossina morsitans morsitans* (Diptera: Glossinidae). Ann. Trop. Med. Parasitol., 83(1): 127-131.
- ROBERTSON, A.G. (1982). Observation on the seasonal incidence and abundance of haematophagous higher Diptera other than tsetse (Diptera: Glossinidae) in the Sabi valley of Zimbabwe, and comparisons with Tabanid catches from elsewhere in Zimbabwe. Trans. Zimbabwe Scient. Ass., 61(5): 41-55.
- ROGERS, D.J. (1977). Study of a natural population of *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead and a model of fly movement. J. Anim. Ecol., 46: 309-330.
- ROGERS, D.J. (1984). The estimation of sampling biases for male tsetse. Insect Sci. Applic., 5(5): 369-373.
- ROGERS, D.J. (1985). Trypanosomiasis 'risk' or 'challenge': a review. Acta Trop., 42: 5-23.
- ROGERS, D.J. (1988). A general model for the African trypanosomiasis. Parasitology, 97: 193-212.
- ROGERS, D.J. (1990). A general model for tsetse populations Insect Sci. Applic., 11(3): 331-346.
- ROGERS, D.J. and RANDOLPH, S.E. (1984). A review of density-dependent processes in tsetse populations. Insect Sci. Applic., 5(5): 397-402.

- ROGERS, D.J. and RANDOLPH, S.E. (1986). Distribution and abundance of tsetse flies (*Glossina* spp.). J. Anim. Ecol., 55: 1007-1025.
- ROWLANDS, G.J., WOULDYALEW MULATU, AUTHIE, E., D'ETEREN, G.D.M., LEAK, S.G.A., NAGDA, S.M. and PEREGRINE, A.S. (1993). Epidemiology of bovine trypanosomiasis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. 2. Factors associated with variations in trypanosome prevalence, incidence of new infections and prevalence of recurrent infections. Acta Trop., 53 : 135-150.
- RUGG, D. (1982). Effectiveness of Williams traps in reducing the numbers of stable flies (Diptera: Muscidae). J. Econ. Entomol., 75(5): 857-859.
- RYAN, L., MOLYNEUX, D.H and KUZOE, F.A.S. (1980). Differences in rate of wing fray between *Glossina* species. Tropenmed. Parasitol., 31: 111-116.
- RYAN, L., KUPPER, W., CROFT, L., MOLYNEUX, D.H. and CLAIR, M. (1982). Differences in rates of acquisition of trypanosome infections between *Glossina* species in the field. Ann. Soc. belge Méd. trop., 62: 291-300.
- RYAN, L., KUPPER, W., MOLYNEUX, D.H. and CLAIR, M. (1986). Relationships between geographical and dietary factors and trypanosome infection rates of tsetse flies in the field (Diptera: Glossinidae). Entomol. Gen., 12: 77-81.
- SAIKI, R.K., GELFAND, D.H., STOFFEL, S., SCHARF, S.J., HIGUCHI, R., HORN, G.T., MULLIS, K.B. and ERLHICH, H.A. (1988). Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. Science, 239 : 487-491.
- SAUNDERS, D.S. (1960). The ovulation cycle in *G. morsitans* Westw. (Diptera: Muscidae) and a possible method of age determination for female tsetse flies by the examination of their ovaries. Trans. R. Ent. Soc. Lond., 112: 221-238.
- SAUNDERS, D.S. (1962). Age determination for female tsetse flies and the age composition of samples of *Glossina pallidipes* Aust., *G. palpalis fuscipes* Newst. and *G. brevipalpis* Newst., Bull. ent. Res., 53 : 579-595.
- SEED, J.R., SECJHELSKI, J.B. and LOOMIS, M.R. (1990). A survey for a trypanocidal factor in primate sera. J. Protozool., 37(5) : 393-400.
- SHAW, A.P.M., and HOSTE, C.H. (1987). Trypanotolerant cattle and livestock development in West and Central Africa. Vol. 1. The international supply and demand for breeding stock. Vol. 2. Trypanotolerant cattle in the national livestock economies. FAO Animal Production and Health Papers, n° 67/1, 67/2, FAO, Rome.
- SHAW, M.K. and MOLOO, S.K. (1991). Comparative study on Rickettsia-like organisms in the midgut epithelial cells of different *Glossina* species. Parasitology, 102: 193-199.
- SNOW, W.F. and TARIMO, S.A. (1983). A quantification of the risk of trypanosomiasis infection to cattle on the south Kenya coast. Acta Trop., 40: 331-340.
- SNOW, W.F., RAWLINGS, P., CLAXTON, J.R. and MILLIGAN, P.J. (1989). Facets of challenge. 25th British Society of Parasitology Trypanosomiasis Seminar, Glasgow, 13-15 September 1989.
- SNOW, W.F. (1992). The problem of tsetse and trypanosomiasis in relation to traditional livestock systems, using trypanotolerant N'Dama cattle in The Gambia, Rapport I.T.C./ O.D.A., Avril 1992, 87 pp.
- SOUTHON, H.A.W., (1964). The epidemiology of sleeping sickness on the north-east shores of Lake Victoria, 1961-1963. Proc. E. Afr. Acad., 2 : 131.
- STAAK, C., ALLMANG, B., KAEMPE, U. and MEHLITZ, D. (1981). The complement fixation test for the species identification of bloodmeals from tsetse flies. Tropenmed. Parasit., 32 : 97-98.
- STAAK, C., KAMPE, B. and KORKOWSKI, G. (1986). Species identification of blood-meals from tsetse flies (Glossinidae): results 1979-1985. Trop. Med. Parasit., 37: 59-60.

- STERNBERG, J., TAIT, A., HALEY, S., WELLS, J.M., LE PAGE, R.W.F., SCHWEIZER, J. and JENNI, L. (1988). Gene exchange in African trypanosomes: characterisation of a new hybrid genotype. Mol. Biochem. Parasitol., 27: 191-200.
- STEVENS, J.R. and GODFREY, D.G. (1992). Numerical taxonomy of *Trypanozoon* based on polymorphisms in a reduced range of enzymes. Parasitology, 104: 75-86.
- STEVENS, J.R., LANHAM, S.M., ALLINGHAM, R. and GASHUMBA, J.K. (1992). A simplified method for identifying subspecies and strain groups in *Trypanozoon* by isoenzymes. Ann. Trop. Med. Parasitol., 86(1): 9-28.
- STEVENS, J.R. and WELBURN, S.C. (1993). Genetic processes within an epidemic of sleeping sickness in Uganda, Parasitol. Res., 79 : 421-427.
- STRAIF, S., MAIER, W. and SEITZ, H.M. (1990). Regurgitation as a potential mechanism of pathogen transmission in the biting fly *Stomoxys calcitrans*. Z. für Ang. Zool., 77(3-4): 357-366.
- TAIT, A. (1983). Evidence for diploidy and mating in trypanosomes. Nature, 287 : 536-538.
- TAUFFLIEB, R. et FINELLE, P. (1956). Etude écologique et biologique des tabanides de l'Afrique équatoriale française. Bull. Inst. Et. Centraf., 12 : 209-251.
- THOMSON, M.C. (1987). The effect on tsetse flies (*Glossina* spp.) of deltamethrin applied to cattle either as a spray or incorporated into ear-tags. Trop. Pest Manag., 40(1) : 1-4..
- THOMPSON, J.W., MITCHELL, M, REES, R.B., SHERENI, W., SCHOENFELD, A.H. and WILSON, A. (1991). Studies on the efficacy of deltamethrin applied to cattle for the control of tsetse flies (*Glossina* spp.) in Southern Africa. Trop. Anim. Hlth. Prod., 23: 221-226.
- THOMPSON, J.W. and WILSON, A. (1992). A review of developments in tsetse fly (*Glossina* spp.) control by application of insecticide to cattle. Bull. Anim. Hlth. Prod., 23: 221-226.
- TIBAYRENC, M. and AYALA, F.J. (1991). Towards a population genetics of micro-organisms: the clonal theory of parasitic protozoa. Parasitology Today, 7(9): 228-232.
- TIKUBET, G., DRANSFIELD, R.D., OTIENO, L.H. and MORGAN, H. (1989). Evaluation directe de la pression glossinaire et du risque de la transmission de la trypanosomiase. QUA/ISTRC 20th meeting, Mombasa (Kenya), 1989.
- TRAIL, J.C.M., D'IETEREN, G.D.M., FERON, A., KAKIESE, O., MULUNGO, M. and PELO, M. (1991). Effect of trypanosome infection, control of parasitaemia and control of anaemia development on productivity of N'Dama cattle. Acta Trop., 48: 37-45.
- TRAIL, J.C.M., D'IETEREN, G.D.M., MAILLE, J.C., YANGARI, G. and NANTULYA, V.M. (1992a). Use of antigen-detection enzyme immunoassays in assessment of trypanotolerance in N'Dama cattle. Acta Trop., 50: 11-18.
- TRAIL, J.C.M., D'IETEREN, G.D.M., VIVIANI, P., YANGARI, G. and NANTULYA, V.M. (1992b). Relationship between trypanosome infection measured by antigen detection enzyme immunoassays, anaemia and growth in trypanotolerant N'Dama cattle. Vet. Parasitol., 42(3-4) : 213-223.
- TRUC, P. and TIBAYRENC, M. (1993). Population genetics of *Trypanosoma brucei* in Central Africa: taxonomic and epidemiological significance. Parasitology, 106: 137-149.
- TURKSON, P.K. (1991). Seroprevalence survey of trypanosomiasis in cattle in coastal savannah zone of Ghana. 21st International Scientific Congress for Trypanosomiasis Research and Control, 21-25 Oct. 1991, Yamoussoukro, Côte-d'Ivoire.
- VAN DER GOES VAN NATTERS and RINKES, T.H.N. (1993). Taste stimuli for tsetse flies on the human skin. Chemical Senses, 18(4) : 437-444.

- VAN DER MERWE, T. (1992). Namibia : summarizing observation and remarks concerning animal trypanosomiasis. First Int. Seminar on Non-tsetse transmitted animal trypanosomoses. 14-16 Octobre 1992, Annecy (France) : 219.
- VAN VEGTEN, J.A. (1971). The tsetse fly *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1911 in East Africa; some aspects of its biology and its role in the epidemiology of human and animal trypanosomiasis. Ph.D Thesis. Academisch Proefschrift, 132 pp.
- VERY, P., BOCQUENTIN, R. et DUVALLET, G. (1990). Sensibilité de la double microcentrifugation pour la recherche des trypanosomes. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 43(3) : 325-329.
- VICKERMAN, K. (1985). Developmental cycles and biology of pathogenic trypanosomes. British Med. Bull., 41(2): 105-114.
- WACHER, T. , RAWLINGS, P. and JEANIN, P. (1987). Glosine et trypanosomes chez les bovins : leurs rapports avec les régimes de pâturage et leur importance. In: Livestock Production in Tsetse Affected Areas of Africa. Proc. Meet. 23rd-27th November 1987, Nairobi, Kenya. ILCA/ILRAD: 78-81.
- WACHER, T.J. (1989). Host movement and population dynamics of tsetse flies. 25th British Society of Parasitology Trypanosomiasis Seminar, Glasgow, 13-15 September 1989.
- WALL, R. and LANGLEY, P. (1991). From behaviour to control: the development of trap and target techniques for tsetse fly population management. Agric. Zool. Rev., 4: 137-159.
- WARNES, M.L. (1990). Responses of *Glossina morsitans morsitans* Westwood and *G. pallidipes* Austen (Diptera: Glossinidae) to the skin secretions of oxen. Bull. ent. Res., 80: 91-97.
- WEITZ, B. (1963). The feeding habits of *Glossina*. Bull. W.H.O., 28 : 711-729.
- WIESENHUTTER, E. (1976). Research into the relative importance of Tabanidae (Diptera) in mechanical disease transmission. IV. A contribution to the epidemiology of bovine trypanosomiasis in Africa. Trop. Anim. Hlth. Prod., 8 : 195-201.
- WILLETT, K.C. LAMBRECHT, F.L. et WILSON, S.G. (1965). Final report on the trypanosomiasis problem in Nyanza region, Kenya. WHO/FAO-AFR/TRYP/7, 172.
- WILLIAMS, B., DRANSFIELD, R. and BRIGHTWELL, R. (1990a). Monitoring tsetse fly populations. I. The intrinsic variability of trap catches of *Glossina palidipes* at Nguruman, Kenya. Med. Vet. Entomol., 4: 167-179.
- WILLIAMS, B., DRANSFIELD, R. and BRIGHTWELL, R. (1990b). Monitoring tsetse fly populations. II. The effect of climate on trap catches of *Glossina pallidipes*. Med. Vet. Entomol., 4: 181-193.
- WINCKEL, F., VAN D'ETEREN, G.D.M., LEAK, S.G.A., MAEHL, J.H.H., MINENGU, M., NAGDA, S.M., NGAMUNA, S., RARIEYA, J.M., ROWLANDS, G.J., THORPE, W. and TRAIL, J.C.M. (1991). Preliminary results of a study of N'Dama cattle introduced in a metayage system in Idiofa District, Zaïre. In: OAU/STRC, 1991: 520-522.
- WINROCK (1992). Assessment of animal agriculture in sub-saharan Africa. Winrock International. New York, 162 pp.
- YVORE, P., DESROTOUR, J., LAURENT, J. et FINELLE, P. (1962). Essai d'assainissement d'une zone infestée par *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead en RCA. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 15: 403-410.
- YVORE, P., LACOTTE, R. et FINELLE, P. (1965a). Etude de la biologie et de l'écologie de *Glossina fusca congolensis* Newst. et Evans en République Centrafricaine. I. Influence du climat et de la végétation sur la répartition et la densité des glossines. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 18(2): 151-164.
- YVORE, P., LACOTTE, R. et FINELLE, P. (1965b). Etude de la biologie et de l'écologie de *Glossina fusca congolensis* Newst. et Evans en République Centrafricaine. I.I. Gîtes de repos, activité diurne. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 18(3): 283-292.

- ZUMPT, F. (1973). The Stomoxine biting flies of the world. (Diptera: Muscidae). Taxonomy, biology, economic importance and control measures. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 175 pp.
- ZWART, D., PERIE, N.M., KEPLER, A. and GOEDBLOED, E. (1973). A comparison of methods for the diagnosis of trypanosomiasis in East African domestic ruminants. Trop. Anim. Health Prod. 5: 79-87.

***Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 as vector of bovine trypanosomosis in Central Africa**

Case of Ouro-Djafoun breeding area (Central African Republic)

Frank D'AMICO

In C.A.R., bovine breeding is mainly constituted by trypanosusceptible Mbororo zebus. Their daily activity pattern is organized around three areas (resting, drinking and grazing places). They are affected by three species of trypanosomes : *T. congolense*, *T. vivax* and *T. brucei*. In the center of the land, probably resulting from breeding activities, trypanosomosis prevalences are higher in adults cattle than in calves and similar in cows and bulls.

Glossina fuscipes fuscipes Newstead, 1910 lives in forest galleries and is an opportunist feeder. Five trypanosomes species are found in this fly : *T. grayi*, *T. simiae*, *T. congolense*, *T. vivax* and *T. brucei*. The mature infection rate of the last three species in this fly is 0,60 %. Thus, this tsetse fly is considered as the main vector of these trypanosomes to the cattle, mainly at the herd drinking place. However, stable flies (especially *Stomoxys nigra* Macquart, 1851) are probably accessory and mechanical vectors of these trypanosomes at the herd resting place.

Bipyramidal traps used in this study as sampling tools are also an interesting way to control *G.f. fuscipes*. Settled around the herd drinking places, they yield a decrease of densities and a change in age structure of populations of this fly. By the way, trypanosomosis prevalences in cattle protected by such traps are lower (6,37 % versus 16,63 %).

Key-words : *Glossina fuscipes*, Stable fly, *Trypanosoma congolense*, *Trypanosoma vivax*, *Trypanosoma brucei*, Mbororo zebu, Bovine trypanosomosis, Epidemiology, ELISA test, DNA probe, Central African Republic.

Rôle de *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 dans la transmission des trypanosomoses bovines en Afrique centrale

Le cas de la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun (République centrafricaine)

Frank D'AMICO

L'élevage bovin en R.C.A. est constitué essentiellement de zébus Mbororo trypanosensibles. Leur activité pastorale, s'articulant autour de trois domaines (aire de repos, abreuvoir et pâturage), les expose à trois espèces de trypanosomes : *T. congolense*, *T. vivax* et *T. brucei*. Au centre du pays, en rapport probable avec le mode de conduite pastorale, les prévalences sont plus faibles chez les veaux que chez les adultes mais sont comparables chez les taureaux et chez les vaches.

Glossina fuscipes fuscipes Newstead, 1910, espèce inféodée aux galeries forestières et opportuniste sur le plan trophique, héberge au moins cinq espèces de trypanosomes : *T. grayi*, *T. simiae*, *T. congolense*, *T. vivax* et *T. brucei*. Le taux d'infections matures de ces trois dernières espèces est de 0,60 %. Cette glossine est considérée comme le vecteur principal de ces parasites en les transmettant aux bovins, au niveau des abreuvoirs. Les stomoxes, en particulier *Stomoxys nigra* Macquart, 1851, seraient des vecteurs accessoires, en assurant une transmission mécanique de ces trypanosomes, au niveau de l'aire de repos du bétail.

Le piège bipyramidal, utilisé dans ce travail pour l'échantillonnage des populations de *G. f. fuscipes*, est également un excellent outil de lutte contre cette glossine. Disposé à l'abreuvoir, il en abaisse les densités et rajeunit ses populations. La conséquence directe est une baisse des prévalences trypanosomiennes bovines (6,37 % contre 16,63 %) en l'absence de piégeage.

Mots-clés : *Glossina fuscipes*, Stomoxe, *Trypanosoma congolense*, *Trypanosoma vivax*, *Trypanosoma brucei*, Zébu Mbororo, Trypanosomose bovine, Épidémiologie, Test ELISA, Sonde ADN, République centrafricaine.

**RÔLE DE *Glossina fuscipes fuscipes*
NEWSTEAD, 1910 DANS LA TRANSMISSION
DES TRYPANOSOMOSES BOVINES EN
AFRIQUE CENTRALE**

***Cas de la zone d'élevage
d'Ouro-Djafoun
(République centrafricaine)***

ANNEXES

Frank D'AMICO

ANNEXES A

A-1 - Récapitulatif des recherches effectuées chez les glossines

A-2 - Récapitulatif des recherches effectuées chez les bovins

A-3 - Capture de *G. f. fuscipes* et des autres insectes

A-4 - Principe de la détection des antigènes par ELISA

Echantillonnage : piège bipyramidal (GOUTEUX, 1991)

Renseignements sur la structure et la dynamique des populations d'insectes vecteurs.

A.1.

ANNEXE : Récapitulatif des méthodes employées pour étudier certains aspects de la bioécologie de *G. f. fuscipes* et pour rechercher les trypanosomes chez ce vecteur.

Recherche des trypanosomes vivants au microscope (LLOYD et JONHSON, 1924)

Détermination de l'âge par dosage de la ptéridine céphalique (Prof. P.A. LANGLEY - Tsetse Research Laboratory à Bristol)

Estimation de l'âge par mesure du degré d'usure alaire (JACKSON, 1946)

Détermination éventuelle de l'origine des repas sanguins par test ELISA (Prof. STAAK - Institut für Veterinärmedizin des Bundesgesundheitsamtes à Berlin)

Détermination de l'âge par dissection ovarienne (CHALLIER, 1964)

Identification taxonomique de *G. fuscipes fuscipes* par dissection des forcipules inférieures chez les mâles

Transfert de l'intestin sur papier Nylon Q (Amersham)

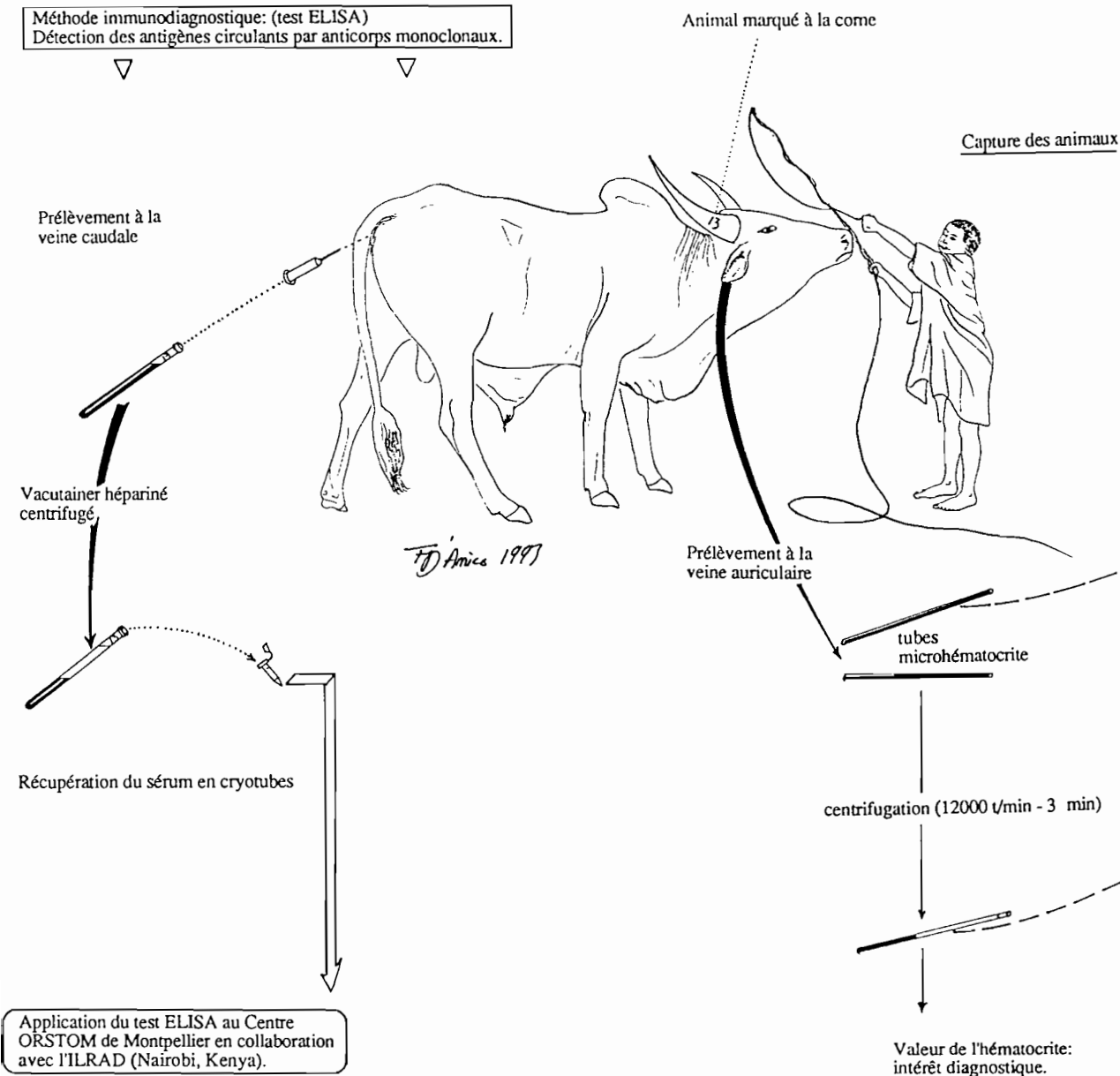
Essai d'identification des trypanosomes par sondes d'ADN spécifiques d'espèces (Collaboration avec le Dr. P.A.O. MAJIWA - International Laboratory for Research on Animal Diseases à Nairobi)

J.D. Anico 1993

A2.

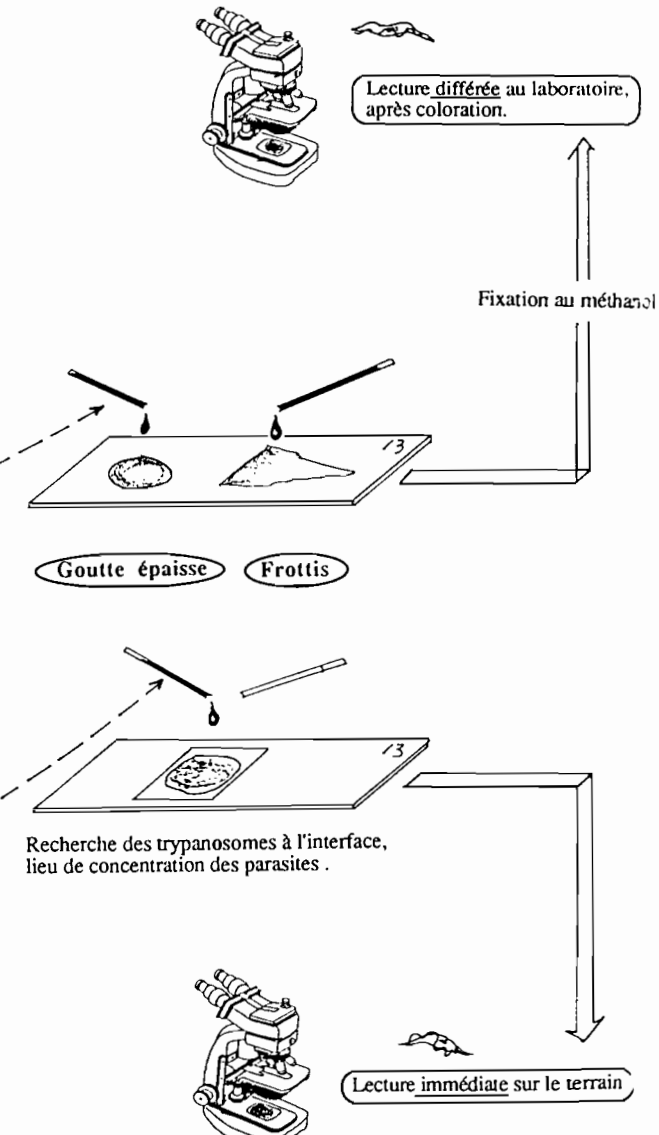
ANNEXE : Récapitulation des opérations relatives à la recherche des trypanosomes chez le compartiment "bovin".

Méthode immunodiagnostique: (test ELISA)
Détection des antigènes circulants par anticorps monoclonaux.



Application du test ELISA au Centre ORSTOM de Montpellier en collaboration avec l'ILRAD (Nairobi, Kenya).

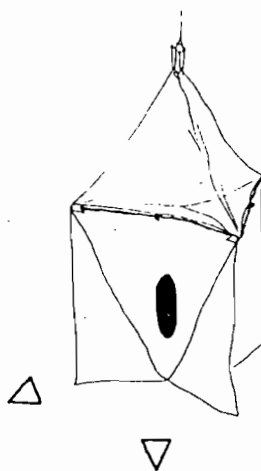
Méthodes parasitologiques: (frottis, goutte épaisse et microcentrifugation en tubes hématocrites)



ANNEXE A-3

Capture de *G. f. fuscipes* et des autres insectes vecteurs potentiels au moyen du piège bipyramidal.

Piège bipyramidal :



Etude de la dynamique des populations

Protocole P1

Etude des modalités d'occupation de l'espace

Distribution spatiale et temporelle
le long d'un sentier bovin

Protocole P2

Distribution sentier / savane

Protocole P3

Fréquentation des points d'eau temporaire

Protocole P4

1. Protocole P1:

But : étudier la dynamique des populations d'insectes vecteurs potentiels, et leurs capacités vectorielles

Méthode : Le piège, muni d'une cage Roubaud (fig. 15-A), est toujours suspendu par une ficelle à un arbre ou un piquet de bois, à une hauteur constante de 10 centimètres, au dessus de la rivière, près de la berge. Pour limiter la prédation par les fourmis, omniprésentes, de la graisse est déposée sur la ficelle de suspension du piège.

L'échantillonnage des différents insectes vecteurs potentiels repose sur des captures réalisées chaque mois (tableau III.2. - annexe B). Chaque session de piégeage utilise généralement 2 pièges, ce nombre pouvant atteindre 5, en fonction de la surface du site à piéger. Ce dispositif est laissé pendant généralement 3 jours dans chaque site, ce nombre pouvant varier de 2 à 5 suivant les contraintes rencontrées. Les visites aux pièges sont effectuées toutes les heures si possible, sinon au moins 4 fois par jour. Les cages contenant des glossines sont

numérotées et remplacées par des cages vides. Les glossines capturées sont raménées au campement et laissées dans leurs cages, dans un tissu sombre et fréquemment humidifié, jusqu'à leur comptage et leur dissection.

Divers inconvénients accompagnent ce dispositif. En premier lieu, la cage Roubaud n'empêche pas aux glossines de retourner dans le corps du piège et de s'en échapper; pour remédier à ce problème, les cages sont vidées le plus souvent possible et un noeud solide maintient la cage au piège pour limiter les possibilités d'évasion. En second lieu, les pièges sont parfois bousculés par les bovins ou volés par des passants; pour limiter ces risques, là aussi, des visites fréquentes sont indispensables. Enfin, les fortes pluies contribuent à dégrader les pièges et les crues rapides de rivières qui en découlent emportent fréquemment les pièges; de ce fait, en saison des pluies, les pièges étaient montés chaque matin et ôtés chaque soir, ou dès la menace d'un orage.

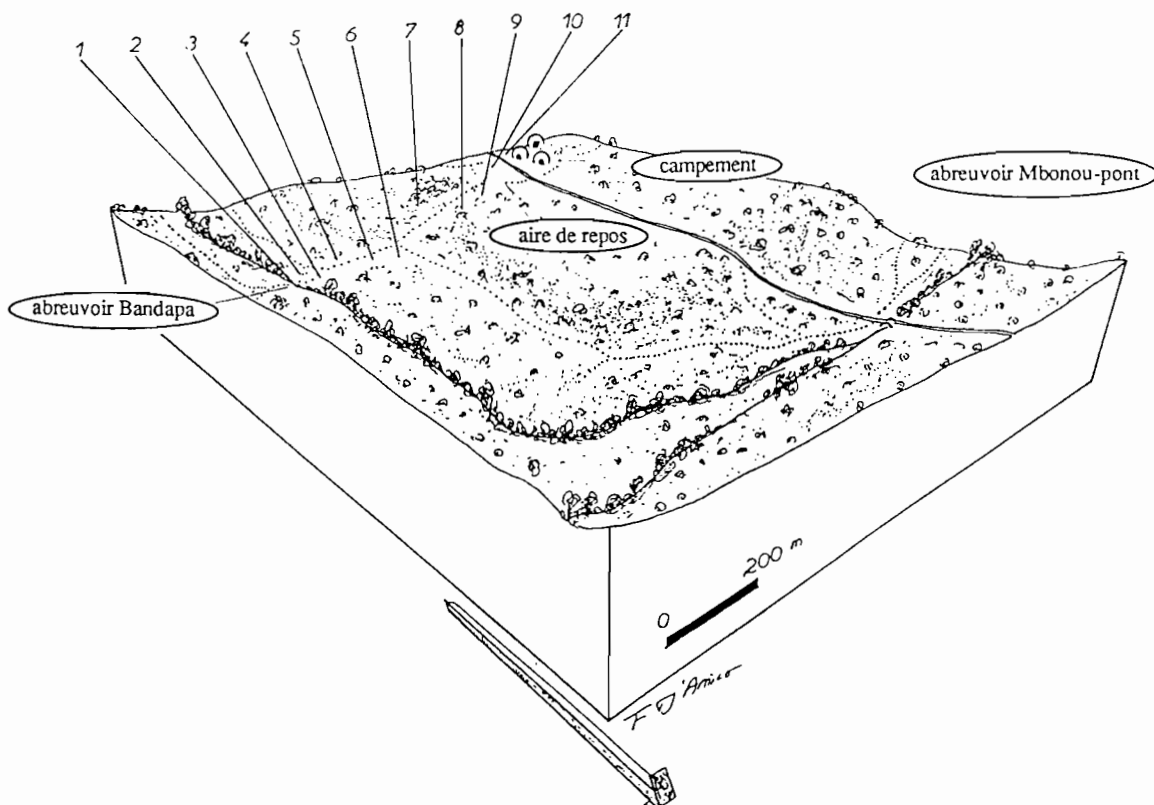
2. Protocole P2:

But: comprendre les modalités d'occupation de l'espace pastoral par les insectes vecteurs potentiels, en rapport avec l'activité spatiale des bovins.

Méthode : Dans tous les cas, les pièges sont installés en transect linéaire et le système de capture installé sur le corps des pièges est le sac rempli de pétrole (fig. 15-B).

a) Elevage A.N.D.E.

11 pièges (fig. ci-dessous) disposés chaque mois pendant 10 jours environ, entre juillet 1991 et juin 1992 entre l'abreuvoir et le campement, le long du chemin emprunté par le bétail pour rejoindre ces deux domaines.



b) Elevage d'Ardo Sae

5 pièges installés du 16 au 20 juillet 1991 (fig. 35).

c) Elevage d'Ardo Hodi

5 pièges installés du 8 au 14 juillet 1991 (fig. 35).

3. Protocole P3:

But : savoir si les insectes vecteurs potentiels, en particulier *G. f. fuscipes*, se rencontrent également en dehors des sentiers bovins, dans la savane.

Méthode : un réseau de 19 pièges est déployé du 15 au 23 août 1992, sur le site A.N.D.E., selon le schéma proposé à la figure 34. Ce réseau de maille irrégulière couvre les deux abreuvoirs fréquentés (pièges 1 et 10) et les abords de l'aire de repos (15, 16 et 17) et une partie du pâturage utilisé. Au sein de celui-ci, une fraction des pièges (pièges 2, 3, 4, 12, 13, 14 et 19) est installée sur les sentiers bovins et une autre (pièges 5, 6, 7, 8, 9, 11 et 18) est volontairement placée en des endroits non fréquentés par le bétail.

4. Protocole P4:

But : savoir si les mares temporaires où s'abreuve fréquemment le bétail pendant la saison des pluies peuvent être également visités par les insectes vecteurs potentiels

Méthode : sur le site d'élevage d'Ardo Sae, qui offre deux points d'eau temporaire utilisés par le bétail (fig. 33), deux lots de deux pièges sont placés à la périphérie de ces mares à trois reprises (14-16 juin, 17-20 juillet et 30-31 août de l'année 1991). Leur emplacement sur une croupe latéritique (bowé) très ventée ne permet pas l'emploi du sac à pétrole et l'usage de la bouteille plastique imprégnée d'insecticide est retenu. En l'absence d'arbres pouvant soutenir les pièges et face à un sol induré interdisant l'implantation d'un piquet, un trépied suffisamment haut et construit au moyen de longues tiges de bambou supporte les 4 pièges.

ANNEXE : A-4

Protocole suivi pour la détection des antigènes circulants de trypanosomes par application d'anticorps monoclonaux (test ELISA).

(d'après NANTULYA et al., 1987).

Etape 1 : La microplaque ELISA est couverte avec les anticorps monoclonaux appropriés.

- Dilution au 1/500 dans du tampon carbonate (0,15 M Na_2CO_3 , 0,035 M NaHCO_3 ; pH 6,3) avec 0,02% azide de sodium
- Dépôt de 100 μl par puits
- Incubation une nuit à 4°C
- Lavage 3 fois par retournement sur papier filtre avec tampon PBS (tampon phosphate 0,01 M , 0,15 M NaCl ; pH 7,2) avec 0,2% Tween 80. Attente 10 min. entre chaque lavage.

Etape 2 : L'antigène trypanosomal contenu dans le sérum à tester se lie à l'anticorps monoclonal.

- Dépôt de 100 μl de PBS par puits
- Ajout du sérum : 5 μl pour *T. brucei*, 10 μl pour *T. vivax* et *T. congolense*
- Incubation à température ambiante pendant 30 min.
- Lavage 3 fois avec PBS.

Etape 3 : L'anticorps monoclonal, marqué par une enzyme (peroxydase), est ajouté et se lie à l'antigène

- Dépôt de 100 μl par puits d'anticorps monoclonal dilué au 1/1000 dans le tampon PBS contenant 1% de sérum de souris
- Incubation 30 min. à température ambiante
- - Lavage 3 fois avec PBS.

Etape 4 : Le substrat chromogène est ajouté et change de couleur sous l'action de l'enzyme.

- Dépôt de 100 μl par puits de solution de substrat chromogène ABTS (2'2-Azino-bis 3-Ethylbenz-Thiazoline-6-Sulfonic acid). La solution contient 250 μg d'ABTS par ml de substrat.
- Ajout de 4 μl d' H_2O_2 30% dans 11 ml. tampon citrate 30 mM , pH 4
- Incubation 30 min. à température ambiante et à l'obscurité.

Etape 5 : Lecture de la densité optique avec filtre à 414 nm.

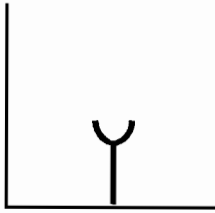
- Lecture au spectrophotomètre automatisé (Titratek multiskan).
- Le seuil de positivité est de 0,050 (NANTULYA et al., 1987 ; CAVALEYRA, 1992).

Principe de détection des antigènes circulants de trypanosomes par test ELISA

Etapes

Elément incorporé

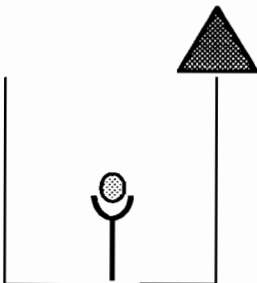
1



La plaque est couverte avec l'anticorps monoclonal



2

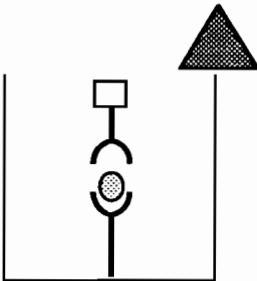


Lavage destiné à éliminer l'excès d'anticorps monoclonal non fixé.

Le sérum à tester, contenant l'antigène trypanosomal, est ajouté.



3

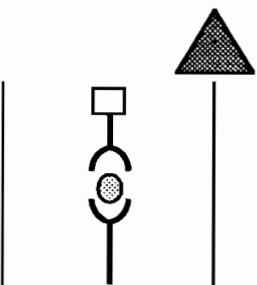


Lavage destiné à éliminer le sérum.

L'anticorps monoclonal marqué par une enzyme est ajouté. Il se lie à l'antigène.



4



Lavage destiné à éliminer l'excès d'enzyme .

Le substrat est ajouté. Sous l'action de l'enzyme fixée, il change de couleur.

5



Lecture de la densité optique du substrat coloré à 414 nm.

ANNEXES B

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

I.1. Moyennes mensuelles des paramètres climatologiques à Bambari

Chapitre II

II.1. à II. 21. Caractéristiques individuelles des bovins étudiés

II. 22. Horaires de pâture chez les zébus du troupeau ANDE

Chapitre III

III.1. Distribution spatiale des tabanides, des stomoxes et des glossines le long du transect (protocole P2)

III.2. Densités apparentes par piège (D.A.P.) dans les différents élevages

III.3. Sex-ratio chez deux populations de *G. f. fuscipes*

III.4. Proportion d'individus ténéreaux chez deux populations de *G. f. fuscipes*

III.5. Structure d'âge chez *G. f. fuscipes* : méthode de l'âge physiologique

III.6. Evolution de la structure d'âge chez *G. f. fuscipes* : méthode d'estimation par le degré d'usure alaire

III.7. Evolution de la structure d'âge chez *G. f. fuscipes* : méthode d'estimation par le dosage de la ptéridine céphalique

III.8. Captures horaires de *G. f. fuscipes*

III.9. Préférences trophiques de *G. f. fuscipes*

Chapitre IV

IV.1. Evolution des taux d'infection trypanosomienne chez *G. f. fuscipes* au niveau des abreuvoirs Mbonou-pont, Bandapa et Mbonou-ka (élevage ANDE) et de l'abreuvoir Goubou (élevage d'Ardo Hodi)

IV.2. Evolution des taux d'infection trypanosomienne chez *G. f. fuscipes* et *G. fusca congolensis* au niveau des abreuvoirs Iby et Yakerekpa (élevage d'Ardo Sae)

IV. 3. Taux d'infection trypanosomienne chez *G. f. fuscipes* par sexe et par abreuvoirs sur le site d'élevage ANDE

IV.4. Taux d'infection chez *G. f. fuscipes* par sexe et par abreuvoirs sur le site d'élevage d'Ardo Sae

IV.5. Taux d'infection chez *G. fusca congolensis* par sexe et par abreuvoirs sur le site d'élevage d'Ardo Sae

IV.6. Taux d'infection chez *G. f. fuscipes* par classes d'âge ovarien

IV.7. Taux d'infection chez *G. f. fuscipes* par classes d'âge ptéridinien

IV.8. Taux d'infection chez *G. f. fuscipes* par catégories d'usure alaire

IV.9. Prévalences trypanosomiennes chez les différents troupeaux

Chapitre V

V.1. Données utilisées pour le calcul de la pression trypanosomienne

V.2. Données utilisées pour le calcul de l'indice de contact K entre les vecteurs potentiels et les zébus (veaux et adultes)

V.3. Infections trypanosomiennes chez les zébus selon la classe et selon la saison

Tableau I. 1. : Moyennes mensuelles des paramètres climatologiques à Bambari
(source : Météorologie Nationale, R.C.A.)

Mois	Pluv	Tn S	Tx S	TnSs	HRm	HRM
Jan-91	0	17,1	39,8	31,2	29,7	92,3
Fév-91	4	19,6	40,9	32,4	34,6	89,5
Mar-91	0	22,2	44,9	34,4	32,1	86,7
Avr-91	176	21,1	38,8	31,5	54,2	95,6
Mai-91	?	?	?	?	?	?
Jui-91	?	?	?	?	?	?
Jui-91	174	20,5	36	28,5	67,4	92,3
Août-91	191	20	36,1	28,7	66,1	98,7
Sep-91	118	22,7	36,8	28,9	63,3	99,2
Oct-91	241	19,2	34,8	27,7	62,6	98,9
Nov-91	24	18,2	36,8	30,1	45,9	99,9
Déc-91	0	15	38,1	29,4	26,1	97,8
Jan-92	0	15,6	37,8	29,6	25,7	86,9
Fév-92	3	17,9	43,1	33,5	18,9	74,5
Mar-92	65	20,3	42	33,1	35,7	83,4
Avr-92	97	21,3	39,3	32	49,4	96,1
Mai-92	206	21	38	31,3	55,1	97,9

?: absence de données

Pluv: pluviométrie (mm)

TnS: valeurs minimales des températures au sol (°C)

TxS: valeurs maximales des températures au sol (°C)

TnSs: valeurs des températures à 10 cm de profondeur (°C)

HRm: valeurs minimales de l'humidité relative (%)

HRM: valeurs maximales de l'humidité relative (%)

Tableaux II. 1. à II. 21. Caractéristiques individuelles des bovins constitutifs de l'échantillon chez chaque éleveur, lors des visites trimestrielles de prélèvements sanguins

- II. 1. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Octobre 1990
- II. 2. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Février 1991
- II. 3. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Juin 1991
- II. 4. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Octobre 1991
- II. 5. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Février 1992
- II. 6. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Juin 1992
- II. 7. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Août 1992
- II. 8. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Juin 1990
- II. 9. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Octobre 1990
- II. 10. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Février 1991
- II. 11. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Juin 1991
- II. 12. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Juin 1990
- II. 13. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Octobre 1990
- II. 14. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Février 1991
- II. 15. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Juin 1991
- II. 16. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Octobre 1991
- II. 17. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Février 1992
- II. 18. Eleveur: Ardo Bouba bi Hamane Visite: Octobre 1991
- II. 19. Eleveur: Ardo Bouba bi Hamane Visite: Février 1992
- II. 20. Eleveur: J.P. Ndemayo Visite: Octobre 1991
- II. 21. Eleveur: J.P. Ndemayo Visite: Février 1992

Légende des tableaux II. 1. à II. 21. :

N°: numéro inscrit à la corne de l'animal; **Nom**: nom de l'animal (lorsqu'il existe ou lorsqu'il est connu); **Age**: âge de l'animal, en années, en mois (m) ou en semaines (s); **Sexe**: sexe de l'animal, mâle (M) ou femelle (F); **Hmt**: valeur de l'hématocrite; **Fr.**: résultats obtenus par examen microscopique du frottis sanguin; **G.E.**: résultats obtenus par examen microscopique de la goutte épaisse; **Mc.**: résultats obtenus par examen microscopique après concentration des parasites par microcentrifugation de l'échantillon sanguin; **ELISA**: résultats obtenus par détection des antigènes circulants au moyen d'anticorps monoclonaux.

Nomenclature employée pour la détection des parasites sanguins:

nf: non fait; **0**: absence de parasites; **Bb**: présence de *Babesia bovis*; **Tn**: présence de *Theileria mutans*; **Am**: présence de *Anaplasma marginale*; **mF**: présence de microfilaires indéterminées; **TT**: présence de *Trypanosoma theileri*; **TB**: présence de *Trypanosoma brucei brucei*; **TV**: présence de *Trypanosoma vivax* et **TC**: présence de *Trypanosoma congolense*.

II. 1. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Octobre 1990

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
2898	LUE	9	F	30	0	0	0	TB/TC
2895	SADJE	8	F	33	0	0	0	TV
2881	DIDOMA	8	F	25	0	0	0	TV
2890	DIANAI	4	M	31	0	0	0	TB/TC
2886	AMARE	10	F	32	0	0	0	0
2161	SAE	7	F	35	0	0	0	TB/TV/TC
2908	DOULE	10	F	34	0	0	0	TC
2892	DIANAI	9	F	31	TV	TV	TV	TC
2896	DAAKE	5	M	32	TV	TV	TV/TC	0
2268	VOLBAI	3m	F	29	0	TV	TV	0
2899	DERA	9	F	29	0	0	0	TC
2271	SADJE	5m	M	23	0	0	0	TB/TC
2265	FELLE	2	M	43	TV	TV	TV	0
2273	DOUMARE	4m	F	23	0	0	0	TB/TV/TC
2272	DERA	5m	M	23	0	0	0	TB
2267		4m	M	25	0	0	0	TC
2885	VOLVAY	10	F	24	0	0	TT	TB/TV/TC
2270		4m	F	27	TV	TV	TV	TC
2889	DOUMARE	5	F	32	0	TV	TV	TC
2269	AMARE	4m	F	40	TV	TV	TV	TB/TV/TC
2897	SODAI	6	F	32	0	0	0	TB/TV/TC
72?		4	F	30	0	TV	TV	TC
2261	SAEFOURE	1,5	M	39	0	0	0	TB/TC
2882	GEDAWA	9	F	26	0	0	0	TV/TC
2290	DELLE	3	F	35	0	0	0	TC
2292	GEDAWA	3	F	26	0	0	0	TC
2289	GEDAWA	3	F	30	0	0	TT	TB/TC
2288	RANE	3	F	34	TV	0	TV	TB/TV/TC
2894	VAAGUE	5	F	40	0	TV	TV	TB/TC
2291	BIIGA	3	F	37	0	0	TV	TC
2287	OUDE	3	F	32	0	0	0	TB/TV/TC
2262	TORKAI	1	M	37	0	0	0	0
2285		3	F	16	TV	TV	TV	TB/TV/TC
2883	BOUYE	2,5	F	34	TV	TV	TV	TB/TC
2230		5	F	33	0	0	0	nf
2283	BALE	2	F	48	0	0	0	0
2162	AOTAI	5	F	27	TV	TV	TV	TV/TC
2181	VAAGUE	3	F	25	0	0	0	TB/TV/TC
2275	AOTAI	4m	F	31	0	0	TV	TV
2282	NIABE	1	F	30	0	0	0	0
2263	DJOROMADI	1,5	M	36	0	0	TV	TB/TC
2266	FOURE	1	M	33	TV	TV	TV	TB/TC
2281	OBAI	1	F	28	TV	0	TV	TC
2278	LAIMA	1	F	39	TV	TV	TV	0
2888	WOUDALE	8	F	38	TV	TV	TV	TC
2276	WOUDALE	5m	F	33	TV	TV	TV	TB/TC
2279	BATOUA	1,5	F	25	0	0	0	0
2893	WONGUE	2,5	M	37	TC	TC	TC	TC
2280	FELLE	1,5	F	29	0	0	0	nf

II. 2. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Février 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
2898	LUE	9	F	29	0	0	0	TB/TV/TC
2895	SADJE	8	F	32	0	0	0	0
2881	DIDOMA	8	F	29	0	0	0	TV
2890	DJANAI	4	M	35	0	0	0	TB/TV/TC
2886	AMARE	10	F	34	0	0	0	0
2161	SAE	7	F	34	0	0	0	TB/TV/TC
2908	DOULE	10	F	32	0	0	0	TB/TV/TC
2892	DJANAI	9	F	30	0	0	0	TV/TC
2896	DAAKE	5	M	29	0	0	0	TV/TC
2268	VOLBAI	7m	F	40	0	0	TT	0
2899	DERA	9	F	25	0	0	0	0
2271	SADJE	9m	M	36	0	TV	TV	TV
2265	FELLE	2	M	40	0	0	TT	TV
2273	DOUMARE	8m	F	35	0	0	0	0
2272	DERA	9m	M	35	0	0	0	TC
2885	VOLVAY	10	F	27	0	0	TT	TB/TV/TC
2889	DOUMARE	5	F	33	0	0	0	0
2269	AMARE	8m	F	30	0	0	0	TB/TV/TC
2897	SODAI	6	F	35	0	0	0	TB/TV/TC
2261	SAEFOURE	2	M	35	TV	TV	TV	TV/TB/TC
2882	GEDAWA	9	F	33	0	0	0	TV/TC
2290	DELLE	3	F	40	0	0	0	TV
2292	GEDAWA	3	F	32	0	0	0	TC
2289	GEDAWA	3	F	30	0	0	0	TB/TV/TC
2288	RANE	3	F	30	TV	TV	TV	TB
2291	BIIGA	3	F	34	0	0	0	0
2287	OUDE	3	F	29	0	0	0	0
2262	TORKAI	1	M	34	TV	TV	TV	0
2883	BOUYE	3	F	28	TV	TV	TV	TC
2230	(FELLE)	5	M	35	0	0	TV	TB/TV/TC
2283	BALE	2	F	36	0	TV	TV	TB/TC
2162	AOTAI	5	F	35	0	0	0	TC
2181	VAAGUE	3	F	38	0	0	0	TB/TC
2275	AOTAI	8m	F	35	0	TV	TV	TB/TC
2282	NIABE	1	F	33	0	0	0	0
2263	DJOROMADI	2	M	33	0	TV	0	TB/TV/TC
2266	FOURE	1	M	36	0	0	TV	TB/TV/TC
2281	OBAI	1	F	38	0	0	0	TV/TC
2278	LAIMA	1	F	35	0	0	0	0
2888	WOUDALE	8	F	23	0	0	0	TV
2276	WOUDALE	9m	F	33	TV	TV	TV	TB/TC
2279	BATOUA	2	F	37	0	0	0	TV/TC
2893	WONGUE	3	M	33	0	0	0	TB/TV/TC
2280	FELLE	2	F	28	0	TV	TV	TB/TC

II. 3. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Juin 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
2899	DERA	9	F	37	0	0	0	TB/TC
2881	DIDOMA	7	F	36	0	0	0	TV
2885	VOLVAY	10	F	24	TV	TV	TV	TB/TV/TC
2892	DJANAI	8	F	28	0	0	0	TC
2882	GEDAWA	9	F	21	0	0	0	TC
2890	DJANAI	6	M	32	0	0	0	TB/TC
2895	SADJE	6	F	30	0	0	0	0
2897	SODAI	6	F	32	0	0	0	TB/TC
2888	WOUDALE	7	F	31	0	0	0	TC
2898	LUE	8	F	20	0	0	0	TB/TC
2265	FELLE	5	M	23	TV	TV	TV	TB/TC
2883	BOUYE	5	F	37	0	0	0	TC
2893	WONGUE	5	M	29	0	0	0	nf
2292	GEDAWA	7	F	30	TC	0	0	BC
2894	VAAGUE	7	F	30	0	0	0	TB/TV
2162	AOTAI	6	F	32	0	0	0	TV
2291	BIIGA	5	F	32	0	0	0	TB
2161	SAE	7	F	32	0	0	0	TB/TV/TC
2889	DOUMARE	6	F	25	0	0	0	0
2289	GEDAWA	3	F	38	0	0	0	0
2908	DOULE	8	F	31	0	0	0	TC
2283	BALE	3	F	40	0	0	0	0
2886	AMARE	7	F	39	0	0	0	TB/TC
2280	FELLE	3	F	37	0	0	0	TB/TV/TC
2266	FOURE	3	M	25	TV	0	0	TB/TC
2278	LAIMA	2	F	36	0	0	0	TC
2181	VAAGUE	4	F	35	0	0	0	TC
2279	BATOUA	3	F	35	0	0	0	0
2276	WOUDALE	2	F	27	0	0	0	0
2290	DELLE	4	F	nf	0	0	0	TV/TC
2263	DJOROMADI	2	M	27	0	0	0	TB/TV/TC
2287	OUDE	4	F	36	0	0	0	0
2261	SAEFOURE	4	M	28	TC	0	0	TB/TV/TC
2281	OBAI	2	F	23	0	0	0	TV
2282	NIABE	2	F	35	0	0	0	0
2262	TORKAI	2	M	31	0	0	0	0
2272	DERA	1	M	33	0	0	0	TB/TC
2288	RANE	3	F	35	0	0	0	0
2185	SAE	8m	F	nf	0	0	0	0
2164	LUE	5m	M	nf	0	0	0	0
2183	GEDAWA	6m	F	nf	0	0	0	0
2273	DOUMARE	1	F	37	0	0	0	0
2269	AMARE	1	F	27	0	0	0	TB/TC
2182	DJANAI	10m	M	29	0	0	0	0
2271	SADJE	1	M	34	0	0	0	TV/TC
2163	GEDAWA	5m	M	34	0	0	0	0
2268	VOLBAI	1	F	37	0	0	0	0
2165	WOUDALE	4m	F	38	0	0	0	TV/TC
2275	AOTAI	1	F	nf	0	0	0	0
2184	DAKE	10m	M	nf	0	0	0	TB/TC
2896	DAAKE	6	M	nf	0	0	0	TV/TC
2186	SODAI	8m	M	nf	nf	nf	nf	nf

II. 4. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Octobre 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
2262	TORKAI	2	M	30	0	0	0	0
2885	VOLVAY	10	F	28	0	0	0	TB/TC
2278	LAIMA	2	F	39	Bb	0	0	TB/TC
2894	VAAGUE	7	F	36	Bb	0	0	0
2289	GEDAWA	3	F	38	0	0	0	0
2290	DELLE	4	F	35	Bb	0	0	TC
2279	BATOUA	3	F	35	Bb	0	0	0
2892	DJANAI	8	F	28	0	0	0	0
2288	RANE	3	F	36	Bb	0	0	TC
2291	BIIGA	5	F	33	0	0	mF	TC/TV
2889	DOUMARE	6	F	35	Bb	0	0	0
2281	OBAI	2	F	32	Bb	0	0	0
2276	WOUDALE	2	F	25	0	0	0	0
2888	WOUDALE	7	F	28	0	0	0	0
2883	BOUYE	5	F	37	0	0	0	0
2280	FELLE	3	F	30	0	0	0	TC/TV
2266	FOURE	3	M	33	0	0	0	0
2899	DERA	9	F	30	0	0	0	0
2273	DOUMARE	1	F	31	Bb	0	0	0
2895	SADJE	6	F	31	0	0	0	0
2882	GEDAWA	9	F	31	0	0	0	0
2265	FELLE	5	M	40	0	0	0	TV
2263	DJOROMADI	2	M	nf	Bb	0	0	TC
2283	BALE	3	F	37	0	0	0	0
2181	VAAGUE	4	F	nf	0	0	0	TC
2269	AMARE	1	F	32	Bb	0	0	nf
2182	DJANAI	10m	M	27	Bb	0	mF	0
2184	DAKE	10m	M	22	Bb	0	0	TB/TC
2183	GEDAWA	6m	F	25	Bb	0	0	TC
2268	VOLBAI	1	F	nf	0	0	0	TC
2292	GEDAWA	7	F	26	0	0	0	0
2271	SADJE	1	M	33	Bb	0	0	0
2898	LUE	8	F	27	Bb	0	0	TB/TC
2287	OUDE	4	F	39	Tn	0	0	0
2162	AOTAI	6	F	39	Bb	0	0	TC
2886	AMARE	7	F	nf	0	0	0	0
2881	DIDOMA	7	F	32	Tn	0	0	TC/TV
2282	NIABE	2	F	30	Tn/Bb	0	0	TV
2275	AOTAI	1	F	35	TB/TV	TV	0	0
2186	SODAI	8m	M	17	0	0	0	TC/TV
2897	SODAI	6	F	33	0	0	0	TC
2896	DAAKE	6	M	24	Bb	0	0	0
2890	DJANAI	6	M	41	0	0	0	0
2161	SAE	7	F	31	Bb	0	0	TC/TV
2908	DOULE	8	F	22	Bb	0	0	TC
2893	WONGUE	5	M	23	TV	TV	TV	TB/TC/TV
2164	LUE	5m	M	23	Bb	0	0	0
2261	SAEFOURE	4	M	24	0	0	0	TB/TC
2165	WOUDALE	4m	F	36	0	0	0	TB/TC
2163	GEDAWA	5m	M	35	TV	TV	0	TC
2185	SAE	8m	F	25	TV	TV	TV	0
2272	DERA	1	M	29	TV	TV	TV	0

II. 5. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Février 1992

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc	ELISA
2283	BALE	3	F	43	0	0	0	0
2894	VAAGUE	5	F	32	0	0	0	TB/TC/TV
2289	BAGOL	5	F	36	0	0	0	0
2885	VOLVAY	11	F	35	0	0	0	TB/TC/TV
2895	SADJE	7	F	31	0	0	0	TC/TV
2889	DOUMARE	7	F	35	0	0	0	TC
2886	AMARE	8	F	30	0	0	0	0
2882	GEDAWA	10	F	29	0	0	0	0
2262	TORKAI	3	M	41	0	0	0	0
2898	LUE	9	F	42	0	0	0	TB/TC
2881	DIDOMA	9	F	32	0	0	0	0
2291	BIIGA	5	F	30	0	0	mF	TC
2908	DOULE	9	F	39	0	0	0	0
2896	DAAKE	7	M	38	0	0	0	0
2888	WOUDALE	8	F	39	0	0	0	0
2161	SAE	8	F	40	0	0	0	TB/TV/TC
2883	BOUYE	5	F	36	0	0	0	TC
2897	SODAI	7	F	29	0	0	0	0
2162	AOTAI	7	F	37	0	0	0	TC
2280	FELLE	4	F	38	0	0	0	TV
2290	DELLE	3	F	32	0	0	mF	TC
2292	GEDAWA	6	F	39	0	0	0	TB/TC
2265	FELLE	7	M	34	0	0	0	0
2261	SAEFOURE	7	M	36	0	0	mF	TB/TC
2288	RANE	4	F	30	0	0	0	TC
2263	DJOROMADI	3	M	33	0	0	0	TB/TC
2181	VAAGUE	6	F	43	0	0	0	TC
2890	DJANAI	7	M	44	TC	0	0	0
2281	OBAI	2	F	38	0	0	0	TC
2279	BATOUA	3	F	30	0	0	0	TC
2276	WOUDALE	2	F	32	0	0	0	TC
2893	WONGUE	5	M	33	0	0	0	TB/TC
2278	LAIMA	2	F	39	0	0	0	0
2287	OUDE	3	F	40	0	0	0	0
2266	FOURE	3	M	34	0	0	0	TC
2272	DERA	2	M	38	0	0	0	0
2271	SADJE	1	M	38	0	0	0	0
2282	NIABE/YANLE	2	F	39	0	0	0	TC
2273	DOUMARE	1	F	37	0	0	0	0
2269	AMARE	1	F	38	0	0	0	TB/TC
2275	AOTAI	1	F	40	0	0	0	0
2186	SODAI	1	M	24	0	0	0	TB/TC
2185	SAE	1	F	30	0	0	0	TB
2164	LUE	1	M	29	0	0	0	0
2182	DJANAI	1	M	36	0	0	0	0
2268	VOLBAI	1	F	41	0	0	0	0
2183	GEDAWA	1	F	32	0	0	0	TC
2165	WOUDALE	1	F	32	0	0	0	TC
2184	DAKE	1	M	22	0	0	0	TB/TC
2163	GEDAWA	1	M	36	0	0	0	TC
M2283	BALE	3s	F	20	0	0	0	0
M2288	RANE	1m	M	36	0	0	0	0
M2883	BOUYE	3s	M	42	0	0	0	0
M2881	DIDOMA	2s	M	49	0	0	0	0
M2895	SADJE	1m	M	43	0	0	0	TB
M2896	DAAKE	2s	M	40	0	0	0	0
M2289	BAGOL	1m	M	54	0	0	0	TB
M2885	VOLBAI	3s	F	50	0	0	0	0
M2162	AOUTE	1s	F	45	0	0	0	0
M2900	DOULE	1s	F	51	0	0	0	0
M2287	OUDE	2j	M	38	0	0	0	0

II. 6. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Juin 1992

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
2881	DIDOMA	8	F	30	0	0	0	TV
2885	VOLVAY	12	F	35	0	0	0	TB/TV/TC
2898	LUE	9	F	36	0	0	0	TB/TC
2890	DJANAI	7	M	35	0	0	0	0
2882	GEDAWA	10	F	31	0	0	0	TB
2288	RANE	4	F	nf	0	0	0	TB/TC
2883	BOUYE	6	F	33	0	0	0	0
2889	DOUMARE	7	F	35	0	0	0	0
2289	BAGOL	5	F	35	0	0	0	TC
2279	BATOUA	4	F	33	0	0	0	TC
2162	AOTAI	7	F	33	0	0	0	TV
2895	SADJE	8	F	33	0	0	0	TB/TC/TV
2283	BALE	4	F	34	0	0	0	TC
2291	BIIGA	7	F	35	0	0	0	TB/TC
2886	AMARE	9	F	nf	0	0	0	TC
2261	SAEFOURE	5	M	32	0	0	0	TB/TC
2888	WOUDALE	8	F	33	0	0	0	TC
2265	FELLE	7	M	39	0	0	0	TC
2896	DAAKE	8	M	32	0	0	0	TC
2161	SAE	9	F	36	0	0	0	TB/TC
2292	GEDAWA	7	F	38	0	0	0	TB/TC
2263	DJOROMADI	4	M	32	0	0	0	TB/TC
2281	OBAI	3	F	31	0	0	0	TV
2893	WONGUE	5	M	31	0	0	0	TC
2262	TORKAI	4	M	35	0	0	0	0
2278	OULE n.n.	3	F	32	0	0	0	0
2164	LUE	1	M	29	0	0	0	TC
2897	SODAI	8	F	40	0	0	0	TB/TC
2908	DOULE	11	F	33	0	0	0	TB/TC
2282	YANLE n.n.	3	F	40	0	0	0	TC
2271	SADJE	2	M	33	0	0	0	0
2287	OUDE	4	F	38	0	0	0	0
2276	WOUDALE	3	F	31	0	0	0	TC
2272	DERA	3	M	36	0	0	0	0
2273	DOUMARE	2	F	35	0	0	0	0
2269	AMARE	2	F	24	0	0	0	TB/TC
2275	AOTAI	2	F	37	0	0	0	0
2184	DAKE	2	M	33	0	0	0	TB
2268	VOLBAI	2	F	34	0	0	0	0
2183	GEDAWA	1	F	30	0	0	0	TB/TC
2186	SODAI	1	M	35	0	0	0	TB/TC
2165	WOUDALE	1	F	30	0	0	0	TB/TC/TV
2185	SAE	1	F	24	0	0	0	0
2163	GEDAWA	1	M	37	0	0	0	TC
M2896	DAAKE	6m	M	32	0	0	0	TB
M2162	AOUTE	5m	F	40	0	0	0	TB/TC
M2883	BOUYE	3m	M	51	0	0	0	0
M2895	SADJE	4m	M	38	0	0	0	TC
M2279	BATOUA	3m	F	27	0	0	0	0
M2288	RANE	2m	M	35	0	0	0	0
M2886	AMARE	4m	M	34	0	0	0	TC
M2881	DIDOMA	3m	M	37	0	0	0	TC
M2287	OUDE	2m	M	38	0	0	0	TC
M2283	BALE	3m	F	35	0	0	0	0
M2289	BAGOL	3m	M	40	0	0	0	TC
M2889	DOUMARE	3m	F	40	0	0	0	0
M2885	VOLBAI	3m	F	33	0	0	0	TC
M2900	DOULE	3m	F	38	0	0	0	0

II. 7. Eleveur: Bouba Djaodi (A.N.D.E.) Visite: Août 1992

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
2881	DIDOMA	10	F	28	0	0	0	TV
2898	LUE	10	F	31	0	0	0	TB/TC
2885	VOLBAY	12	F	28	Bb	0	0	TB/TV/TC
2162	AOTAI	7	F	35	Bb	0	0	TC
2289	BAGOL	4	F	20	0	0	0	TC
2889	DOUMARE	7	F	32	0	0	0	TC
2291	BIIGA	5	F	35	0	0	0	0
2262	TORKAI	4	M	38	0	0	0	TC
2288	RANE	4	F	32	0	0	0	TB/TC
2278	OULE n.n.	4	F	15	0	0	0	TC
2290	DELLE-Retr.	5	F	36	TV	TV	TV	TB/TC
2883	BOUYE	5	F	36	0	0	0	TC
2888	WOUDALE	8	F	28	0	0	0	TC
2886	AMARE	10	F	33	0	0	0	TB/TC
2280	FELLE-Retr.	5	F	33	0	0	0	TC
2292	GEDAWA	5	F	nf	Am	0	0	TB/TC
2279	BATOUA	5	F	30	0	0	0	TB/TC
2281	OBAI	5	F	31	0	0	0	TB/TV/TC
2882	GEDAWA	10	F	31	Bb	0	0	TB/TC
2272	DERA	3	M	34	0	0	0	0
2261	SAEFOURE	7	M	30	0	0	0	TB/TC
2276	WOUDALE	5	F	33	0	0	0	TC
2890	DJANAI	8	M	40	0	0	0	TB/TV/TC
2896	DAAKE	7	M	31	0	0	0	TC
2895	SADJE	8	F	30	0	0	0	TB/TV/TC
2283	BALE	5	F	39	0	0	0	0
2263	DJOROMADI	5	M	nf	Bb	0	0	TB/TC/TV
2271	SADJE	2	M	33	0	0	0	TB/TC
2893	WONGUE	6	M	28	0	0	0	TB/TV/TC
2287	OUDE	5	F	33	Am	0	0	TB/TC
2897	SODAI	7	F	42	0	0	0	TB/TC
2161	SAE	8	F	30	0	0	mF	TB/TC/TV
2282	BIIGUE n.n.	5	F	36	0	0	0	TC
2908	DOULE	10	F	34	Bb	0	0	TB/TC
2183	GEDAWA	2	F	33	Bb	0	0	TC
2184	DAKE	2	M	27	Bb	0	mF	TB/TC
2269	AMARE	2	F	28	Bb	0	TV	TB/TC/TV
2275	AOTAI	2	F	36	0	0	0	TC
2182	DJANAI-Retr.	2	M	29	0	0	mF	0
2186	SODAI	2	M	29	0	0	mF	TB/TC
2165	WOUDALE	1	F	31	0	0	0	TB/TC
	DJANDAMA n	2	F	32	0	0	0	TC
2273	DOUMARE	2	F	31	0	0	0	TC
	OLE	2	F	11	Am/Bb	0	0	TC
2164	LUE	1	M	30	TV/TB	TV/TC	TV	TC
2163	GEDAWA	1	M	34	0	0	0	TB/TC
2185	SAE	2	F	31	0	0	0	TB/TC
2268	VOLBAI	2	F	33	0	0	0	0
M2162	AOUTE	5m	F	27	TV	TV	TV	TB/TC
M2886	AMARE	8m	M	33	Bb	0	0	0
M2279	BATOUA	5m	F	8	TV	0	TV	TB/TC
M2881	DIDOMA	8m	M	29	Bb	0	0	TC
M2896	DAAKE	8m	M	26	TV	TV	TV	TB/TC
M2288	RANE	5m	M	28	TV	TV	0	TC
M2287	OUDE	5m	M	27	0	0	0	0
M2889	DOUMARE	5m	F	34	0	0	0	0
M2289	BAGOL	5m	M	28	TV	TV	TV	TB/TC/TV
M2885	VOLBAI	5m	F	32	Bb	0	TV	TC
M2900	DOULE	5m	F	32	TV	TV	TV	TC
M2883	BOUYE	8m	M	15	0	0	0	TB/TC/TV
M2895	SADJE	8m	M	35	0	0	0	TV
M2283	BALE	5m	F	37	0	0	0	TC

II. 8. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Juin 1990

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
1		6	F	38	0	TV	0	TB/TC
2		5	F	34	TV	TV	0	TB/TC
3		5	F	22	TV	TV	0	TB/TV/TC
4		6	F	38	0	0	0	TC
5		6	F	40	0	0	0	TC
6		1	F	29	TV	TV	0	TV/TC
7		6	F	32	0	0	0	TB/TC
8		3	F	36	TV	TV	0	TB/TV/TC
9		6	F	27	TC	TC	0	TB/TC
10		1	F	36	0	0	0	TB/TV
11		1	M	32	0	0	0	TC
12		3	F	38	0	TV	0	TV
13		4	F	32	0	0	0	TB/TV/TC
14		4	M	35	0	TV	0	TB/TV/TC
15		6	F	28	0	0	0	TB/TV
16		7	F	40	TV	TV	0	TB/TV/TC
17		7	F	32	TV	TV	0	TV/TC
18		6	F	42	TV	0	0	TB/TV/TC
19		7	F	22	0	0	0	TB/TV/TC
20		8	F	19	TV	0	TC	TB/TV/TC
21		6	M	20	TV	TV	0	TV/TC
22		8	F	35	0	0	0	0
23		9	F	34	0	0	0	0
24		5	F	33	0	0	0	TB/TV/TC
25		6	F	32	0	0	0	0
26		6	F	25	0	0	0	TV
27		9	F	38	0	0	0	TB/TV
28		4	F	34	0	0	0	TB
29		8	M	31	0	0	0	TB/TV/TC
30		5	F	30	0	0	0	0
31		5	F	22	0	0	TC	TB/TV/TC
32		5	F	38	0	0	0	TV

II. 9. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Octobre 1990

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
2		5	F	25	0	0	0	0
3		5	F	31	0	0	0	TB/TV/TC
4		6	F	17	TC	TC	0	TB/TV
5		6	F	22	0	0	0	0
7		6	F	29	0	TC	0	TC
8		3	F	30	0	0	0	0
9		6	F	34	0	TC	0	0
10		1	F	35	0	0	0	0
12		3	F	38	0	0	0	0
14		4	M	29	0	0	0	TB/TV/TC
16		7	F	29	0	0	0	0
17		7	F	20	0	0	0	TB/TC
18		6	F	26	0	0	0	0
19		7	F	31	0	0	0	0
22		8	F	37	0	0	0	0
26		6	F	41	0	0	0	0
27		9	F	30	0	0	0	0
28		4	F	33	0	TV	TV	0
30		5	F	27	0	0	0	0
31		5	F	34	0	TC	0	TC
32		5	F	37	0	0	0	TV/TC

II. 10. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Février 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
3		5	F	30	0	TC	TC	TB/TV/TC
4		6	F	30	0	0	0	TC
5		6	F	32	0	0	0	0
7		6	F	35	0	0	0	TC
8		3	F	34	0	0	0	TC
9		6	F	36	0	0	0	TV
10		1	F	35	0	0	0	0
12		3	F	30	0	0	0	0
14		4	M	25	TC	0	0	TB/TV/TC
15		6	F	30	0	0	0	TC
16		7	F	37	0	0	0	TC
17		7	F	27	0	0	0	0
18		6	F	32	0	0	0	TB/TC
19		7	F	28	0	0	0	TV/TC
22		8	F	35	0	0	0	TB/TC
24		5	F	36	0	0	0	TB/TV/TC
27		9	F	34	0	0	0	TB/TC
28		4	F	31	0	0	0	0
30		5	F	34	0	0	0	TV
32		5	F	35	0	0	0	0

II. 11. Eleveur: Ardo Hodi bi Hamane Visite: Juin 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
27	GALAI	7	F	31	TB	0	TB	TB/TC
3	DOUBAI	6	F	44	0	0	0	0
4	SADJE	4	F	35	TC	0	0	TB/TC
5	OBAI	7	F	25	0	0	0	TV/TC
7	OBAI	7	F	41	0	0	0	TB/TC
8	SADJE	3	F	40	0	0	0	0
12	SODAI	4	F	30	0	0	mF	0
18	DAMARE	5	F	33	0	0	0	TB/TC
19	DAKE	5	F	33	0	0	0	TB/TC
22	SAIGUE	6	F	40	0	0	0	TB/TC
24	BOUYE	6	F	41	0	0	0	TB/TV/TC
25	OULE	6	F	42	0	0	0	0
28	DOMSA	5	F	35	0	0	0	0
30	SAEWA	5	F	38	0	0	0	0
51 ?	DOUMBA	2	M	22	0	0	TV	0
59 ?	DOUMARE	1	F	35	0	0	TB	TB/TC
	NORE	5	M	27	0	0	0	TB/TV/TC
	SODAI	1 m	M	20	0	0	0	0
	SODAI	3 m	M	25	0	0	0	TC
	DOUMBAI	3 m	F	37	0	0	0	0
	RANE	9 m	F	40	0	0	0	0
	DAMARE	5 m	M	32	0	0	0	0
	BOUYE	4 m	M	35	0	0	0	0
	SADJE	5 m	M	29	0	0	0	0
	OBAI	6 m	M	25	0	0	0	0
	SAEWA	6 m	M	20	0	0	0	TC
	DAKE	7 m	M	33	0	0	0	0
	GALAI	6 m	F	36	0	0	0	0
	DIDOMA	2	M	33	0	0	0	TV
	OBAI	3	F	23	0	0	0	TB
	BOUYE	1	F	34	0	0	0	TB/TV

II. 12. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Juin 1990

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
1	SODAI	9	F	39	0	TV	TV	0
2	DIDOMA	6	F	22	0	0	0	TB/TV/TC
3	DIDOMA	7	F	37	0	0	0	0
4	SADJE	8	F	20	0	0	0	0
5	LELOUAI	8	F	36	0	0	TT	0
6	NIABE	7	F	31	0	0	0	TC
7	DJAHOMA	8	F	36	0	0	0	0
8	WOULAI	10	F	30	0	0	0	TB/TC
9	NIABE	8	F	35	0	0	0	0
10	NIABE	7	F	33	0	0	0	TC/TB
11	BODE	5	F	37	0	0	0	0
12	SODAI	5	F	34	0	0	0	0
13	BRINIE	4	F	40	0	0	0	0
14	BODE	8	F	34	0	0	0	TV/TB/TC
15	OULE	5	F	32	0	0	0	TC
16	DIDOMA	5	F	39	0	0	0	0
17	DJOROMADI	10	F	39	0	0	0	TV/TC
18	SODAI	4	F	31	0	0	0	0
19	NIABE	5	F	25	0	0	0	TV/TC
20	DJOROMALE	4	F	37	0	0	0	TC
21	YAKANA	5	F	34	0	0	0	TV/TC
22	DJOROMADI	4	F	19	0	0	0	0
23	NADEWA	2	F	nf	0	0	0	0
24	DIDOMA	1	F	nf	0	0	0	0
25	ODAI	1,5	F	31	0	0	0	TV
26	SADJE	1	F	32	0	0	0	0
27	DOULE	1	F	37	0	0	0	0
28	GUELAI	2	F	39	0	0	0	0
29	SAIGONOU	1	M	30	0	0	0	0
30	VAGUE	2	M	39	0	0	0	0
31	SOUMAI	2	M	34	0	0	0	0
32	GUELAI	1	M	37	0	0	0	0
33	SODAI	3m	M	38	0	0	0	0
34	DIDOMA	2m	M	38	0	0	0	0
35	SADJE	4m	F	30	0	0	TT	0
36	LELOUAI	4m	F	31	0	0	0	TV
37	NIABE	4m	F	38	0	0	0	0
38	DJAHOMA	4m	F	31	0	0	0	0
39	OULE	3s	F	18	0	0	0	0
40	NIABE	3m	F	33	0	0	0	TV
41	NIABE	2m	F	40	0	0	0	0
42	BODE	2m	F	44	0	0	0	TC

43	SODAI	4m	F	33	0	0	0	0
44	BRINIE	4m	F	45	0	0	0	0
45	BODE	3m	F	34	0	0	0	TV/TC
46	OULE	3m	M	36	0	0	0	TV/TC
47	DIDOMA	4m	F	30	0	0	0	TV/TB/TC
48	SAIGOL	8	F	35	0	0	0	0
49	DIDOMA	7	F	35	0	0	0	0
50	ODE	4	F	28	0	0	0	TV/TC
51	SAE	7	F	38	0	0	0	0
52	FOURE	10	F	37	0	0	0	TV/TC
53	DJAMALE	6	F	39	0	0	0	TV/TC
54	DIDOMA	8	F	34	0	0	0	0
55	KOURI	9	F	31	0	0	0	0
56	DIDOMA	6	F	35	0	0	0	TV/TC
57	NIABE	6	M	37	0	0	0	0
58	FINE	3	F	34	0	0	0	0
59	GALAI	3	M	35	0	0	0	0
60	GALAI	7	F	39	0	0	0	0
61	BOUYE	4	F	28	0	0	0	TV/TC
62	RANE	2,5	F	34	0	0	0	0
63	RANE	6	F	29	0	0	0	0
64	ODAI	4	M	33	0	0	0	0
65	SAE	9	F	24	0	0	0	0
66	GALAI	3	F	38	0	0	0	0
67	SAE	3	F	29	0	0	0	TV/TC
68	NDAMA	5	F	38	0	0	0	TB
69	OULE	5	F	33	0	0	0	TV/TC
70	HOLI	4	M	38	0	0	0	0
71	SAE	3m	F	38	0	0	0	TV/TC
72	DIDOMA	1m	M	35	0	0	0	TV/TC
73	KOURI	2m	M	37	0	0	0	TV/TC
74	DIDOMA	1,5	M	34	0	0	0	TV/TC
75	BOUNE	2	M	30	TC	0	0	0
76	SAE	2	F	34	0	0	0	0
77	RANE	2	F	21	0	0	0	0
78	BAOULE	2	F	30	0	0	0	0
79	KONLE	1,5	M	26	TV	0	0	0
80	DIDOMA	1,5	F	27	0	0	TV	0
81	KORO	1,5	M	33	0	0	0	0
82	DIDOMA	2,5	F	nf	0	0	0	0
83	DIDOMA	1m	F	33	0	0	0	0

II. 13. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Octobre 1990

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
1	SODAI	9	F	36	0	0	0	0
2	DIDOMA	6	F	33	0	0	0	TV/TC
3	DIDOMA	7	F	38	0	0	0	0
5	LELOUAI	8	F	nf	0	0	0	TC/TV
6	NIABE	7	F	nf	0	0	0	TC/TV
7	DJAHOMA	8	F	36	0	0	0	TC/TV
8	WOULAI	10	F	33	0	0	0	TC/TV
9	NIABE	8	F	29	0	0	0	TC/TV
12	SODAI	5	F	25	0	0	0	TC/TV
13	BRINIE	4	F	33	TV	TV	TV	TC/TV
14	BODE	8	F	40	0	0	0	TV/TC
15	OULE	5	F	29	0	0	0	TC/TV
16	DIDOMA	5	F	41	0	0	0	0
18	SODAI	4	F	35	0	0	0	TC
19	NIABE	5	F	32	0	0	0	TC/TV
21	YAKANA	5	F	31	0	0	0	TC/TV
22	DJOROMADI	4	F	29	0	0	0	TC
23	NADEWA	2	F	42	0	0	0	TC
24	DIDOMA	1	F	38	0	0	0	0
26	SADJE	1	F	29	0	0	0	TC
27	DOULE	1	F	36	0	0	0	TC
28	GUELAI	2	F	30	0	0	0	TC
29	SAIGONOU	1	M	33	0	0	0	TV/TC
30	VAGUE	2	M	26	0	0	0	TC/TV
31	SOUMAI	2	M	34	0	0	0	TC
32	GUELAI	1	M	35	0	0	0	TC/TV
33	SODAI	7m	M	34	0	0	0	0
36	LELOUAI	8m	F	30	0	0	0	TC
37	NIABE	8m	F	37	0	0	0	0
38	DJAHOMA	8m	F	33	0	0	0	TB/TV/TC
39	OULE	5m	F	35	0	0	0	TC
40	NIABE	7m	F	32	0	0	0	TV/TC
41	NIABE	6m	F	43	0	0	0	0
43	SODAI	8m	F	35	0	0	0	TV/TC
48	SAIGOL	8	F	33	0	0	0	TV
49	DIDOMA	7	F	42	0	0	0	TC
50	ODE	4	F	42	0	0	0	0
51	SAE	7	F	27	0	0	0	0
52	FOURE	10	F	30	0	0	0	0
53	DJAMALE	6	F	34	0	0	0	TC
54	DIDOMA	8	F	26	0	0	0	TB/TV/TC
55	KOURI	9	F	32	0	0	0	0
56	DIDOMA	6	F	30	0	0	0	TV/TC
58	FINE	3	F	36	0	0	0	TC/TV
59	GALAI	3	M	32	0	0	0	0
60	GALAI	7	F	39	0	0	0	TB/TV/TC
61	BOUYE	4	F	33	0	0	0	TB/TV/TC
62	RANE	2,5	F	34	0	0	0	TC/TV
63	RANE	6	F	38	0	0	0	TC
64	ODAI	4	M	34	0	0	0	0
65	SAE	9	F	27	TV	TV	TV	0
66	GALAI	3	F	34	0	0	0	TC/TV
67	SAE	3	F	41	0	0	0	0
68	NDAMA	5	F	35	0	0	0	0
69	OULE	5	F	30	0	0	0	0
73	KOURI	6m	M	37	0	0	0	TV
74	DIDOMA	1,5	M	29	0	0	0	TB/TV/TC
77	RANE	2	F	40	0	0	0	0
78	BAOULE	2	F	35	0	0	0	TV
80	DIDOMA	1,5	F	44	0	0	0	TB/TV/TC
81	KORO	1,5	M	30	0	0	0	0
82	DIDOMA	2,5	F	40	0	0	0	0

II. 14. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Février 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
1	SODAI	9	F	34	0	0	0	0
2	DIDOMA	6	F	31	TV	TV	TV	TB/TV/TC
3	DIDOMA	7	F	30	0	0	0	0
5	LELOUAI	8	F	35	0	0	0	TC/TV
6	NIABE	7	F	32	TV	TV	TV	TC/TV
7	DJAHOMA	8	F	33	0	0	0	0
9	NIABE	8	F	36	0	0	0	0
10	NIABE	7	F	29	0	0	0	TB/TC
12	SODAI	5	F	36	0	0	0	0
14	BODE	8	F	37	0	0	0	TV/TC
15	OULE	5	F	35	0	0	0	TC/TV
16	DIDOMA	5	F	30	0	0	0	TB/TC
17	DJOROMADI	10	F	33	0	0	0	TB/TV/TC
18	SODAI	4	F	37	0	0	0	TB/TC/TV
21	YAKANA	5	F	38	0	0	0	TV
22	DJOROMADI	4	F	30	0	0	0	TB/TV/TC
23	NADEWA	2	F	30	0	0	0	TB/TV/TC
24	DIDOMA	1	F	25	0	0	0	TB/TV/TC
25	ODAI	2	F	nf	0	0	0	0
26	SADJE	1	F	33	0	0	0	TV/TC
28	GUELAI	2	F	37	0	0	0	0
29	SAIGONOU	1	M	40	0	0	0	TV
30	VAGUE	2	M	33	0	0	0	TB/TC/TV
31	SOUMAI	2	M	27	0	0	0	TV/TC
32	GUELAI	1	M	32	0	0	0	0
33	SODAI	1	M	30	0	0	0	0
34	DIDOMA	1	M	32	0	0	0	TC
36	LELOUAI	1	F	35	0	0	0	TB/TC
39	OULE	1	F	31	0	TC	0	TB/TV/TC
40	NIABE	1	F	34	0	0	0	0
41	NIABE	1	F	33	0	0	TV	TV/TC
42	BODE	1	F	27	0	0	0	TV
43	SODAI	1	F	24	0	0	0	TB/TV/TC
44	BRINIE	1	F	33	0	0	0	0
47	DIDOMA	1	F	27	0	0	0	TV/TC
48	SAIGOL	8	F	31	0	0	0	TV/TC
49	DIDOMA	7	F	29	TV	TV	TV	TB/TV/TC
50	ODE	4	F	32	0	0	0	TV
51	SAE	7	F	36	0	0	0	0
53	DJAMALE	6	F	33	0	0	0	0
54	DIDOMA	8	F	28	0	0	0	0
56	DIDOMA	6	F	34	0	0	0	TB/TV/TC
57	NIABE	6	M	37	0	0	0	TV
58	FINE	3	F	33	0	0	0	TV
60	GALAI	7	F	24	0	0	0	TB/TV/TC
62	RANE	3	F	31	TC	TC	TC	TC/TV
63	RANE	6	F	45	0	0	0	0
64	ODAI	4	M	26	TV	TV		TV/TC
65	SAE	9	F	31	0	0	0	TB/TC
66	GALAI	3	F	33	0	0	0	TB/TC/TV
67	SAE	3	F	32	0	0	0	0
68	NDAMA	5	F	40	0	0	0	0
69	OULE	5	F	35	0	0	0	0
72	DIDOMA	1	M	24	0	0	0	TB/TC
73	KOURI	1	M	31	0	0	0	0
74	DIDOMA	2	M	35	0	0	0	0
77	RANE	2	F	30	0	0	0	TB/TV/TC
80	DIDOMA	2	F	32	0	0	0	0
81	KORO	2	M	35	0	0	0	0
83	DIDOMA	1	F	36	0	0	0	0

II. 15. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Juin 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
31	DIDOMA	7	F	33	0	0	0	TB/TV/TC
6	NIABE	5	F	34	0	0	0	TB/TV/TC
41	OULENDAMA	7	F	40	0	0	mF	0
2	DIDOMA	7	F	40	0	0	0	TC
24	DIDOMA	8	F	40	0	0	0	TC
21	YAKANA	7	F	40	0	0	0	0
34	GALAI	7	F	30	0	0	0	TB/TC
9	NIABE	8	F	39	0	0	0	0
84	NIABE	4	F	36	0	0	mF	0
29	DIDOMA	7	F	34	0	0	0	TB/TC
30	KOURI	7	F	45	0	0	0	TV/TC
	GANDAI	1	F	42	0	0	mF	0
23	SAIGOL	8	F	37	0	0	0	TV/TC
38	SAE	8	F	33	0	0	0	TB/TC
42	OLE	7	F	38	0	0	0	TB/TC
39	GALAI	4	F	32	0	0	0	TC
22	JOROMADI	4	F	33	0	0	0	TB/TC
16	DIDOMA	7	F	44	0	0	0	0
12	SODAI	6	F	40	0	0	0	TB/TC
3	DANDAI	7	F	35	0	0	0	0
	VAAGUE	5	F	nf	0	0	nf	TB/TC
17	JOROMADI	9	F	34	0	0	0	TV/TC
7	DJAHOMA	8	F	41	0	0	0	0
40	SAE	4	F	34	0	0	0	0
86	RANE	4	F	30	0	0	mF	TV/TC
32	NIABE	7	M	30	0	0	0	TV
87	BRINIE	11	F	30	0	0	0	TC
88	SADJE	3	F	36	0	0	0	nf
5	LELOUAI	8	F	38	0	0	0	TB/TC
	SAIGOL	1	F	35	0	0	mF	TB/TC
89	KORO	2	M	35	0	0	nf	0
37	HODE	5	M	35	0	0	0	TB
26	SAE	8	F	26	0	0	TV	TC
90	DIDOMA	3	M	34	0	0	0	TV/TC
91	RANE	2	F	40	0	0	0	TV/TC
15	OULE	3	F	37	0	0	0	0
92	SADJE	2	F	32	0	0	0	TC
18	SODAI	5	F	35	0	0	TV	TC
93	FOURE	4	F	40	0	0	0	TC
94	ODAI	1	F	34	0	0	0	0
96	KOURI	1	M	33	0	0	0	TB/TC
14	VODE	8	F	39	0	0	0	TV/TC
97	OBAI	4	F	38	0	0	0	0
98	DIDOMA	2	F	40	0	0	0	TV
99	GUELAI	3	F	35	0	0	0	0
100	JAMALE	2	F	39	0	0	mF	TC
	NIABE	8	F	30	0	0	0	0
	NDAMA	5	F	25	0	0	0	TV

II. 16. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Octobre 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
38	SAE	8	F	25	Bb	0	0	TB/TC
12	OULE n n	8	F	35	nf	nf	0	0
29	DIDOMA	8	F	30	0	0	mF	TV/TC
86	RANE	5	F	28	0	mF	0	TV/TC
31	DIDOMA	7	F	30	0	0	mF	TB/TV/TC
32	NIABE	8	M	28	0	mF	0	TB/TV/TC
24	DIDOMA	9	F	35	0	0	0	TB/TC
53	FOURE	5	F	32	0	0	0	TB/TV/TC
37	NIABE n n	5	M	30	Bb	0	0	TC
34	GALAI	8	F	33	nf	0	0	TB/TC
40	SAE	5	F	30	0	0	0	0
26	SAE	7	F	36	0	0	0	TC
30	KOURI	7	F	35	Bb	0	0	0
39	GALAI	5	F	19	Bb	0	0	TV/TC
	OBAI	3	F	40	0	0	0	0
	KORO	3	F	35	Bb	TV	0	TB/TC
87	BRINIE	10	F	26	0	0	mF	TB/TC
41	NDAMA	7	F	38	0	0	0	0
18	DIDOMA n n	7	F	38	Bb	0	0	TB
3	DANDAI	3	F	30	0	0	0	TC
19	SODAI	4	F	34	Bb	0	0	TC
92	SADJE	2	F	38	Bb	0	0	0
7	DIAHOMA	8	F	38	0	TV	0	TV/TC

II. 17. Eleveur: Ardo Sae bi Ewi Visite: Février 1992

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
38	SAE	8	F	28	0	0	0	TB/TC
31	DIDOMA	7	F	27	0	0	0	TB/TV/TC
40	SAE	5	F	30	0	0	0	0
86	RANE	5	F	35	0	0	mF	TB/TV/TC
34	GALAI	7	F	30	0	0	0	TC
30	KOURI	8	F	40	0	0	0	TC
39	GALAI	6	F	32	0	0	0	TV/TC
18	DIDOMA	7	F	35	0	0	0	TB/TV/TC
26	SAE	7	F	33	0	0	0	TC
	RANE	3	F	42	0	0	0	TC
53	FOURE	6	F	39	0	0	0	TC
91	OBAI n n	2	F	nf	0	0	0	TB/TC
	KORO	7	F	29	0	0	0	TC
	KORO	3m	M	15	0	0	0	0
	KOURI	3m	M	34	0	0	0	0
	SAE	3m	M	32	0	0	0	TC
	DIDOMA	1m	F	28	0	0	0	0
101	RANE	5	F	32	0	0	0	TC
102	DIDOMA	3	F	31	0	0	0	0
103	DAKE	3	F	44	0	0	0	0
3	DANDAI	7	F	28	0	0	0	TC
7	DIAHOMA	7	F	38	0	0	0	0
104	DIDOMA	9	F	29	0	0	0	TV
	SOUNGUE	1	F	29	0	0	mF	TB/TC
	YANBE	1	F	36	0	0	0	TC
	SODAI	1	F	31	TV	TV	mF	TB/TC
	LAIMAROU	1	M	26	0	0	0	TC
	YANROU	2	F	32	0	0	0	TB/TC
	YANBE	2	F	37	0	0	mF	TV/TC
	RANE	2	F	36	0	0	mF	0

II. 18. Eleveur: Ardo Bouba bi Hamane Visite: Octobre 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
1	SAWAI	4	M	28	0	0	0	TC
2	BOZORE	7	F	32	Bb	0	0	0
	BOZORE	9m	M	25	An.	0	0	0
3	SIRGUE	5	M	28	An.	0	mF	0
4	WOULE	5	F	27	0	mF	0	0
5	NORE	7	F	33	Tn	0	0	0
6	DJABAI	7	F	17	TV	TV	TC	TB/TC
7	SIRGUE	2	F	39	0	0	0	0
8	OBAI	8	F	30	0	0	0	TC
11	SAE	9	F	37	0	0	0	0
9	LELOUAI	6	F	30	0	0	0	TB/TC
10	SAE	4	F	32	Bb	0	0	TC
	DANEWA	3	F	49	Bb	0	0	TC
12	WAAGUE	7	F	39	Bb	0	mF	0
	SAIGUE	10m	M	16	Bb	TV	TV	TB/TV/TC
13	SAE	4	M	32	Tn	0	0	TC
14	VODE	3	F	36	Bb	0	0	TB
15	SAIGUE	8	F	26	0	0	0	TB/TC
16	SAE	1	F	28	Bb	0	mF	TC
17	WONGUE	2	F	31	Bb	0	0	TC
18	SAIGUE	2	F	34	Bb	0	0	TB/TV
19	BOUNEYE	5	F	29	Tn	0	0	TB/TC
20	SAE	7	F	34	0	0	0	TB/TC
21	OBAI	3	F	39	Bb	0	0	0
22	GULDI	2	F	23	Tn	0	0	TC/TV
23	OUNDAI	3	F	36	Bb	0	0	0
	OULE	5m	M	23	0	0	0	0
24	SAE	2	F	28	TC	TC	0	TB
25	NIO	1	M	26	0	0	mF	0
26	RANEYE	1	F	29	0	0	0	TC

II. 19. Eleveur: Ardo Bouba bi Hamane Visite: Février 1992

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
1	SAWAI	7	M	33	0	0	0	0
2	BOZORE	9	F	28	0	0	0	TC
3	SIRGUE	7	M	38	0	0	0	0
4	SAE n n	3	F	39	0	0	0	TC/TV
6	DJABAI	9	F	39	0	0	0	TB/TC
9	LELOUAI	7	F	29	0	0	0	TC
10	SAE	4	F	?	0	0	0	TC
12	WAAGUE	8	F	38	0	0	mF	0
15	SADJE	8	F	27	0	0	0	TB/TC/TV
16	SAE	1	F	26	0	0	mF	0
17	WONGUE	2	F	35	0	0	0	TC
18	SAIGUE	7	F	36	0	0	0	0
21	OBAI	4	F	36	0	0	0	0
22	SAE n n	3	F	40	0	0	0	0
23	OUNDAI	4	F	33	0	0	0	0
29	OBAI N	3	M	40	0	0	mF	0
252	DAMARE	1,5	F	42	0	0	0	0
M12	WAAGUE	3m	F	40	TV	0	0	0
		2m	M	?	0	0	0	TV
		3m	M	28	0	0	0	TB/TC
		5m	F	30	TV	0	0	0
	DANEWA	3	F	48	0	0	0	0
	SIRGUE	9	F	34	0	0	0	TC
	BOZORE	1	M	23	0	0	0	0
	SIRGUE	4m	M	33	0	0	0	0

II. 20. Eleveur: J.P. Ndemayo Visite: Octobre 1991

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
		2	F	38	0	0	mF	0
		6	F	41	0	0	0	0
		2	F	38	0	0	mF	0
		3	F	41	TV	0	mF	0
		8	F	32	0	0	mF	0
		8	F	38	Tn	0	mF	0
		3	M	37	0	0	mF	0
		8	M	44	Bb	0	mF	0
		1	M	38	0	0	mF	0
		6	F	38	Bb	0	mF	0
		1	F	42	0	0	0	0
		1	M	36	0	0	mF	0
		8	F	41	0	0	0	0
		1	M	30	0	0	0	0
		3	F	31	0	0	0	TC/TV
		4	F	33	nf	0	0	TB/TC
		7	F	39	0	0	0	0
		8	F	38	0	0	0	TV
		2	F	24	0	0	mF	0
		1	F	39	0	0	0	0
		1	F	30	nf	0	0	0
		1	M	34	Bb	0	0	0
		1	M	38	0	0	0	0
		1	M	32	nf	0	0	0
		5	F	40	Bb	0	0	0
		1	F	26	0	0	0	0
		4	F	33	0	0	mF	0
		1	M	33	0	0	0	0
		1	F	28	nf	0	0	0
		1	F	23	0	0	0	0
		1	F	33	nf	0	0	0
		1	F	35	0	0	0	0
		1	F	32	nf	0	0	0
		4	F	37	0	0	0	0
		1	F	31	nf	0	0	0
		1	F	26	nf	0	0	0
		1	F	32	0	0	0	0
		2	F	39	nf	0	0	0

II. 21. Eleveur: J.P. Ndemayo Visite: Février 1992

N°	Nom	Age	Sexe	Hmt.	Fr.	G.E.	Mc.	ELISA
		10	F	45	0	0	0	0
		4	F	49	0	0	0	TB
		10	F	48	0	0	0	0
		2	M	51	0	0	0	0
		1	M	44	0	0	0	TC
		1	F	54	0	0	0	0
		11	F	50	0	0	0	TB/TC
		7	M	46	0	0	0	0
	KPOKA	5	M	48	0	0	0	0
		7	M	43	0	0	0	0
		12	F	42	0	0	0	TB
		10	F	38	0	0	0	0
		3	F	39	0	0	0	0
		3.5	F	40	0	0	0	0
		5.5	F	38	0	0	0	0
		10	F	42	0	0	0	0
		6m	M	31	0	0	0	0
		4	F	40	0	0	0	0
		1	M	42	0	0	0	TC
		5	F	40	0	0	0	0
		5m	M	38	0	0	0	0
		1	M	40	0	0	0	0
		1	M	34	0	0	0	0
		1	F	33	0	0	0	0
		4m	F	38	0	0	0	0
		4m	M	39	0	0	0	0
		10	F	40	0	0	0	TC
		3m	M	44	0	0	0	0
		7	F	40	0	0	mF	TB/TC
		1m	M	41	0	0	0	TB
		1	F	36	0	0	0	0
		5m	F	38	0	0	0	TV
		1	F	33	0	0	0	0
		1	F	35	0	0	0	0
		1	F	38	0	0	0	0
		1	F	42	0	0	0	0
		2m	F	38	0	0	0	0
		11	F	43	0	0	0	0
		1	F	32	0	0	0	0
		1	M	29	0	0	0	0
		1	F	38	0	0	0	0

Tableau II. 22 = Horaires de pâture chez les zébus du troupeau ANDE
(Journées du 15 au 26 Août 1992)

A - Horaires de départ et retour du pâturage

	15. VIII	16. VIII	17. VIII	19. VIII	20. VIII	21. VIII	25. VIII	26. VIII
Départ adultes	9h50	9h30	9h30	9h30	10h00	8h00	9h30	9h40
Retour vaches lait.	15h25	15h30	15h25	16h30	16h00	16h30	14h30	14h10
Retour mâles	16h25	17h00	18h00	17h45	17h00	18h00	17h00	17h00
Départ veaux	9h50	10h00	9h00	9h00	9h30	14h00	9h30	9h30
Retour veaux	15h20	14h45	15h25	16h30	16h00	16h30	14h30	14h10

B - Temps passé au pâturage (h / journée)

	15. VIII	16. VIII	17. VIII	19. VIII	20. VIII	21. VIII	25. VIII	26. VIII
Vaches laitières	5h35	6h00	5h55	7h00	6h00	6h30	5h00	4h30
Mâles	6h35	7h30	8h30	8h15	7h00	8h00	7h30	7h20
Veaux	5h30	4h45	6h30	7h30	6h30	2h30	7h00	6h40

C - Temps passé au pâturage (% / journée)

	15. VIII	16. VIII	17. VIII	19. VIII	20. VIII	21. VIII	25. VIII	26. VIII
Vaches laitières	46%	50%	49%	58%	50%	54%	42%	38%
Mâles	54%	62%	71%	69%	58%	67%	62%	61%
Veaux	46%	40%	54%	62%	54%	21%	58%	56%

		Numéro des pièges										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11 au 23 Juillet 1991												
<i>Stomoxys</i>	0	0	0	0	0,14	0	0	0,14	3,14	4,29	3,71	
<i>Haematobia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,86	0,71	0,43	
Tabanidae	0,43	0	0	0	0,14	0,14	0	0	0,28	0	0,28	
<i>Glossina</i>	1,71	0,14	0,07	0,07	0	0,07	0	0	0,07	0,07	0	
26 Août au 7 Septembre 1991												
<i>Stomoxys</i>	0	0,17	0	0	0	0	0	0,17	0,17	1,17	0,67	
<i>Haematobia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	
Tabanidae	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0	
<i>Glossina</i>	1,87	0,5	0	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0,25	
12 au 24 Octobre 1991												
<i>Stomoxys</i>	0	0,31	0,15	0,15	0,15	0,23	0,15	0,38	0,23	0,15	0,31	
<i>Haematobia</i>	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0,15	0	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Glossina</i>	0,3	0	0,13	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	
14 au 23 Novembre 1991												
<i>Stomoxys</i>	0	0	0,2	0	0	0,3	0	0	0,3	3,5	0,2	
<i>Haematobia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Glossina</i>	0,6	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
12 au 18 Décembre 1991												
<i>Stomoxys</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0,14	
<i>Haematobia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Glossina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25 Février au 03 Mars 1992												
<i>Stomoxys</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,4	0	0,1	
<i>Haematobia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	1	0,4	0,4	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	
<i>Glossina</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	
23 au 30 Avril 1992												
<i>Stomoxys</i>	0,13	0,25	0	0	0	0,13	0	0	1,88	2,13	4	
<i>Haematobia</i>	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0,25	
Tabanidae	0,63	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	
<i>Glossina</i>	0,13	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8 au 18 Mai 1992												
<i>Stomoxys</i>	0,27	0	0	0	0	0,09	0,009	0	0,18	0,73	0,82	
<i>Haematobia</i>	0,09	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0,09	0	
Tabanidae	0,18	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0,18	0,18	
<i>Glossina</i>	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6 au 10 Juin 1992												
<i>Stomoxys</i>	0	0	0	0,2	0,8	0,2	0	2,4	1,8	10	2,8	
<i>Haematobia</i>	0	0	0	0	0,2	0	0	1	0	0,2	0	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Glossina</i>	0,2	0	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0,2	
10 au 18 Juillet 1992												
<i>Stomoxys</i>	0	0,22	0	0	0	0	0	0,56	0,33	0,56	0,78	
<i>Haematobia</i>	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67	
Tabanidae	0	0	0	0	0	0,11	0	0,11	0	0,11	0	
<i>Glossina</i>	0,44	0,22	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tableau III. 1. Densités apparentes (D.A.P.) des insectes vecteurs potentiels entre l'abreuvoir Bandapa et l'aire de repos du bétail (protocole P2 - annexe A3)

Tableau III. 2. : Densités apparentes par piège (D.A.P.) dans les différents élevages.

A - Elevage ANDE (3 abreuvoirs : Mbp = Mbonou-pont; Ban = Bandapa et Mbka = Mbonou-ka)
 B - Elevage Ardo Hodi (abreuvoir Nzangbateu) - 1 espèce *G. f. fuscipes*
 C - Elevage Ardo Hodi (abreuvoir Goubou) - 1 espèce *G. f. fuscipes*
 D - Elevage Ardo Sae (2 abreuvoirs lby et Yakerekpa) - 2 espèces : *G. fuscipes* et *G. fusca*
 E - Elevage Ardo Sae (2 abreuvoirs confonfondus) - 2 espèces : *G. fuscipes* et *G. fusca*
 F - Elevage Ardo Sae en transhumance (rivières Laeko en Novembre et Ougara en Février) - 2 espèces *Gff* = *G. fuscipes* et *GF* = *G. fusca*
 G - Elevage Ardo Hodi en transhumance (rivière Décé) - 2 espèces *Gff* = *G. f. fuscipes* et *GF* = *G. fusca*
 H - Elevage Ardo Bouba (abreuvoir Guiwi) - 2 espèces *Gff* = *G. f. fuscipes* et *GF* = *G. fusca*.

Remarque = une case vide traduit l'absence de données

A -Elevage ANDE

G. fuscipes

Mois	Mbp	Ban	Mbka
Ju-91	14,3		
Jui-91			
Aoû-91			
Sep-91			
Oct-91			
Nov-91			
Déc-91			
Jan-92			
Fév-92	8,6		
Mar-92	11,3		
Avr-92	13,8		
Mai-92	15,9	4,14	3,14
Jui-92	17,67	4	
Jui-92	19,3	2,71	
Aoû-92	11,37	0,5	
Sep-92	13,8	1,83	7,83
Oct-92	9,5	2	14,25
Nov-92	7,9	4,1	13,67
Déc-92	3,83	5,16	8
Jan-92	5,26	1,3	4,13
Fév-92	2,5	3	10,25
Mar-92			
Avr-92	6,67	0,625	3,62
Mai-92	5,4	0,78	3,62
Jui-92	7,8	1	7,5
Jui-92	8,2	3,5	7,33
Aoû-92	61,25	0	30

B - Elevage Hodi

G. fuscipes

Mois	Nzang.
Ju-91	2,6
Jui-91	
Aoû-91	0,6
Sep-91	2,5
Oct-91	1,5
Nov-91	0,4
Déc-91	0,6
Jan-92	0,3
Fév-92	0,3
Mar-92	0,5
Avr-92	0

C - Elevage Hodi

G. fuscipes

Mois	Goub.
Mai-92	0
Jui-92	0,11
Jui-92	0
Aoû-92	0,75
Sep-92	0,33
Oct-92	0,21
Nov-92	0,13
Déc-92	0
Jan-92	0
Fév-92	0
Mar-92	
Avr-92	0

D - Elevage Sae

Mois	<i>G. fuscipes</i>		<i>G. fusca</i>	
	lby	Yak	lby	Yak
Mai-92	1,55	0,22	0	0,22
Jui-92	0,87	0,25	0	0,12
Jui-92	2,96	0,11	0,07	0,22
Aoû-92	3,55	0,67	0	0
Sep-92	0	0	0,33	0
Oct-92	0	0,16	0,08	0
Nov-92	0,5	0,25	0,5	0
Déc-92	1,88	0	0	0
Jan-92	0	0	0	0
Fév-92	0	0	0	0
Mar-92				
Avr-92	1,5	0	0	0

E - Elevage Sae

Mois	<i>Gff</i>	<i>GF</i>
Ju-91	7,1	
Jui-91		
Aoû-91	3,96	
Sep-91	3,63	
Oct-91	2,4	
Nov-91	1,03	
Déc-91	0,8	
Jan-92	0,69	
Fév-92	1,25	
Mar-92	1	
Avr-92	0,7	
Mai-92	0,89	0,11
Jui-92	0,56	0,06
Jui-92	1,82	0,13
Aoû-92	2,4	0
Sep-92	0	0,2
Oct-92	0	0,04
Nov-92	0,4	0,25
Déc-92	1,13	0
Jan-92	0	0
Fév-92	0	0
Mar-92	0	0
Avr-92	0,75	0

F - Ardo Sae Transhumance

Mois	<i>Gff</i>	<i>GF</i>
Nov-91	0,02	0
Fév-92	0	0

G - Ardo Hodi Transhumance

Mois	<i>Gff</i>	<i>GF</i>
Fév-92	6	0

H - Elevage Bouba

Mois	<i>Gff</i>	<i>GF</i>
Sep-92	1,5	0
Oct-92	0,8	0
Nov-92	1	0,04
Déc-92	0,02	0,25
Jan-92	0,01	0,01
Fév-92	0	0

Tableau III. 3. : Sex-ratio (porportion de mâles) chez deux populations de G. f. fuscipes

A- Population des rivières Iby et Yakerekpa (piégeage permanent)

B- Population des rivières Bandapa et Mbonou pas de piégeage permanent)

n mal = effectif de mâles

m : moyenne

n fem = effectif de femelles

s : écart-type

N. = effectif total

nf = non fait

SR= sex-ratio (% de mâles)

nc = non calculé

A

Mois	n mal	n fem.	N	S.R.
Mai-91	9	9	18	50,0
Jui-91	10	8	18	55,6
Jui-91	22	22	44	50,0
Aoû-91	18	18	36	50,0
Sep-91	0	0	0	nc
Oct-91	1	1	2	50,0
Nov-91	1	3	4	25,0
Déc-91	6	11	17	35,3
Jan-92	nf	nf	nf	nf
Fév-92	0	0	0	nc
Mar-92	nf	nf	nf	nf
Avr-92	6	3	9	63,3

Total: 73 75 148

m 47,4
s 11,9

B

Mois	n mal	n fem.	N	S.R.
Fév-91	20	23	43	46,2
Mar-91	33	41	74	44,6
Avr-91	38	43	81	46,9
Mai-91	54	81	135	40,0
Jui-91	45	82	127	35,4
Jui-91	61	86	147	41,5
Aoû-91	44	51	95	46,3
Sep-91	43	51	94	45,7
Oct-91	83	67	150	55,3
Nov-91	76	84	160	47,5
Déc-91	56	47	97	57,7
Jan-92	69	93	162	42,6
Fév-92	47	53	100	47,0
Mar-92	nf	nf	nf	nf
Avr-92	48	72	120	40,0
Mai-92	33	55	88	37,5
Jui-92	56	76	132	42,4
Jui-92	102	131	233	43,8
Aoû-92	121	206	327	37,0

Total: 1029 1342 2365

m 44,3
s 5,8

Tableau III. 4 : proportion d'individus ténéaux chez deux populations de G. f. fuscipes .

A- Population des rivières Iby et Yakerekpa (piégeage permanent)

B- Population des rivières Bandapa et Mbonou-pont (pas de piégeage permanent)

n : effectif

% mâles: proportion d'individus ténéaux dans la sous-population mâle

m : moyenne

% femelles: proportion d'individus ténéaux dans la sous-population femelle

s : écart-type

% total: proportion d'individus ténéaux

nf: non fait

nc: non calculé

A

Mois	% mâles	% femelles	% total	n
Fév-91	30	21,74	25,58	43
Mar-91	nf	nf	nf	nf
Avr-91	nf	nf	nf	nf
Mai-91	34,33	14,89	22,98	135
Jui-91	24,44	10,71	15,5	127
Juil. 91	18,03	12,64	14,86	147
Aoû-91	9,09	3,92	6,32	95
Sep-91	13,95	16	15,05	94
Oct-91	8,74	14,05	10,3	150
Nov-91	5	5,94	5,63	160
Déc-91	3,44	29,16	14,68	97
Jan-92	24,64	41,94	34,57	162
Fév-92	23,4	1,69	11,76	100
Mar-92	nf	nf	nf	nf
Avr-92	22,92	9,72	15	120
Mai-92	34,21	13,25	19,83	88
Jui-92	11,11	9,09	9,63	132
Juil- 92	2,91	2,25	2,54	233
Aoû-92	7,61	4,57	4,59	327
				2210

m 17,11375 13,2225 14,30125
s 10,78721643 10,53962523 8,416953427

B

Mois	% mâles	% femelles	% total	n
Mai-91	11,11	11,11	11,11	18
Jui-91	11,11	11,11	11,11	18
Juil. 91	9,09	18,18	13,63	44
Aoû-91	16,67	16,67	16,67	36
Sep-91	nc	nc	nc	0
Oct-91	0	0	0	2
Nov-91	nc	nc	nc	4
Déc-91	0	17,64	17,64	17
Jan-92	nf	nf	nf	nf
Fév-92	nc	nc	nc	0
Mar-92	nf	nf	nf	nf
Avr-92	33,33	33,33	33,33	9
				148

m 11,61571429 15,43428571 14,78428571
s 11,35632255 10,08136707 10,01

Tableau III.5. : Structure d'âge chez G. f. fuscipes

Méthode de l'âge physiologique (CHALLIER, 1965)

Rivière Mbonou (élevage ANDE) en Décembre 1991, Janvier et Juin 1992.

Catégories	Classes d'âge	N	%
O	< 9	64	28,2
I	10 < < 19	41	18,1
II	20 < < 29	18	7,9
III	30 < < 39	17	7,5
IV + n	40 < < 49	24	10,6
V + n	50 < < 59	28	12,3
VI + n	60 < < 69	22	9,7
VII + n	> 70	13	5,7

Total :	227	100
---------	-----	-----

Tableau III. 6. : Evolution de la structure d'âge chez G. f. fuscipes
Méthode d'estimation par le degré d'usure alaire (JACKSON, 1946)

Légende: Cat. = catégorie d'éraillure

M, F et T = mâles, femelles et total respectivement

Date	Cat.	Effectifs			Pourcentages		
		M	F	T	M %	F %	T %
Juillet. 1991	1	17	18	35	27,4	21,2	23,8
	2	18	33	51	29	38,8	34,7
	3	16	19	35	25,8	22,4	23,8
	4	6	9	15	9,7	10,6	10,2
	5	5	3	8	8,1	3,5	5,4
	6	0	3	3	0	3,5	2,1
Aout. 1991	1	11	9	20	24,4	18	21,1
	2	19	17	36	42,2	34	37,9
	3	12	13	25	26,7	26	26,3
	4	2	7	9	4,4	14	9,5
	5	1	2	3	2,3	4	3,2
	6	0	2	2	0	4	2
Septembre. 91	1	9	5	14	25,7	17,2	21,8
	2	12	4	16	34,3	13,8	25
	3	12	10	22	34,3	34,5	34,4
	4	2	10	12	5,7	34,5	18,8
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
Octobre. 1991	1	15	7	22	25,4	28	26,2
	2	29	4	33	49,2	16	39,3
	3	9	7	16	15,3	28	19
	4	5	5	10	8,5	20	11,9
	5	1	2	3	1,6	8	3,6
	6	0	0	0	0	0	0
Novembre. 91	1	15	19	34	19,5	25,3	22,4
	2	26	27	53	33,7	36	34,9
	3	25	15	40	32,5	20	26,3
	4	7	13	20	9,1	17,4	13,2
	5	3	1	4	3,9	1,3	2,6
	6	1	0	1	1,3	0	0,6
Décembre. 91	1	17	12	29	29,3	27,3	28,4
	2	19	15	34	32,8	34,1	33,3
	3	17	8	25	29,3	18,2	24,5
	4	3	8	11	5,2	18,2	10,8
	5	2	1	3	3,4	2,2	3
	6	0	0	0	0	0	0
Janvier. 1992	1	22	28	50	31,9	30,4	31,1
	2	31	34	65	44,9	37	40,4
	3	13	22	35	18,8	23,9	21,7
	4	3	7	10	4,4	7,6	6,2
	5	0	1	1	0	1,1	0,6
	6	0	0	0	0	0	0
Février. 1992	1	12	12	24	30	25,5	27,6
	2	13	19	32	32,5	40,4	36,8
	3	9	15	24	22,5	31,9	27,6
	4	5	1	6	12,5	2,2	6,9
	5	1	0	1	2,5	0	1,1
	6	0	0	0	0	0	0
Avril. 1992	1	4	9	13	9,3	12,9	11,5
	2	13	17	20	30,2	24,3	26,7
	3	16	28	44	37,3	40	38,9
	4	9	9	18	20,9	12,8	15,9
	5	1	7	8	2,3	10	7
	6	0	0	0	0	0	0

Date	Cat.	Effectifs			Pourcentages		
		M	F	T	M %	F %	T %
Mai. 1992	1	3	6	9	8,6	10	9,5
	2	18	23	41	51,4	38,3	43,2
	3	10	19	29	28,6	31,7	30,5
	4	3	10	13	8,6	16,7	13,7
	5	1	0	1	2,8	0	1,1
	6	0	2	2	0	3,3	2
Juin. 1992	1	27	35	62	23,5	14,7	17,6
	2	38	66	104	33,1	27,7	29,5
	3	24	64	88	20,9	26,9	24,9
	4	15	46	61	13	19,3	17,3
	5	9	21	30	7,8	8,9	8,5
	6	2	6	8	1,7	2,5	2,2
Juillet. 1992	1	29	36	65	34,1	25	28,4
	2	29	52	81	34,1	36,1	35,5
	3	20	30	50	23,5	20,8	21,8
	4	4	16	20	4,7	11,1	8,7
	5	2	7	9	2,4	4,9	3,9
	6	1	3	4	1,2	2,1	1,7
Aout. 1992	1	31	31	62	25,6	15,3	19,1
	2	53	84	137	43,8	41,4	42,3
	3	31	60	91	25,6	29,6	28,1
	4	4	20	24	3,3	9,7	7,4
	5	0	6	6	0	3	1,9
	6	2	2	4	1,7	1	1,2
TOTAL ANNEE	1	212	227	439	25,1	19,5	21,9
	2	318	395	713	37,7	34	35,5
	3	214	310	524	25,4	26,7	26,1
	4	68	161	229	8,1	13,9	11,4
	5	26	51	77	3,1	4,4	3,8
	6	6	18	24	0,6	1,5	1,3
	Total	844	1162	2006	100	100	100

Tableau III.7. : Evolution de la structure d'âge chez G. f. fuscipes
Méthode d'estimation par le dosage de la ptéridine céphalique

Effectifs										
A										
Classes (j)	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total :
0_9	11	28	52	17	28	28	0	1	2	167
10_19	29	23	17	10	18	16	2	16	4	135
20_29	22	4	1	16	5	7	10	23	28	116
30_39	12	3	2	2	1	5	2	15	22	64
40_49	4	2	0	0	0	0	8	22	30	66
50_59	2	0	0	0	0	0	8	13	13	36
60_69	0	0	0	0	0	0	2	5	11	18
70_79	0	0	0	0	0	0	2	2	2	6
> 80	0	0	0	0	0	0	2	6	7	15
Total :	80	60	72	45	52	56	36	103	119	623

B	Classes (j)	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total :
	0_9	7	19	43	25	26	24	0	5	19	168
	10_19	10	12	17	16	21	14	10	36	22	158
	20_29	16	7	12	9	17	15	23	23	48	170
	30_39	17	6	6	1	5	4	12	22	54	127
	40_49	11	2	2	4	1	0	21	16	26	83
	50_59	5	1	0	0	0	0	13	16	18	53
	60_69	7	1	0	0	0	0	9	8	5	30
	70_79	5	0	0	0	0	0	7	2	7	21
	> 80	2	0	0	0	0	0	2	1	3	8
	Total :	80	48	80	55	70	57	97	129	202	818

C	Classes (j)	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total :
	0_9	18	47	95	42	54	52	0	6	21	335
	10_19	39	35	34	26	39	30	12	52	26	293
	20_29	38	11	13	25	22	22	33	46	76	286
	30_39	29	9	8	3	6	9	14	37	76	191
	40_49	15	4	2	4	1	0	29	38	56	149
	50_59	7	1	0	0	0	0	21	29	31	89
	60_69	7	1	0	0	0	0	11	13	16	48
	70_79	5	0	0	0	0	0	9	4	9	27
	> 80	2	0	0	0	0	0	4	7	10	23
	Total :	160	108	152	100	122	113	133	232	321	1441

A et D : population mâle
B et E : population femelle
C et F : population totale

Pourcentages									
D									
Classes (j)	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
0 9	13,7	46,7	74,3	37,8	47,8	50	0	0,9	1,7
10 19	36,2	38,3	24,3	22,2	39,1	28,6	5,5	15,5	3,4
20 29	27,5	1,4	1,4	35,5	10,9	12,5	27,6	22,3	23,5
30 39	15	6,7	0	4,5	2,2	8,9	5,5	14,6	18,5
40 49	5	5	0	0	0	0	22,2	21,3	25,2
50 59	2,5	3,3	0	0	0	0	22,1	12,6	10,9
60 69	0	0	0	0	0	0	5,5	4,8	9,2
70 79	0	0	0	0	0	0	5,5	1,9	1,7
> 80	0	0	0	0	0	0	5,5	5,8	5,9

E	Classes (j)	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
	0_9	9,3	39,6	53,8	45,5	37,1	42,1	0	3,9	9,4
	10_19	13,3	25	21,3	29,1	30	24,6	10,3	27,9	10,9
	20_29	21,3	14,6	15	16,4	24,3	26,3	23,7	17,8	23,8
	30_39	22,7	12,5	7,5	1,8	7,1	7	12,4	17,1	26,7
	40_49	14,7	4,2	2,5	7,3	1,4	0	21,6	12,4	12,9
	50_59	6,7	2,1	0	0	0	0	13,4	12,4	8,9
	60_69	9,3	2,1	0	0	0	0	9,3	6,2	2,5
	70_79	6,7	0	0	0	0	0	7,2	1,6	3,5
	> 80	2,7	0	0	0	0	0	2,1	0,8	1,5

F	Classes (j)	Nov	Déc	Jan	Fév	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
	0_9	11,3	43,5	63,3	42	41,4	46	0	2,6	6,5
	10_19	24,4	32,4	22,7	26	33,6	26,5	9	22,4	8,1
	20_29	23,8	10,2	8,7	25	19	19,5	24,8	19,8	23,7
	30_39	18,1	8,3	4	3	5,2	8	10,5	15,9	23,7
	40_49	9,4	3,7	3	4	0,9	0	21,8	16,4	17,4
	50_59	4,4	0,9	0	0	0	0	15,8	12,5	9,7
	60_69	4,4	0,9	0	0	0	0	8,3	5,6	5
	70_79	3,1	0	0	0	0	0	6,8	1,7	2,8
	> 80	1,3	0	0	0	0	0	3	3	3,1

Tableau III. 8. : Captures horaires de *G. f. fuscipes* (A = effectifs ; B = pourcent
Rivière Mbonou (27 au 30 Avril 1992)
Pièges utilisés : 2 pièges bipyramidaux

A

Horaire	N mâles	N femelles	Total
6h-7h	0	0	0
7h-8h	1	0	1
8h-9h	4	5	9
9h-10h	6	3	9
10h-11h	6	3	9
11h-12h	3	6	9
12h-13h	3	7	10
13h-14h	4	6	10
14h-15h	4	11	15
15h-16h	0	5	5
16h-17h	3	2	5
17h-18h	2	0	2
Total :	36	48	84

B

Horaire	% mâles	% femelles	% Total
6h-7h	0	0	0
7h-8h	2,8	0	1,2
8h-9h	11,1	10,4	10,7
9h-10h	16,7	6,3	10,7
10h-11h	16,7	6,3	10,7
11h-12h	8,3	12,5	10,7
12h-13h	8,3	14,6	11,9
13h-14h	11,1	12,5	11,9
14h-15h	11,1	22,9	17,9
15h-16h	0	10,4	5,9
16h-17h	8,4	4,1	5,9
17h-18h	5,5	0	2,5
Total :	100	100	100

Tableau III.9. : Préférences trophiques de *G. f. fuscipes* (rivière Mbonou)

A - Données brutes

B - Données regroupées par groupes d'hôtes

Hôtes	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Total	%
Homme	3	5	2	1	1	2	1	0	4	0	0	2	21	12
Canidae	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4	2,3
Felidae	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1,1
Suidae indét.	8	10	3	0	1	0	1	1	8	1	0	1	34	19,4
Phacochère	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	1,7
Bovin	2	2	3	6	0	0	0	0	2	3	0	0	18	10,4
Ruminant sauv.	2	2	2	1	0	0	0	0	0	2	0	1	10	5,7
Rongeur	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1,1
Oiseau indét.	2	0	3	2	4	1	0	3	0	0	0	0	15	8,6
Poule	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2,3
Varan	7	10	7	6	2	4	3	4	8	0	0	5	56	32
Crocodile	0	3	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	6	3,4
Nbre total	25	35	22	18	8	8	6	10	24	8	0	11	175	100

Préférences trophiques de *G. f. fuscipes* - Tableau simplifié utilisé pour la figure .

Hôtes	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Total	%
Homme	12	14,3	9,1	5,6	12,5	25	16,7	0	16,7	0	0	18,2	21	12
Faune sauvage	40	37,1	31,8	5,6	12,5	12,5	33,3	20	41,7	50	0	36,4	55	31,43
Bovins	8	5,8	13,7	33,3	0	0	0	0	8,3	37,5	0	0	18	10,29
Oiseaux	12	5,7	13,6	16,7	50	12,5	0	30	0	0	0	0	19	10,86
Reptiles	28	37,1	31,8	38,8	25	50	50	50	33,3	12,5	0	45,4	62	35,42
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	175	100

Tableau IV. 1. = Evolution des taux d'infection (%) chez G. f. fuscipes

T_x = taux d'infection immatures

Tc = taux d'infection matures à *T. congolense*

Tv = taux d'infection matures à *T. vivax*

Tb = taux d'infection matures à *T. brucei*

Mois	Eleveur Bouba Djaodi (ANDE)								Eleveur: Ardo Hodi							
	Rivière : Mbonou-pont				Rivière : Bandapa				Rivière : Mbonou-ka				Rivière : Goubou			
	Tx	Tc	Tv	Tb	Tx	Tc	Tv	Tb	Tx	Tc	Tv	Tb	Tx	Tc	Tv	Tb
Fév-91	6,98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nf	nf	nf	nf
Mar-91	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
Avr-91	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
Mai-91	8,18	0	0	0	3,45	0	0	0	6,83	0	0	0	0	0	0	0
Jui-91	10,67	0,97	0,97	0,97	16,67	0	0	0	nf	nf	nf	nf	0	0	0	0
Jui-91	12,21	0	0	0	0	0	0	0	nf	nf	nf	nf	0	0	0	0
Aoû-91	14,29	1,1	0	0	0	0	0	0	nf	nf	nf	nf	0	0	0	0
Sep-91	12,5	0	1,2	0	9,09	0	0	0	nf	nf	nf	nf	0	0	0	0
Oct-91	11,83	1,07	0	1,08	6,25	0	0	0	12,28	1,75	0	0	0	0	0	0
Nov-91	17,95	0	1,28	0	7,14	0	0	0	19,51	0	0	0	0	0	0	0
Déc-91	18,52	0	0	0	11,54	0	0	0	12,24	0	0	0	0	0	0	0
Jan-92	19,75	0	0	0	10	0	0	0	25,4	0	0	0	0	0	0	0
Fév-92	14,29	0	0	0	0	0	0	0	20,34	0	0	0	0	0	0	0
Mar-92	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf	nf
Avr-92	13,25	1,2	0	0	0	0	0	0	15,8	0	0	0	0	0	0	0
Mai-92	11,11	0	0	0	0	0	0	0	10,34	0	0	0	nf	nf	nf	nf
Jui-92	12,22	0,37	0,37	0	0	0	0	0	6,67	0	0	0	nf	nf	nf	nf
Jui-92	12,72	0	0,58	0	0	0	0	0	9,43	0	0	0	nf	nf	nf	nf
Aoû-92	8,61	0,37	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	nf	nf	nf	nf

Tableau IV. 2. : Evolution des taux d'infection chez *G. f. fuscipes* et *G. fusca congolensis* au niveau des abreuvoirs Iby et Yakerekpa (Elevage d'Ardo Sae bi Ewi)

Tb = taux d'infection matures à *T. brucei*

Tv = taux d'infection matures à *T. vivax*

Tc = taux d'infection matures à *T. congolense*

Tx = taux d'infection immatures

[illegible]

Tableau IV. 3. : Taux d'infection trypanosomienne chez G. f. fuscipes
par sexe et par abreuvoirs sur le site d'élevage ANDE

Légende : Mbp : abreuvoir Mbonou-pont
Ban : abreuvoir Bandapa
Mbk : abreuvoir Mbonou-ka

n : effectifs
% pourcentages correspondants
M et F : males et femelles

	T. immatures		T. congolense		T. vivax		T. brucei		
	%	n	%	n	%	n	%	n	N
Fév. 91									
Mbp. M	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Mbp. F	13,04	3	0	0	0	0	0	0	23
Tot.	6,98	3	0	0	0	0	0	0	43
Mai. 91									
Mbp M	10,64	5	0	0	0	0	0	0	47
Mbp F	6,35	4	0	0	0	0	0	0	63
SsTot	8,18	9	0	0	0	0	0	0	110
Ban M	11,11	1	0	0	0	0	0	0	9
Ban F	0	0	0	0	0	0	0	0	20
SsTot	3,45	1	0	0	0	0	0	0	29
Mbk M	9,09	1	0	0	0	0	0	0	11
Mbk F	0	0	0	0	0	0	0	0	11
SsTot	4,55	1	0	0	0	0	0	0	22
Tot.	6,83	11	0	0	0	0	0	0	161
Jui. 91									
Mbp M	5,88	2	0	0	2,94	1	0	0	34
Mbp F	13,04	9	1,45	1	0	0	1,45	1	69
SsTot	10,67	11	0,97	1	0,97	1	0,97	1	103
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Ban F	30,77	4	0	0	0	0	0	0	13
SSTot	16,67	4	0	0	0	0	0	0	24
Tot.	11,81	15	0,79	1	0,79	1	0,79	1	127
Jul. 91									
Mbp M	7,84	4	0	0	0	0	0	0	51
Mbp F	15	12	0	0	0	0	0	0	80
SsTot	12,21	16	0	0	0	0	0	0	131
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Ban F	0	0	0	0	0	0	0	0	6
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Tot.	10,88	16	0	0	0	0	0	0	147
Aou.91									
Mbp M	9,76	4	0	0	0	0	0	0	41
Mbp F	18	9	2	1	0	0	0	0	50
SsTot	14,29	13	1,1	1	0	0	0	0	91
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ban F	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Tot.	13,68	13	1,05	1	0	0	0	0	95
Sep. 91									
Mbp M	2,78	1	0	0	0	0	0	0	36
Mbp F	19,15	9	0	0	2,13	1	0	0	47
SsTot	12,05	10	0	0	1,2	1	0	0	83
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Ban F	25	1	0	0	0	0	0	0	4
SsTot	9,09	1	0	0	0	0	0	0	11

Tot.	11,7	11	0	0	1,06	1	0	0	94
Oct. 91									
Mbp M	9,23	6	0	0	0	0	0	0	65
Mbp F	17,86	5	3,57	1	0	0	3,57	1	28
Sstot	11,83	11	1,08	1	0	0	1,08	1	93
Ban M	9,09	1	0	0	0	0	0	0	11
Ban F	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Sstot	6,25	1	0	0	0	0	0	0	16
Mbk M	5,26	1	0	0	0	0	0	0	19
Mbk F	20,69	6	3,45	1	0	0	0	0	29
Sstot	14,58	7	2,08	1	0	0	0	0	48
Tot	12,1	19	1,27	2	0	0	0,64	1	157
Nov. 91									
Mbp M	14,7	5	0	0	0	0	0	0	34
Mbp F	20,45	9	0	0	2,27	1	0	0	44
Sstot	17,95	14	0	0	1,28	1	0	0	78
Ban M	7,41	2	0	0	0	0	0	0	27
Ban F	6,67	1	0	0	0	0	0	0	15
Sstot	7,14	3	0	0	0	0	0	0	42
Mbk M	6,25	1	0	0	0	0	0	0	16
Mbk F	28	7	0	0	0	0	0	0	25
Sstot	19,51	8	0	0	0	0	0	0	41
Tot	15,53	25	0	0	0,62	1	0	0	161
Déc. 91									
Mbp M	26,67	4	0	0	0	0	0	0	15
Mbp F	8,33	1	0	0	0	0	0	0	12
Sstot	18,52	5	0	0	0	0	0	0	27
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Ban F	21,43	3	0	0	0	0	0	0	14
Sstot	11,54	3	0	0	0	0	0	0	26
Mbk M	17,86	5	0	0	0	0	3,57	1	28
Mbk F	4,76	1	0	0	0	0	0	0	21
Sstot	12,24	6	0	0	0	0	2,04	1	49
Tot	13,73	14	0	0	0	0	0,98	1	102
Jan. 92									
Mbp M	8,33	3	0	0	0	0	0	0	36
Mbp F	28,89	13	0	0	0	0	0	0	45
Sstot	19,75	16	0	0	0	0	0	0	81
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Ban F	15,38	2	0	0	0	0	0	0	13
Sstot	10	2	0	0	0	0	0	0	20
Mbk M	25	7	0	0	0	0	0	0	28
Mbk F	25,71	9	0	0	0	0	0	0	35
Sstot	25,4	16	0	0	0	0	0	0	63
Tot	20,73	34	0	0	0	0	0	0	164
Fév. 92									
Mbp M	20	2	0	0	0	0	0	0	10
Mbp F	9,09	1	0	0	0	0	0	0	11
Sstot	14,29	3	0	0	0	0	0	0	21
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Ban F	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Sstot	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Mbk M	16,67	5	0	0	0	0	0	0	30
Mbk F	24,14	7	0	0	0	0	0	0	29
Sstot	20,34	12	0	0	0	0	0	0	59
Tot	15	15	0	0	0	0	0	0	100

Sstot	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Mbk M	3,85	1	0	0	0	0	0	0	26
Mbk F	14,81	4	0	0	0	0	0	0	27
Sstot	9,43	5	0	0	0	0	0	0	53
Tot	11,44	27	0	0	0,42	1	0	0	236

Aou. 92

Mbp M	5,43	5	0	0	0	0	0	0	92
Mbp F	10,29	18	0,57	1	0	0	0	0	175
Sstot	8,61	23	0,37	1	0	0	0	0	267
Ban M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ban F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sstot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mbk M	20,69	6	0	0	0	0	0	0	29
Mbk F	9,68	3	0	0	0	0	0	0	31
Sstot	15	9	0	0	0	0	0	0	60
Tot	9,79	32	0,31	1	0	0	0	0	327

Total :

	T. immatures		T. congolense		T. vivax		T. brucei		
	%	n	%	n	%	n	%	n	N
Mâles	9,62	101	0	0	0,1	1	0,1	1	1050
Femelles	14,19	203	0,49	7	0,28	4	0,14	2	1431
Total	12,25	304	0,28	7	0,2	5	0,12	3	2481

Tableau IV.4. : Taux d'infection chez *G. f. fuscipes*
par sexe et par abreuvoir sur le site d'élevage d'Ardo Sae

Iby : abreuvoir Iby

Yak : abrevoir Yakerkepa

n : effectifs

% : pourcentages correspondants

[illegible]

SsTot	0	0	0	0	0	0	0	2
Tot.	0	0	0	0	0	0	0	2

Nov. 91

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	0
Iby F	0	0	0	0	0	0	0	3
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	3
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	1
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	1
Tot.	0	0	0	0	0	0	0	4

Déc. 91

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	11
Iby F	0	0	0	0	0	0	0	6
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	17
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	0	0	0	0	0	0	17

Fév. 92

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	0
Iby F	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	0	0	0	0	0	0	0

Avr. 92

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	6
Iby F	33,3	1	0	0	0	0	0	3
SsTot	11,1	1	0	0	0	0	0	9
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot.	11,1	1	0	0	0	0	0	9

	T. immatures		T. congolense		T. vivax		T. brucei		
	%	n	%	n	%	n	%	n	N
Mâles	1,32	1	0	0	0	0	0	0	76
Femelles	3,08	2	0	0	0	0	0	0	65
Total	2,13	3	0	0	0	0	0	0	141

Tableau IV. 5. : Taux d'infection chez *G. fusca congolensis*
par sexe et par abreuvoirs (site d'élevage d'Ardo Sae)

Yak : abreuvoir Yakerekpa

% : pourcentages correspondants

[illegible]

Tot.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nov. 91

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Iby F	0	0	0	0	50	1	0	0	2
SsTot	0	0	0	0	33,3	1		0	3
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot.	0	0	0	0	33,3	1	0	0	3

Déc. 91

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iby F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fév. 92

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iby F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Avr. 92

Iby M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iby F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yak F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SsTot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot.	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Total :

	T. immatures		T. congolense		T. vivax		T. brucei		
	%	n	%	n	%	n	%	n	N
Mâles	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Femelles	9,09	1	0	0	9,09	1	0	0	11
Total	7,14	1	0	0	7,14	1	0	0	14

Tableau IV. 6. Taux d'infections par classes d'âge ovarien , chez les femelles (n= 227)

Légendes: n: effectifs par classes d'âge ovarien
 Tv: % infections à T. vivax
 Tc: % infections à T. congolense
 Tb: % infections à T. brucei
 Tx: % infections immatures

Classe	n	Tv	Tc	Tb	Tx
O	64	0	0	0	6,25
I	41	0	0	0	19,5
II	18	0	0	0	33,3
III	17	0	0	0	23,5
IV + n	24	0	0	0	12,5
V + n	28	0	0	0	14,3
VI + n	22	4,5	0	4,5	9,1
VII + n	13	0	0	0	38,5

Total : 227

Tableau IV.7. Taux d'infection (%) par classes d'âge ptéridinien

A: cas des mâles (n= 485)
 B: cas des femelles (n= 633)
 C: mâles et femelles confondus (n= 1118)
 Légende: n= effectifs
 Tv: infections à T. vivax
 Tc: infections à T. congolense
 Tb: infections à T. brucei
 Tx: infections immatures

A

Classes (j)	n	% Tv	% Tc	% Tb	% Tx
0_9	81	0	0	0	4,9
10_19	95	0	0	0	7,4
20_29	111	0	0	0	13,5
30_39	59	0	0	0	6,8
40_49	64	0	0	0	7,8
50_59	36	0	0	0	11,1
60_69	18	0	0	0	11,1
70_79	6	0	0	0	0
> 80	15	0	0	0	13,3

485

B

Classes (j)	n	% Tv	% Tc	% Tb	% Tx
0_9	82	0	0	0	9,8
10_19	115	0	0,9	0	12,2
20_29	136	0	0	0,4	14,7
30_39	111	0	0	0	15,3
40_49	79	0,7	0	0	16,5
50_59	52	1,1	0	0	21,2
60_69	29	2,1	0	0	20,7
70_79	21	0	0	3,7	28,6
> 80	8	0	0	0	12,5

633

C

Classes (j)	n	% Tv	% Tc	% Tb	% Tx
0_9	163	0	0	0	7,4
10_19	210	0	0,5	0	10
20_29	247	0	0	0,4	14,2
30_39	170	0	0	0	12,4
40_49	143	0,7	0	0	12,6
50_59	88	1,1	0	0	17
60_69	47	2,1	0	0	17
70_79	27	0	0	3,7	22,2
> 80	23	0	0	0	13

1118

Tableau IV.8 Taux d'infection des glossines par catégories d'usure alaire.

A- Cas des mâles (n= 844)

B- Cas des femelles (n= 1162)

C- Mâles et femelles confondus (n= 2006)

Légende: n: effectifs dans chaque classe

Tv: infections à T. vivax

Tc: infections à T. congolense

Tb: infections à T. brucei

Tx: infections immatures

Cat: catégories d'usure alaire

A

Cat.	n	Tv	Tc	Tb	Tx
1	212	0	0	0	4,72
2	318	0	0,31	0	8,49
3	214	0	0	0	13,08
4	68	0	0	0	22,06
5	26	0	0	0	23,08
6	6	0	0	0	16,67

844

B

Cat.	n	Tv	Tc	Tb	Tx
1	227	0	0	0	7,49
2	395	0	0,25	0	11,39
3	310	0,32	0,65	0,65	19,35
4	161	0,62	0	0	18,01
5	51	1,96	0	0	25,49
6	18	0	5,56	0	27,78

1162

C

Cat.	n	% Tv	% Tc	% Tb	% Tx
1	439	0	0	0	6,83
2	713	0	0,28	0	10,1
3	524	0,19	0,38	0,38	16,79
4	229	0,44	0	0	19,21
5	77	1,3	0	0	24,68
6	24	0	4,17	0	25

2006

Tableau IV.9. : Prévalences trypanosomiennes (%) chez les différents troupeaux étudiés au cours de chaque visite

A - Troupeau d'Ardo Hodi

B - Troupeau d'Ardo Sac

C - Troupeau ANDE

D - Troupeau d'Ardo Bouba

E - Troupeau de Ndemayo (taurins Baoulés)

n = effectifs

Parasitologie : méthodes parasitologiques

ELISA : méthode immunodiagnostique

P + S : méthodes associées

Prévalences globales

Tb = T. brucei

Tv = T. vivax

Tc = T. congolense

Tot. = total

is = prévalences d'infections simples

isB = prév. inf. simples à T. brucei

isV = prév. inf. simples à T. vivax

isC = prév. inf. simples à T. congolense

im = prévalences d'infections mixtes

BV = prév. inf. mixtes à T. brucei / T. vivax

VC = prév. inf. mixtes à T. vivax / T. congolense

BC = prév. inf. mixtes à T. brucei / T. congolense

BVC = prévalences d'infections multiples

A	Parasitologie				ELISA														P+S
	Visite	n=	Tb	Tv	Tc	Tot	Tb	Tv	Tc	is	isB	isV	isC	im	BV	VC	BC	BVC	Tot
	Jui-90	32	0	34,38	9,38	43,75	59,38	62,5	65,63	21,88	3,13	9,38	9,38	31,25	9,38	9,38	12,5	34,38	87,5
	Oct-90	21	0	4,76	19,05	23,81	20	20	30	10	0	0	10	15	5	5	5	10	45
	Fév-91	20	0	0	10	10	30	30	60	35	0	10	25	20	0	5	15	15	70
	Jui-91	31	6,45	3,23	3,23	12,9	35,48	16,13	38,71	12,9	3,23	3,23	6,46	29,03	3,23	3,23	22,58	6,46	48,39
B	Parasitologie				ELISA														P+S
	Visite	n=	Tb	Tv	Tc	Tot	Tb	Tv	Tc	is	isB	isV	isC	im	BV	VC	BC	BVC	Tot
	Jui-90	83	0	3,61	1,2	4,82	7,23	26,51	30,12	9,64	1,2	3,61	4,82	21,69	0	19,28	2,41	3,61	34,94
	Oct-90	62	0	3,23	0	3,23	9,68	48,39	62,9	24,19	0	4,84	19,35	33,87	0	33,87	0	9,68	67,74
	Fév-91	60	0	8,33	3,33	11,67	31,67	51,67	51,67	11,67	0	10	1,67	26,67	0	18,33	8,33	23,33	61,67
	Jui-91	48	0	4,17	0	4,17	27,66	25,53	59,57	27,66	2,13	6,38	19,15	36,17	0	14,89	21,28	4,26	68,09
	Oct-91	23	0	8,7	0	8,7	39,13	30,43	69,57	21,74	4,35	0	17,39	39,13	0	17,39	21,74	13,04	73,91
	Fév-92	30	0	3,33	0	3,33	26,67	20	70	40	0	3,33	36,67	23,33	0	6,67	16,67	10	73,33
C	Parasitologie				ELISA														P+S
	Visite	n=	Tb	Tv	Tc	Tot	Tb	Tv	Tc	is	isB	isV	isC	im	BV	VC	BC	BVC	Tot
	Oct-90	50	0	42	4	44	41,67	27,08	66,67	35,42	2,08	6,25	27,08	25	0	4,17	20,83	18,75	79,17
	Fév-91	44	0	25	0	27,27	43,18	52,27	61,36	22,73	2,27	11,36	9,09	22,73	0	11,36	11,36	29,55	75
	Jui-91	51	0	5,88	4,55	9,8	36	26	54	22	2	6	14	30	2	8	20	10	64
	Oct-91	52	0	9,62	0	9,62	13,73	15,69	41,18	23,53	0	3,92	19,61	21,57	0	9,8	11,76	1,96	47,06
	Fév-92	61	1,92	0	1,64	1,64	22,95	8,2	44,26	31,15	4,92	1,64	24,59	14,75	0	1,64	13,11	4,92	50,82
	Jui-92	58	0	0	0	0	32,76	10,34	58,62	41,38	5,17	5,17	31,03	22,41	0	0	22,41	5,17	68,97
	Aug-92	62	1,61	14,52	1,61	16,13	48,39	19,35	83,87	38,71	0	3,23	35,48	32,26	0	0	32,26	16,13	87,1
D	Parasitologie				ELISA														P+S
	Visite	n=	Tb	Tv	Tc	Tot	Tb	Tv	Tc	is	isB	isV	isC	im	BV	VC	BC	BVC	Tot
	Oct-91	30	0	6,67	6,67	10	30	10	50	33,33	6,67	0	26,67	23,33	3,33	3,33	16,67	3,33	60
	Fév-92	25	0	8	0	8	12	12	36	24	0	4	20	12	0	4	8	4	40
E	Parasitologie				ELISA														P+S
	Visite	n=	Tb	Tv	Tc	Tot	Tb	Tv	Tc	is	isB	isV	isC	im	BV	VC	BC	BVC	Tot
	Oct-91	38	0	2,63	0	2,63	2,63	5,26	5,26	2,63	0	2,63	0	5,26	0	2,63	2,63	0	7,89
	Fév-92	40	0	0	0	0	12,5	0	15	17,5	7,5	0	10	5	0	0	5	0	22,5

A <u>G. fuscipes fuscipes</u>									
Date	Mbp	Ban	B <u>G. fuscipes fuscipes</u>		<u>G. fusca congolensis</u>		C <u>G. f. fuscipes</u>		
Fév-91	0	nf	Date	Iby	Yak	Iby	Yak	Date	Goubou
Mar-91	nf	nf	Mai-91	0	0	0	0	Mai-91	0
Avr-91	nf	nf	Jui-91	0	0	0	0	Jui-91	0
Mai-91	0	0	Jui-91	0	0	0	0	Jui-91	0
Jui-91	0,5142	0	Aoû-91	0	0	0	0	Aoû-91	0
Jui-91	0	0	Sep-91	0	0	0	0	Sep-91	0
Aoû-91	0,1251	0	Oct-91	0	0	0	0	Oct-91	0
Sep-91	0,1656	0	Nov-91	0	0	0,1665	0	Nov-91	0
Oct-91	0,2052	0	Déc-91	0	0	0	0	Déc-91	0
Nov-91	0,1011	0	Jan-92	0	0	0	0	Jan-92	0
Déc-91	0	0	Fév-92	0	0	0	0	Fév-92	0
Jan-92	0	0	Mar-92	nf	nf	nf	nf	Mar-92	nf
Fév-92	0	0	Avr-92	0	0	0	0	Avr-92	0
Mar-92	nf	nf	m =	0	0	0,01514	0	m =	0
Avr-92	0,08	0							
Mai-92	0	0							
Jui-92	0,0593	0							
Jui-92	0,0476	0							
Aoû-92	0,2266	0							
m =	0,09529	0							

(nf = pas de données)
(m = moyenne)

Tableau V.1. : Pression trypanosomienne dans les différents élevages
Produit des DAP (tableau III.2.) et des taux d'infection matures (tableaux IV.1. et IV.2.)

- A - Pression trypanosomienne exercée par *G. fuscipes fuscipes* aux abreuvoirs Mbonou (Mbp)et Bandapa (Ban) (élevage ANDE)
B - Pression trypanosomienne exercée par *G. fuscipes fuscipes* et *G. fusca congolensis* aux abreuvoirs Iby (Iby) et Yakerekpa (Yak) (élevage d'Ardo Sae)
C - Pression trypanosomienne exercée par *G. fuscipes fuscipes* à l'abreuvoir Goubou (élevage d'Ardo Hodi)

Tableau V.2. : Données utilisées pour le calcul de l'indice de contact K (cf. chapitre V)
entre les vecteurs potentiels et les zébus (veaux et adultes)

			<i>G. f. fuscipes</i>		<i>St. nigra</i>			
n			DAP Ab	DAP AR	DAP Ab	DAP AR	t Ab	t AR
Février	Veaux	11	2,5	0	0	0,4	0	1
	Adultes	50	3	0	0	0,4	0,014	0,25
Mai	Veaux	13	5,4	0	0	0,82	0,007	0,417
	Adultes	45	0,78	0	0,36	0,82	0,007	0,333
Août	Veaux	14	61,25	0,14	0,11	6,86	0,007	0,5
	Adultes	48	0,77	0,14	0	6,86	0,007	0,417

Légende:

DAP Ab : densités apparentes à l'abreuvoir

DAP exprimé en individus / jour / piège

DAP AR : densités apparentes à l'aire de repos

tAb : temps passé par le bétail à l'abreuvoir

t exprimé en jour (entre 6h00 et 18h00)

tAR : temps passé par le bétail à l'aire de repos

n : effectif

Tableau V. 3 : Infections trypanosomiennes chez les zébus selon la classe selon la saison

(v = veaux ; Vm = vaches laitières; T = taureaux et V = reste du troupeau)

(Tx = trois espèces confondues; TB = T. brucei; TV = T. vivax et TC = T. congolense; n = effectif)

(Prév. = prévalences totales; Prop. relative = proportion relative des trois espèces de trypanosomes)

A - Pourcentages par classes de zébus

		Prév.	Prop. relative			
		Tx	TB	TV	TC	n=
Fév-92	v	18,2	100	0	0	11
	Vm	45,5	12,5	25	62,5	11
	V	64,5	27,6	10,3	62	31
	T	62,5	37,5	0	62,5	8

Prévalence du troupeau : 52,5 %

Jui-92	v	61,5	22,2	0	77,8	14
	Vm	78,6	20	26,7	53,3	14
	V	47,8	36,7	6,6	56,7	23
	T	42,9	40	0	60	7

Prévalence du troupeau : 69 %

Aoû-92	v	78,6	27,8	16,7	55,5	14
	Vm	85,7	31,8	13,7	54,5	14
	V	92,6	32,5	7,5	60	27
	T	85,7	35,7	21,4	42,9	7

Prévalence du troupeau : 87,1 %

B -Effectifs par classes de zébus

		Prév.	Prop. relative			
		Tx	TB	TV	TC	n=
Fév-92	v	2	2	0	0	11
	Vm	5	1	2	5	11
	V	20	8	3	18	31
	T	5	3	0	5	8
Total :		32	14	5	28	61

Jui-92	v	8	2	0	7	14
	Vm	11	3	4	8	14
	V	18	11	2	17	23
	T	3	2	0	3	7
Total:		40	18	6	35	58

Aoû-92	v	11	5	3	10	14
	Vm	12	7	3	12	14
	V	25	13	3	24	27
	T	6	5	3	6	7
Total:		54	30	12	52	62

ANNEXE C

ANALYSE STATISTIQUE

ANALYSE STATISTIQUE

Logiciel utilisé : CSTAT (FOUCHER, 1992).

Remarque : dans le cas de tableaux croisés restreints à 2 colonnes et 2 lignes, le calcul du χ^2 incorpore le coefficient de Yates.

Abbréviations utilisées : n = effectif, nc = non calculé, d.d.l. = degré de libertés, r = coefficient de corrélation, p = probabilité, m = moyenne, s² = variance et s = écart-type.

Chap. III. Les populations vectrices.

Question : Les préférences trophiques de *G. f. fuscipes* sont-elles les mêmes chez les mâles et les femelles?

La proportion de repas sanguins pris sur cinq groupes d'hôtes vertébrés est comparée chez les mâles (n = 67) et les femelles (n = 124) d'une même population naturelle de *G. f. fuscipes* (rivières Mbonou et Bandapa, élevage ANDE). Le test utilisé est celui du χ^2 .

Données utilisées :

Hôtes	Proportion de repas (%)	
	Mâles (n = 67)	Femelles (n = 124)
Homme	14,93	10,48
Faune sauvage	34,32	29,84
Bovins	11,94	8,87
Oiseaux	14,93	8,87
Reptiles	23,88	41,94

Résultats : $\chi^2 = 15,542$ (4 d.d.l.; P = 0,037)

Réponse : Une différence significative (p < 5%) existe entre les mâles et les femelles quant à leur exigences alimentaires. Curieusement, ce phénomène n'est pas mis en évidence lors d'une étude plus large concernant 19 élevages de la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun (GOUTEUX et al., à paraître).

Question : La structure d'âge d'une population naturelle de *G. f. fuscipes* est-elle la même chez les mâles et les femelles?

On compare la composition par classes d'âge chez les mâles et les femelles d'une population naturelle *G. f. fuscipes*. Les captures ont eu lieu sur la rivière Mbonou, au moyen de pièges bipyramidaux. Deux méthodes d'estimation de l'âge sont employées :

1°/ Méthode de dosage de la piéridine céphalique

Données utilisées :

Age (jours)	% de la population	
	Mâles n=485	Femelles n=633
0-9	16,7	13,0
10-19	19,6	18,2
20-29	22,9	21,5
30-39	12,2	17,5
40-49	13,2	12,5
> 50	15,4	17,3

$$\chi^2 = 3,105 \text{ (5 d.d.l.; P = 0,6838)}$$

2°/ Méthode du degré d'usure alaire

Données utilisées :

Catégorie	% de la population	
	Mâles n=844	Femelles n=1162
1	25,1	19,5
2	37,7	34,0
3	25,4	26,7
> 4	11,8	19,8

$$\chi^2 = 5,306 \text{ (3 d.d.l.; P = 0,1507)}$$

Réponse : Quelle que soit la méthode utilisée, il n'y a pas de différence significative dans la composition par classes d'âge chez les mâles et les femelles d'une population naturelle de *G. f. fuscipes*.

Question : La proportion d'individus ténereux au sein d'une population de *G. f. fuscipes* est-elle la même chez les mâles et les femelles?

La proportion d'individus ténereux est comparée chez les mâles et les femelles de la population naturelle de *G. f. fuscipes*. Fréquentant les rivières Mbonou et Bandapa. Le test statistique utilisé est le test t.

Données utilisées : tableau n° III.4.

Résultats : $t = 1,196$ ($P = 0,2503$)

Réponse : La différence observée entre les deux groupes n'est pas significative. On peut conclure à l'absence de différence dans la proportion d'individus ténereux entre les mâles et les femelles.

Chap. IV. Le compartiment "parasites".

Question : Les mâles et les femelles d'une population naturelle de *G. f. fuscipes* ont-ils les mêmes taux d'infection ?

Nous comparons les taux d'infection immatures et matures chez les mâles et les femelles d'une population de *G. f. fuscipes* (rivière Mbonou). En raison du nombre peu élevé d'infections matures chez *G. f. fuscipes* nous calculons un écart-standard des différences des proportions (s_{dp}) que nous comparons à la différence des proportions (d_p).

Données utilisées : (tableau IV.3.)

Les taux d'infection immature sont de 9,62 % chez les mâles ($n = 1050$) et 14,19% chez les femelles ($n = 1431$). Les taux d'infection mature (trois espèces de trypanosomes confondues) sont de 0,20 % chez les mâles ($n = 1050$) et 0,91% chez les femelles ($n = 1431$).

En raison des faibles valeurs des taux d'infection, nous ne pouvons pas utiliser le test du χ^2 . Nous calculons l'écart-standard des différences des proportions (s_{dp}) et le comparons à la valeur de la différence des proportions (d_p)

Réponse :

a) infections trypanosomiennes immatures : parmi un lot de 1050 mâles, 101 sont porteurs d'une infection; la proportion (p_1) = 0,096. Parmi un lot de 1431 femelles, 203 sont porteuses d'une infection ($p_2 = 0,141$). L'écart-standard des différences des proportions vaut : $s_{dp} = 0,013$. La différence des proportions ($p_2 - p_1$) égale : $d_p = 0,045$. Puisque $d_p < 1,96 s_{dp}$, alors la différence entre les deux proportions n'est pas significative au coefficient de sécurité de 95 %. Nous concluons que les femelles ne sont pas significativement plus infectées que les mâles, en ce qui concerne les infections immatures.

b) infections trypanosomiennes matures : parmi un lot de 1050 mâles, 2 sont porteurs d'une infection; la proportion (p_1) = 0,0019. Parmi un lot de 1431 femelles, 13 sont porteurs d'une infection ($p_2 = 0,009$). L'écart-standard des différences des proportions vaut : $s_{dp} = 0,00313$. La différence des proportions ($p_2 - p_1$) égal : $d_p = 0,0072$. Puisque $d_p > 1,96 s_{dp}$, alors la différence entre les deux proportions est significative au coefficient de sécurité de 95 %. Nous concluons que les femelles sont significativement plus infectées que les mâles.

Question : Les paramètres lieux, saison, sexe, âge et race de bovins ont-ils une influence sur les infections trypanosomiennes ?

Chez les zébus non protégés par pièges et chez les taurins, nous étudions le critère présence / absence des infections à *T.b. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense*, des infections liées aux couples *T. b.b. / T. v.* ; *T. b. b. / T. c.* , *T. v. / T. c.* , à l'association *T. b. b. / T. v. / T. c.* et aux infections globales (nombre d'individus infecté par au moins une espèce de trypanosome). En raison des faibles prévalences trypanosomiennes révélées par les techniques microscopiques, nous considérons les résultats obtenus avec la technique immunodiagnostique ELISA seulement. Toutefois, les infections globales tiennent compte des résultats obtenus avec l'ensemble des méthodes de détection des trypanosomes. Les fréquences observées et théoriques, obtenues par tableaux croisés, sont comparées au moyen du test du χ^2 . La significativité des résultats est traduite de la manière suivante :

***	$P < 0,001$
**	$0,001 < P < 0,010$
*	$0,010 < P < 0,050$

Données utilisées (annexe B) : tableaux II.1. à II.11 pour les zébus ($n = 480$) et tableaux II.20. à II.21 pour les taurins trypanotolérants ($n = 78$).

1) Le facteur "saison" influe-t'il sur les infections trypanosomiennes?

Chez les zébus :

Les 7 visites effectuées entre juin 1990 et août 1992 sont groupées en trois lots : saison sèche (visites de février 1991 et février 1992), saison des pluies (visites de juin 1991, 1992 et août 1992) et intersaison (visites d'octobre 1991 et octobre 1992).

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	9,31	2	0,01	*
<i>T. v.</i>	1,05	2	0,597	
<i>T. c.</i>	5,28	2	0,070	
<i>T.b. b./ T. v.</i>	1,45	2	0,485	
<i>T.b. b./ T. c.</i>	6,54	2	0,037	*
<i>T. v. / T. c.</i>	1,11	2	0,580	
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	1,50	2	0,476	
Infections globales	3,69	2	0,156	

Chez les Baoulés :

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	0,59	1	0,447	
<i>T. v.</i>	1,01	1	0,316	
<i>T. c.</i>	1,39	1	0,237	
<i>T.b. b./ T. v.</i>	nc	nc	nc	nc
<i>T.b. b./ T. c.</i>	0	1	0,945	
<i>T. v. / T. c.</i>	0	1	0,968	
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	nc	nc	nc	nc
Infections globales	0,66	1	0,422	

Réponse : Chez les zébus étudiés, le facteur "saison" influe peu sur les infections trypanosomiennes, à l'exception des infections à *T. brucei* et au couple *T. brucei / T. vivax*. (coefficients de sécurité 99% et 95% respectivement). Chez les taurins, le facteur saison n'influe pas sur les infections trypanosomiennes.

2) Le facteur "lieu" influe-t'il sur les infections trypanosomiennes?

Chez les zébus :

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	1,57	2	0,460	
<i>T. v.</i>	6,70	2	0,034	*
<i>T. c.</i>	4,54	2	0,101	
<i>T.b. b./ T. v.</i>	7,93	2	0,019	*
<i>T.b. b./ T. c.</i>	0,05	2	0,976	
<i>T. v. / T. c.</i>	2,79	2	0,247	
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	2,39	2	0,302	
Infections globales	1,19	2	0,557	

Réponse : Le facteur "lieu" ne semble pas influencer sur les infections trypanosomiennes, à l'exception des infections à *T. vivax* et liées au couple *T. vivax / T. brucei* (coefficients de sécurité de 95 %).

3) L'âge des bovins influe-t'il sur les infections trypanosomiennes?

Chez les zébus :

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	8,49	2	0,014	**
<i>T. v.</i>	16,04	2	0,000	***
<i>T. c.</i>	13,01	2	0,002	**
<i>T.b. b./ T. v.</i>	10,28	2	0,006	**
<i>T.b. b./ T. c.</i>	10,98	2	0,004	**
<i>T. v. / T. c.</i>	13,38	2	0,001	***
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	34,42	2	0,007	**
Infections globales	16,74	2	0,000	***

Chez les Baoulés :

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	7,81	2	0,020	*
<i>T. v.</i>	0,36	2	0,837	
<i>T. c.</i>	0,95	2	0,627	
<i>T.b. b./ T. v.</i>	nc	nc	nc	nc
<i>T.b. b./ T. c.</i>	5,68	2	0,057	
<i>T. v. / T. c.</i>	0,89	2	0,646	
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	nc	nc	nc	nc
Infections globales	nc	nc	nc	nc

Réponse : Chez les zébus, le facteur âge influe fortement sur toutes les infections trypanosomiennes. Chez les zébus, la conduite pastorale différente des adultes et des veaux est une explication plausible à la différence des infections par rapport à l'âge. Chez les Baoulés, à l'exception de *T. brucei* (coefficient de sécurité de 95 %), l'âge n'influe pas sur les infections trypanosomiennes. Cette constatation s'explique probablement par l'absence d'une conduite pastorale hiérarchisée par classes d'âge chez ces bovins.

4) Le facteur sexe influe-t'il sur les infections trypanosomiennes?

Chez les zébus :

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	0,31	1	0,588	
<i>T. v.</i>	0,66	1	0,422	
<i>T. c.</i>	0,01	1	0,901	
<i>T.b. b./ T. v.</i>	0,00	1	0,952	
<i>T.b. b./ T. c.</i>	0,25	1	0,626	
<i>T. v. / T. c.</i>	0,00	1	0,972	
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	0,02	1	0,888	
Infections globales	0,01	1	0,915	

Chez les baoulés :

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	0,04	1	0,832	
<i>T. v.</i>	0,00	1	0,978	
<i>T. c.</i>	0,13	1	0,717	
<i>T.b. b./ T. v.</i>	nc	nc	nc	nc
<i>T.b. b./ T. c.</i>	0,32	1	0,577	
<i>T. v. / T. c.</i>	0,16	1	0,694	
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	nc	nc	nc	nc
Infections globales	nc	nc	nc	nc

Réponse : Chez les zébus comme les taurins, les infections trypanosomiennes ne sont pas significativement différentes chez les mâles et les femelles. Le comportement identique de pâturage, en soumettant les individus à un même risque trypanosomien, explique probablement cette observation.

5) Les infections trypanosomiennes sont-elles les mêmes selon la race bovine ?

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T.b. b.</i>	15,17	1	0,000	***
<i>T. v.</i>	22,48	1	0,000	***
<i>T. c.</i>	55,73	1	0,000	***
<i>T.b. b./ T. v.</i>	4,30	1	0,036	*
<i>T.b. b./ T. c.</i>	16,92	1	0,000	***
<i>T. v. / T. c.</i>	9,62	1	0,002	***
<i>T.b. b./ T. v./ T. c.</i>	2,91	1	0,084	
Infections globales	nc	nc	nc	nc

Réponse : Quelle que soit l'espèce de trypanosome, les infections sont significativement différentes chez les zébus et chez les taurins. Les zébus sont toujours plus fortement parasités que les taurins Baoulés.

Chap. V. Epidémiologie.

Question: Existe-t'il une relation entre la pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* et les infections trypanosomiennes chez le bétail?

On étudie les liens existant entre divers paramètres liés à la pression trypanosomienne et les prévalences trypanosomiennes chez le bétail, dans le contexte épidémiologique du site ANDE. La méthode utilisée est celle des corrélations partielles.

Données utilisées: Tableau ci-joint n° Z.

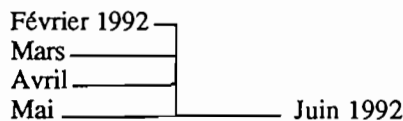
Légende: **Préf. Tr.** = préférences trophiques, **DAP Mb** = DAP de *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Mbonou-pont, **TiI Mb** = taux d'infection immatures chez *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Mbonou-pont, **TiM Mb** = taux d'infection matures chez *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Mbonou-pont, **P.T.Mb** = pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Mbonou-pont, **DAP Ba** = DAP de *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Bandapa, **TiI Ba** = taux d'infection immatures chez *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Bandapa, **TiM Ba** = taux d'infection matures chez *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Bandapa, **P.T.Ba** = pression trypanosomienne exercée par *G. f. fuscipes* à l'abreuvoir Bandapa, **pTB**, **pTV** et **pTC** = prévalences des infections à *T. b. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* respectivement chez les bovins, obtenues par les méthodes parasitologiques de détection des trypanosomes, **sTB**, **sTV** et **sTC** = prévalences des infections à *T. b. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* chez les bovins, obtenues par la méthode immunodiagnostique (ELISA) de détection des trypanosomes, **pT** = prévalences globales, toutes espèces confondues, obtenues par les méthodes parasitologiques de détection des trypanosomes, **sT** = prévalences globales, toutes espèces confondues, obtenues par la méthode immunodiagnostique, **psT** = prévalences globales, toutes espèces confondues, obtenues en associant toutes les méthodes de détection, **sVeaux** et **sAdultes** = prévalences globales obtenues par la technique immunodiagnostique ELISA chez les veaux (âgés de moins d'un an) et les adultes respectivement, **I.B.** = Index Bérénil, correspondant à la proportion d'animaux traités au Bérénil entre chaque visite.

Pour cette analyse, les données mensuelles relatives aux densités (DAP) et aux préférences trophiques sont regroupées et la moyenne obtenue est comparée avec les valeurs des prévalences chez le bétail pour la visite suivante. En raison du temps nécessaire à l'établissement des infections chez le bétail, les données entomologiques obtenues le mois précédant la visite sont groupées avec les données ultérieures et comparées aux prévalences de la visite suivante (cf. CLAXTON et al., 1992).

Tableau Z : Valeurs utilisées pour l'analyse des corrélations
Signification des abréviations dans le texte (annexe C - chapitre V)

		Mois				
		Juin. 1991	Octobre. 1991	Février. 1992	Juin. 1992	Août. 1992
V a r i a b l e	Préf. Tr.	0	0	0,02	0,13	0,1
	DAP Mb	12,25	15,54	6,62	4,86	8
	TiI Mb	0,11	0,12	0,17	0,13	0,13
	TiM Mb	0	0,01	0,01	0	0,01
	P.T. Mb	0	0,2	0,06	0,02	0,05
	DAP Ba	4,14	2,26	3,14	1,47	2,25
	TiI Ba	0,17	0,06	0,09	0	0,25
	TiM Ba	0	0	0	0	0
	P.T. Ba	0	0	0	0	0
	pTB	0	0	0,02	0	0,02
	pTV	0,06	0,1	0	0	0,15
	pTC	0,05	0	0,02	0	0,02
	sTB	0,36	0,14	0,23	0,33	0,48
	sTV	0,26	0,16	0,08	0,1	0,19
	sTC	0,54	0,41	0,44	0,59	0,84
	pT	0,1	0,1	0,02	0	0,16
	sT	0,64	0,47	0,51	0,69	0,87
	psT	0,64	0,53	0,52	0,69	0,87
	sVeaux	0,29	0,75	0,18	0,62	0,79
	sADultes	0,7	0,49	0,6	0,71	0,96
	Dsto	?	0,717	0,221	0,42	0,993
	I.B.	0,39	0,88	0,23	0,1	0,08

Exemple:



Résultats: Matrice de corrélation suivante et droites de régression présentées à la figure 50.

Réponse: L'analyse montre l'existence d'une bonne corrélation entre les traitements effectués (Index Bérénil) et les densités à la Mbonou-pont ($r = 0,911$). La corrélation avec la pression trypanosomienne est moins bonne ($r = 0,820$), et n'est pas significative ($P = 0,088$). Il est étonnant de ne constater aucune corrélation entre d'une part les densités glossiniennes et les pressions trypanosomiennes à l'abreuvoir Bandapa et d'autre part les traitements effectués et les prévalences chez le bétail; en effet, l'abreuvoir Bandapa est l'abreuvoir usuel du troupeau adulte. Ces éléments permettent de penser que le comportement vecteur de *G. f. fuscipes* aux abreuvoirs n'explique pas totalement la transmission des trypanosomes au bétail.

Remarque : cette analyse ne concerne que cinq visites trimestrielles ($n = 5$) et de ce fait, doit être relativisée dans son interprétation.

Question: Existe-t'il une relation entre les densités de stomoxes et les infections trypanosomiennes chez le bétail?

Comme précédemment, on compare les densités de stomoxes à l'aire de repos et les prévalences trypanosomiennes chez le bétail, dans le contexte épidémiologique du site ANDE. La méthode utilisée est celle de la régression linéaire.

Données utilisées: Tableau ci-joint n° Z.

Légende : **Dsto** = densités (DAP) de stomoxes à l'aire de repos, **pTB**, **pTV** et **pTC** = prévalences des infections à *T. b. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* respectivement chez les bovins, obtenues par les méthodes parasitologiques de détection des trypanosomes, **sTB**, **sTV** et **sTC** = prévalences des infections à *T. b. brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* chez les bovins, obtenues par la méthode immunodiagnostique (ELISA) de détection des trypanosomes, **pT** = prévalences globales, toutes espèces confondues, obtenues par les méthodes parasitologiques de détection des trypanosomes, **sT** = prévalences globales, toutes espèces confondues, obtenues par la méthode immunodiagnostique, **psT** = prévalences globales, toutes espèces confondues, obtenues en associant toutes les méthodes de détection

Pour cette analyse, les données proviennent de l'étude en transect sur l'abondance et la distribution des stomoxes (protocole P2 ; annexe A-3). Les DAP mensuelles des stomoxes à l'aire de repos sont regroupées et la moyenne obtenue est comparée avec les valeurs des prévalences chez le bétail pour la visite suivante. Comme précédemment, en raison du temps nécessaire à l'établissement des infections chez le bétail, les données entomologiques obtenues le mois précédant la visite sont groupées avec les données ultérieures et comparées aux prévalences de la visite suivante .

Résultats: Tableau ci dessous (r = coefficient de corrélation et p = probabilité) et droites de régression présentées à la figure 50.

Variables corrélées	r	p
Dsto / pTx	0,945	0,052
Dsto / sTx	0,597	0,404
Dsto / psTx	0,681	0,320
Dsto / pTB	-0,050	0,949
Dsto / pTV	0,968	0,028
Dsto / pTC	0,054	0,945
Dsto / sTB	0,497	0,504
Dsto / sTV	0,997	0,002
Dsto / sTC	0,670	0,331

	Préf. Tr.	DAP Mb	TII Mb	TIM Mb	P.T. Mb	DAP Ba	TII Ba	TIM Ba	P.T. Ba	pTB	pTV	pTC	sTB	sTV	sTC	pT	sT	psT	sVeaux	sAdultes	I.B.
Préf. Tr.	1 (0)																				
DAP Mb	0,75 (0,14)	1 (0)																			
TII Mb	0,01 (0,98)	0,52 (0,37)	1 (0)																		
TIM Mb	0,21 (0,72)	0,31 (0,61)	0,43 (0,48)	1 (0)																	
P.T. Mb	0,39 (0,52)	0,65 (0,24)	0,05 (0,94)	0,91 (0,03)	1 (0)																
DAP Ba	0,74 (0,15)	0,36 (0,55)	0,11 (0,85)	0,42 (0,48)	0,30 (0,63)	1 (0)															
TII Ba	0,08 (0,89)	0,15 (0,81)	0,25 (0,69)	0,22 (0,72)	0,21 (0,73)	0,42 (0,49)	1 (0)														
TIM Ba	*	*	*	*	*	*	*	1 (0)													
P.T. Ba	*	*	*	*	*	*	*	*	1 (0)												
pTB	0,09 (0,88)	0,46 (0,44)	0,75 (0,15)	0,24 (0,70)	0,13 (0,83)	0,07 (0,90)	0,45 (0,45)	*	*	1 (0)											
pTV	0,04 (0,95)	0,49 (0,40)	0,48 (0,42)	0,23 (0,70)	0,36 (0,55)	0,03 (0,96)	0,75 (0,15)	*	*	0,09 (0,88)	1 (0)										
pTC	0,43 (0,47)	0,18 (0,77)	0,32 (0,60)	0,70 (0,19)	0,57 (0,31)	0,91 (0,03)	0,58 (0,31)	*	*	0,03 (0,96)	0,07 (0,91)	1 (0)									
sTB	0,58 (0,31)	0,44 (0,46)	0,30 (0,62)	0,63 (0,25)	0,69 (0,19)	0,02 (0,97)	0,69 (0,20)	*	*	0,26 (0,67)	0,37 (0,54)	0,40 (0,50)	1 (0)								
sTV	0,31 (0,61)	0,57 (0,33)	0,82 (0,09)	0,49 (0,40)	0,18 (0,77)	0,57 (0,32)	0,67 (0,22)	*	*	0,33 (0,58)	0,60 (0,29)	0,73 (0,16)	0,44 (0,46)	1 (0)							
sTC	0,67 (0,21)	0,39 (0,52)	0,25 (0,68)	0,33 (0,60)	0,42 (0,48)	0,25 (0,69)	0,68 (0,21)	*	*	0,32 (0,60)	0,56 (0,32)	0,11 (0,86)	0,93 (0,02)	0,32 (0,60)	1 (0)						
pT	0,14 (0,82)	0,50 (0,39)	0,51 (0,38)	0,05 (0,93)	0,21 (0,73)	0,19 (0,75)	0,86 (0,06)	*	*	0,11 (0,85)	0,97 (0,01)	0,31 (0,61)	0,46 (0,44)	0,74 (0,15)	0,57 (0,32)	1 (0)					
sT	0,72 (0,17)	0,44 (0,46)	0,32 (0,60)	0,47 (0,43)	0,53 (0,36)	0,23 (0,71)	0,61 (0,28)	*	*	0,21 (0,73)	0,46 (0,44)	0,16 (0,79)	0,96 (0,01)	0,35 (0,57)	0,98 (0,01)	0,48 (0,41)	1 (0)				
psT	0,71 (0,18)	0,37 (0,55)	0,35 (0,57)	0,37 (0,54)	0,42 (0,48)	0,28 (0,64)	0,62 (0,26)	*	*	0,20 (0,74)	0,55 (0,34)	0,09 (0,88)	0,93 (0,02)	0,35 (0,56)	0,99 (0,01)	0,55 (0,34)	0,99 (0,01)	1 (0)			
sVeaux	0,47 (0,43)	0,18 (0,76)	0,40 (0,50)	0,40 (0,51)	0,48 (0,41)	0,73 (0,16)	0,10 (0,87)	*	*	0,22 (0,72)	0,66 (0,22)	0,59 (0,29)	0,16 (0,78)	0,08 (0,90)	0,47 (0,43)	0,48 (0,41)	0,41 (0,49)	0,51 (0,38)	1 (0)		
sAdultes	0,64 (0,24)	0,48 (0,42)	0,19 (0,75)	0,46 (0,44)	0,57 (0,32)	0,12 (0,84)	0,69 (0,19)	*	*	0,38 (0,54)	0,45 (0,45)	0,24 (0,69)	0,98 (0,01)	0,33 (0,59)	0,98 (0,01)	0,49 (0,40)	0,98 (0,01)	0,97 (0,01)	0,29 (0,64)	1 (0)	
I.B.	0,72 (0,16)	0,91 (0,03)	0,27 (0,66)	0,55 (0,34)	0,82 (0,09)	0,14 (0,81)	0,23 (0,71)	*	*	0,48 (0,41)	0,22 (0,72)	0,14 (0,81)	0,76 (0,14)	0,18 (0,77)	0,66 (0,22)	0,17 (0,78)	0,71 (0,18)	0,64 (0,25)	0,16 (0,79)	0,76 (0,14)	1 (0)

Matrice de corrélation entre pression trypanosomienne et prévalences trypanosomiennes chez les bovins

(légende détaillée à l'annexe C - Pour chaque couple de variable, sont indiqués le coefficient de corrélation et, entre parenthèse, la probabilité)

Réponse : L'analyse montre l'existence d'une bonne corrélation entre les densités de stomoxes à l'aire de repos et les prévalences globales obtenues avec les méthodes parasitologiques ($r=0,945$). La corrélation est encore meilleure si l'on considère seulement les prévalences impliquant l'espèce *T. vivax*, aussi bien avec les méthodes parasitologiques ($r=0,968$) qu'avec la technique ELISA ($r=0,997$). Ces éléments permettent de penser que les stomoxes interviennent de manière prépondérante dans la transmission de *T. vivax* au bétail. Remarque : cette analyse ne concerne que quatre visites trimestrielles ($n=4$) et de ce fait, doit être relativisée dans son interprétation.

Chapitre VI. L'effet du piégeage.

Question: Quel est l'impact du piégeage sur l'âge d'une population de *G. f. fuscipes* ?

On compare la composition par classes d'âge de deux populations de *G. f. fuscipes*. L'une d'elles (NP, sur la rivière Mbounou) n'est pas contrôlée par piégeage. L'autre (P, sur les rivières Iby et Yakerekpa) est contrôlée de manière permanente par 5 pièges bipyramidaux (cf. Chapitre I). Deux méthodes d'estimation de l'âge sont employées.

1°/ Méthode de dosage de la ptéridine céphalique:

Données utilisées:

Age (jours)	% par élevage	
	NP	P
	n=1118	n=29
0-9	14,6	48,4
10-19	18,8	13,8
20-29	22,1	17,2
> 30	44,5	20,6

$$\chi^2 = 54,54 \text{ (3 d.d.l.; } P < 0,001)$$

2°/ Méthode du degré d'usure alaire:

Données utilisées:

Catégorie	% par élevage	
	NP	P
	n=2006	n=103
1	21,9	32,0
2	35,5	37,9
3	26,1	23,3
> 4	16,5	6,8

$$\chi^2 = 17,51 \text{ (3 d.d.l.; } P < 0,001)$$

Réponse : Quelle que soit la méthode utilisée, il y a une différence hautement significative dans la composition par classes d'âge chez les populations de *G. f. fuscipes* contrôlées par pièges bipyramidaux (P) et celles non contrôlées par piégeage. L'action du piège conduit à un rajeunissement des populations de cette espèce de glossine.

Question: Quel est l'impact du piégeage sur la proportion d'individus ténéraux chez les populations de *G. f. fuscipes* ?

Nous comparons, pour la même période, les proportions d'individus ténéraux obtenues d'une population de *G. f. fuscipes* contrôlée par piégeage (Elevage d'Ardo Sae, rivières Iby et Yakerekpa) et pour une population naturelle (Elevage ANDE, rivières Mbonou et Bandapa). Le test utilisé est le test t de comparaison des moyennes.

Données utilisées: Tableau III. 4. (annexe B)

Résultats : $t = 0,546$ ($P = 0,9085$).

Réponse : La différence entre les deux lots n'est pas significative. On peut donc conclure en l'absence d'effet du piégeage sur la proportion d'individus ténéraux chez les populations de *G. f. fuscipes*.

Question: Quel est l'impact du piégeage sur la sex-ratio des populations de *G. f. fuscipes* ?

Nous comparons, pour la même période, les valeurs de la sex-ratio obtenues pour une population de *G. f. fuscipes* contrôlée par piégeage (Elevage d'Ardo Sae, rivières Iby et Yakerekpa) et pour une population naturelle (Elevage ANDE, rivières Mbonou et Bandapa). Le test utilisé est le test t de comparaison des moyennes.

Données utilisées : Tableau III. 3. (annexe B)

Résultats : $t = 1,938$ ($P = 0,7632$).

Réponse : La différence entre les deux lots n'est pas significative. On peut donc conclure en l'absence d'effet du piégeage sur la sex-ratio des populations de *G. f. fuscipes*.

Question: Quel est l'impact du piégeage sur les valeurs de l'hématocrite chez le bétail?

Nous comparons les valeurs des hématocrites chez des bovins protégés par piège ($n = 339$) et des bovins non protégés par pièges ($n = 464$). Le test employé est celui de la comparaison des moyennes (test t).

Données utilisées :

Les valeurs des hématocrites sont consignées aux annexes II.1. à II. 21. Les bovins protégés par pièges appartiennent aux troupeaux d'Ardo Sae et d'Ardo Bouba. Les bovins non protégés appartiennent aux troupeaux ANDE et d'Ardo Hodi.

Résultats :

Lots	n	moyenne	variance
Zébus protégés par pièges	339	33,365	27,936
Zébus non protégés par pièges	464	32,579	34,396

$t = 0,6$

Réponse : Le piégeage conduit à une légère amélioration de l'état sanitaire des zébus puisque la valeur moyenne de l'hématocrite est de 32,579 en l'absence de piégeage et supérieure (33,365) en cas de piégeage. Cependant, la valeur de t est inférieure à celle lue dans la table au coefficient de sécurité de 95 %. De ce fait, on ne peut pas conclure à l'existence d'une influence significative du piégeage sur l'état sanitaire du cheptel.

Question: Quel est l'impact du piégeage sur les prévalences trypanosomiennes chez le bétail ?

Nous comparons les prévalences trypanosomiennes obtenues lors de chaque visite, soit en utilisant les méthodes parasitologiques, soit en utilisant le test ELISA, chez deux lots de troupeaux. Le premier lot comprend les troupeaux non protégés par pièges ($n = 11$; 7 visites chez Bouba Djaodi-ANDE et 4 chez Ardo

Hodi) tandis que le second regroupe les troupeaux protégés par pièges (n = 8; 6 visites chez Ardo Sae et 2 chez Ardo Bouba). La démarche utilisée est la comparaison des variances (test F) et la comparaison des moyennes (test t).

Données utilisées : Tableau IV. 9.(annexe B)

1°/ Méthodes parasitologiques de détection des trypanosomes

Résultats :

a) Prévalences globales

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	18,084	228,130	15,104
Présence de pièges	8	6,740	10,657	3,265

$$F= 21,406 (P= 0,0005), t= 2,415 (0,016)$$

b) Prévalences de *T. brucei*

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	0,907	3,883	1,970
Présence de pièges	8	0	0	0

c) Prévalences de *T. vivax*

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	12,672	217,570	14,750
Présence de pièges	8	5,755	5,793	2,407

$$F= 37,558 (P= 0,0001), t= 1,528 (P= 0,076)$$

d) Prévalences de *T. congolense*

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	4,860	34,349	5,861
Présence de pièges	8	5,905	2,430	0,859

$$F= 5,817 (P= 0,0154), t= 1,761 (P= 0,048)$$

2°/ Méthode immunodiagnostique (ELISA) de détection des trypanosomes

a) Prévalences globales

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	64,819	303,566	17,423
Présence de pièges	8	60,336	197,889	14,067

$$F= 1,534 (P= 0,2921), \quad t= 0,598 (P= 0,282)$$

b) Prévalences de *T. brucei*

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	34,867	173,875	13,186
Présence de pièges	8	23,005	138,092	11,751

$$F= 1,259 (P= 0,3903), \quad t= 2,024 (P= 0,028)$$

c) Prévalences de *T. vivax*

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	26,142	288,532	16,986
Présence de pièges	8	28,066	233,459	15,279

$$F= 1,236 (P= 0,400), \quad t= -0,254 (P= 0,399)$$

d) Prévalences de *T. congolense*

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	54,396	235,888	15,359
Présence de pièges	8	53,729	217,679	14,754

$$F= 1,084 (P= 0,4717), \quad t= 0,172 (P= 0,430)$$

3°/ Méthodes immunodiagnostique (ELISA) et parasitologiques confondues

Lots	n	m	s2	s
Absence de pièges	11	67,668	249,690	15,802
Présence de pièges	8	61,765	150,819	12,281

$$F= 1,656 (P= 0,2580), \quad t= 0,879 (P= 0,198).$$

Réponse : Selon les techniques de détection des trypanosomes employées, les résultats obtenus conduisent à des conclusions différentes. Avec les méthodes parasitologiques, on note une tendance significative du piège à réduire les prévalences trypanosomiennes globales (toutes espèces confondues) et particulièrement celles à *T. brucei* et *T. congolense*, mais pas celles liées à *T. vivax*. Avec le test ELISA, on montre une action identique du piège pour les prévalences à *T. brucei* uniquement. En tenant compte des réserves émises à propos des limites de chacune des méthodes utilisées (cf. chapitre IV), on peut néanmoins conclure à une efficacité certaine du piégeage dirigé contre *G. f. fuscipes* à réduire les prévalences de *T. congolense* et *T. brucei* chez le bétail. L'absence nette d'action contre *T. vivax* peut s'expliquer par le fait que cette espèce est transmise de façon mécanique par les stomoxes à l'aire de repos (chapitre V).

Question : Quel est l'impact du piégeage sur les infections trypanosomiennes chez le bétail, telles qu'elles sont révélées par la technique ELISA ?

En se fondant sur le caractère présence/absence d'un trypanosome ou d'une association de deux ou trois espèces, nous comparons des zébus pris individuellement élevés dans deux contextes différents, l'un en présence de pièges (n= 349; Ardo Sae et Ardo Bouba) et l'autre sans pièges (n= 480; Ardo Hodi et élevage ANDE). Le test utilisé est celui du χ^2 . Les données utilisées sont celles présentées aux tableaux II.1 à II.21.

Résultats :

Infections	χ^2	d.d.l.	Probabilité	Sign.
<i>T. b. b.</i>	20,77	1	0,000	***
<i>T. v.</i>	5,97	1	0,014	*
<i>T. c.</i>	1,85	1	0,170	
<i>T. b. b./ T. v.</i>	4,30	1	0,036	*
<i>T. b. b./ T. c.</i>	16,92	1	0,000	***
<i>T. v. / T. c.</i>	9,62	1	0,002	**
<i>T. b. b./ T. v./ T. c.</i>	2,91	1	0,084	

Réponse : On note une différence significative entre les effectifs de zébus porteurs de *T. b. brucei*, *T. vivax* et des associations *T. brucei* / *T. vivax* et *T. brucei* / *T. congolense* en contexte de piégeage continu par rapport à ceux non protégés par pièges. Cependant, l'action du piégeage sur *T. vivax* et *T. brucei* n'est pas la même. Si l'on compare les effectifs théoriques et les effectifs observés, on s'aperçoit que le piégeage amène une raréfaction de *T. brucei* mais qu'il s'accompagne d'une augmentation de la présence de *T. vivax*. En tenant compte des réserves émises à propos de la technique immunodiagnostique et de l'interprétation des résultats obtenus, la présente analyse corrobore les observations développées précédemment: efficacité du piégeage sur *T. brucei* et absence d'action sur *T. vivax*.

L'action positive sur *T. congolense* n'est démontrée que par les techniques parasitologiques d'investigation.