



**ÉCOLE RÉGIONALE POST-UNIVERSITAIRE D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION
INTEGRÉS DES FORÊTS ET TERRITOIRES TROPICAUX
-ÉRAIFT-**

Thèse de doctorat

*Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Docteur en Aménagement
et gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux.*

Ecologie des mouches piqueuses (Stomoxes, Tabanides et Glossines) dans deux Parcs Nationaux du Gabon (Ivindo et Moukalaba Doudou)

Par

ZINGA KOUMBA CHRISTOPHE ROLAND

Master en Biologie Animale (Université Cheikh Anta DIOP de Dakar-Sénégal)
Chercheur à l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (Gabon)

Promoteur : Pr. MUTAMBWE Shango (UNIKIN),

Co-promoteur : Pr. MAVOUNGOU Jacques F. (IRET-USTM/Gabon)

Année académique 2015-2016

Université de Kinshasa, Commune de Lemba, - B.P. 15.373 - Kinshasa, République Démocratique du Congo

☎: +243(0)815125507/+243(0)999914967/+243(0)814661188- E-mail: eraift@yahoo.fr; Site : www.eraift-rdc.cd



ÉCOLE RÉGIONALE POST-UNIVERSITAIRE D'AMÉNAGEMENT ET DE
GESTION INTEGRÉS DES FORÊTS ET TERRITOIRES TROPICAUX
-ÉRAIFT-

Thèse de doctorat

*Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Docteur en
Aménagement et gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux.*

Ecologie des mouches piqueuses (Stomoxes, Tabanides et Glossines) dans deux Parcs Nationaux du Gabon (Ivindo et Moukalaba Doudou)

Par

ZINGA KOUMBA CHRISTOPHE ROLAND

Master en Biologie Animale (Université Cheikh Anta DIOP de Dakar-Sénégal)
Chercheur à l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (Gabon)

Membres de jury :

1. Pr MICHEL Baudouin (ERAIFT), Président du Jury.
2. Pr LUMBUENAMO SINSI Raymond (UNIKIN), Secrétaire du Jury.
3. Pr MUTAMBWE Shango (UNIKIN), Promoteur.
4. Pr MAVOUNGOU Jacques F. (IRET-USTM/Gabon), Co-promoteur.
5. Pr Koffivi K. KETOH Guillaume (Université de Lomé).
6. Pr MWEZE C. NKİNGI Dominique (UPN), suppléant
7. Pr MATE MWERU Jean-Pierre (UNIKIS), suppléant
8. Pr DUVALLET Gérard (Université Paul Valéry/France), rapporteur externe

Année académique 2015-2016.

Université de Kinshasa, Commune de Lemba, - B.P. 15.373 - Kinshasa, République Démocratique du Congo

☎: +243(0)815125507/+243(0)999914967/+243(0)814661188- E-mail: eraift@yahoo.fr; Site : www.eraift-rdc.cd

REMERCIEMENTS

Je ne mérite rien car cette thèse est le fruit d'un travail collectif tant à Libreville qu'à Kinshasa. Ce travail de recherche n'aurait pas pu aboutir sans le soutien et la participation de nombreuses personnes et institutions. Aussi, j'ai un plaisir immense et une grande joie à remercier ici tous **ceux** qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce travail.

Mes premiers remerciements s'adressent au **Pr Jacques François MAVOUNGOU** pour m'avoir ouvert sa porte depuis 2008 pour une formation de Master 2 en Biologie Animale option Ecologie et Gestion des Ecosystèmes ; et cette porte m'est restée ouverte jusqu'à ce jour. Il m'a accordé soutien, confiance et guidé efficacement tout au long de ces années de thèse dans l'orientation de mes travaux de recherche. Professeur, votre grande simplicité, vos immenses qualités de cœur et votre dévouement forcent l'admiration de tous. Aussi, je vous prie de trouver ici l'expression de ma profonde gratitude. Par ailleurs, votre grande sympathie et votre disponibilité demeureront **gravées dans ma** mémoire.

Je suis très reconnaissant au **Pr Shango MUTAMBWE** ; de l'Ecole Régionale Postuniversitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux de l'Université de Kinshasa. Professeur, vous avez dirigé cette thèse avec beaucoup de compétence et de rigueur. Ce travail est le fruit de votre abnégation, de vos multiples conseils, de votre rigueur dans la démarche scientifique et académique ; et de votre grande disponibilité malgré vos nombreuses occupations. Vous avez fait de moi un chercheur invétéré ; je vous en remercie infiniment.

Docteur **Lisette KOHAGNE TONGUE**, je saisi cette occasion pour vous exprimer la grande admiration que j'ai pour l'étendue de vos connaissances, de votre haute compétence en matière d'entomologie médicale et en particulier sur l'étude des glossines. Je suis très sensible à l'attention que vous avez bien voulu accorder à notre travail en m'apportant les rudiments sur les techniques de dissection des glossines. Veuillez recevoir ma parfaite considération.

Mes vifs remerciements sont adressés au **Pr ACAPOVI-YAO G** pour sa participation active dans la rédaction de ce travail et de l'aide apportée tout au long de ces années de thèse, notamment dans la rédaction des articles et des conseils prodigues. Pour sa patience et sa grande disponibilité, même à longue distance depuis la Côte d'Ivoire, qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je tiens également à rendre hommage au Pr **Gérard Duvallet** qui m'a vraiment aidé dans la lecture et relecture de mes articles qui entrent dans le cadre de cette thèse. Professeur, je vous dis grand merci pour avoir accepté de répondre favorablement et avec bonheur à mes nombreuses interrogations relatives aux diptères hématophages et à la rédaction d'articles.

J'exprime ici toute ma gratitude à tous les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.

Professeur **BAUDOUIN MICHEL, Directeur de l'ERAIFT**, je vous remercie de m'avoir ouvert la porte de votre école avec une grande gentillesse, pour l'aide et le soutien académique que vous nous avez apportés durant ces années de thèse, ainsi que pour les nombreux conseils que vous nous avez donnés. Que ce travail soit le gage de mon profond respect et reconnaissance.

Un merci spécial à l'adresse du Pr **Guillaume Koffivi KETOH**, Directeur du Laboratoire d'Entomologie appliquée et de l'Unité de Recherche en Ecotoxicologie (URET) de la Faculté des Sciences de l'Université de Lomé, qui a accepté d'être dans ce jury et d'apporter son regard critique qui émane de sa grande expérience scientifique et ce malgré ses nombreuses occupations.

Un grand merci également au Pr **Jean Pierre MATE MWERU** pour ses nombreux enseignements tout au long de cette thèse et des différents séminaires doctoraux. Professeur, veuillez trouver dans ce travail mes sincères remerciements.

Je tiens aussi à remercier particulièrement le Pr. **LUMBUENAMO SINSI Raymond**, pour sa disponibilité. Professeur permettez-moi de vous exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance. Soyez assuré de ma gratitude et de mon profond respect.

J'exprime également toute ma reconnaissance au Pr **MWEZE C. NKİNGI Dominique**, pour sa cordialité en acceptant d'être parmi les membres du jury. Professeur, je vous prie de bien vouloir trouver ici l'expression de toute ma gratitude et de mon profond respect.

Je remercie tous les membres de mon comité de thèse, **Pr Shango MUTAMBWE, Pr Jacques François MAVOUNGOU, Pr G ACAPOVI-YAO, Pr Gérard Duvallet, Pr. Guillaume KETHO KOFFIVI, Pr SOUZA Alain, Pr LEPENGUE et Dr Lisette**

KOHAGNE TONGUE, qui m'ont donné au fur et à mesure les orientations nécessaires pour conduire ce travail tant sur le terrain qu'au laboratoire.

Les professeurs **Alfred NGOMANDA** et **Nestor Laurier ENGONE OBIANG** de l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale m'ont toujours encouragé. Par ailleurs, vos conseils et votre soutien constant, depuis le début de cette thèse, m'ont toujours encouragé à aller de l'avant ; je vous adresse mes sincères remerciements.

Je tiens tout particulièrement à remercier le Docteur **Donald MIDIKO IPONGA**, responsable point focal du Projet ACP FRPRENET et chercheur à l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale, de m'avoir permis de réaliser mes activités de terrain dans le Parc National de l'Ivindo en particulier au baï de Momba. Docteur, veuillez trouver dans ce travail mon profond respect et toute ma gratitude.

Dr **Joseph OKOUIYI OKOUIYI**, Conservateur Séniior chargé des Parcs TRIDOM (Ivindo, Mwagné, Minkebé) votre soutien constant et vos précieux conseils m'ont toujours accompagné depuis le début de cette thèse. Aussi, je vous prie de trouver ici toute ma reconnaissance.

Un grand merci spécial au Pr **MoBATCHI Bertrand** pour ses nombreux enseignements et conseils tout au long de cette thèse. Professeur, veuillez trouver dans ce travail mes sincères remerciements et toute ma gratitude.

Merci à toute l'équipe du Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV-IRET) pour l'esprit d'entraide et la bonne ambiance : **Ornella Anaïse MBANG NGUEMA, Piazy KUTOMY OBAME ONDO, Franck MOUNIOKO, Serge Ely DIBAKOU**.

Ce travail n'aurait pas pu voir le jour sans le support financier et logistique de l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET-CENAREST), le Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV-IRET), L'Ecole Régionale Postuniversitaire d'Aménagement et de Gestion Intégré des Forêts et Territoires Tropicaux, la bourse du Programme d'Appui à la Conservation des Ecosystèmes du Bassin du Congo (PACEBCo/CEEAC) et de la bourse de Wallonie Bruxelles International, l'Union Européenne via le Projet ACP-FORENET et l'Agence National des Parcs Nationaux (ANPN).

L'essentiel du travail de terrain a été réalisé dans la région de Makokou et de Doussala. Aussi, ce travail je le dois aux acteurs de l'ombre à **Nicolas Yao-Emba, Guy MOUSSAVOU, Stephan ESSASSOU BADJI, GUY ROGER, Rodrigue**. Permettez-moi de vous exprimer ma reconnaissance et ma gratitude pour m'avoir donné de votre temps.

J'adresse mes sincères remerciements à mon Père **Jean KOUMBA** et à ma mère **Madeleine MOUIGUILOU** qui ont toujours été là pour moi à chaque fois que le besoin se présentait.

Merci à mes deux Frères que Dieu m'a donnés, **Ephrem NZENGUE et Patrick Mac ONDO OKAMA**, qui m'ont toujours soutenu durant toutes ces années et depuis toujours. Veuillez trouver ici toute ma gratitude et ma reconnaissance envers vous deux.

Mes vifs remerciements sont adressés à **Karl Bader BOTSIKA BOBE, Clency MICKALA OKOUIYI, Nathaniel KOUMBA, Audrey Pamela MAROUNDOU et Edwige EYANG ENFA** pour tout le soutien et l'aide que vous m'avez apportés durant cette thèse.

Que mes mamans **Germaine MOUIGUILOU, Josée MOUIGUILOU, Pauline MOUIGUILOU, Mireille NZINGA, Maman MBOUMBA Laurence, KOUMBA LOUEMBA Eleonor Claire** puissent trouver ici, l'expression de toute ma reconnaissance pour votre soutien moral et financier.

A mes oncles **MBOUMBA MBOUMBA Sulgère, Anicet MOUGUENGUI, Atanase NZINGA, Patrick BOUKA, André MOUIGUILOU, Mouini MOUIGUILOU, Christophe LAKOU, Guy FANGA**, qui n'ont jamais cessé de me soutenir dans les moments.

J'exprime aussi ma gratitude à mes sœurs, **Lyvia Ismène IVOULOU KOUMBA, Reine Carla BOUKANDOU KOUMBA, BOUKANDOU Sarah, Ornella, Larissa, Doralie** qui m'ont toujours soutenu.

Mes sincères remerciements sont adressés à mes frères **Stevy Marl ANDIMA DHE, Vianney Curtis LOEMBA, Christ Vergnot LAKOU HERETTY, Kevin MBOUMBA KOUMBA et Kadel** qui ne cessent de m'encourager.

J'adresse aussi mes vifs remerciements à ma petite amie **Mariame MOUSSAVOU SANOCO** pour son soutien moral, financier, spirituel et pour ses nombreux conseils.

Que tous mes frères, sòurs, amis, mamans, oncles, cousins, et toutes les personnes dont les noms ne sont pas mentionnés ici mais qui ont toujours contribué à mon épanouissement soient rassurés de ma profonde reconnaissance.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	<i>i</i>
LISTE DES FIGURES.....	<i>x</i>
LISTE DES TABLEAUX.....	<i>xiv</i>
RESUME.....	<i>xv</i>
INTRODUCTION ET OBJECTIFS.....	<i>1</i>
PARTIE I : PRESENTATION GENERALE	<i>8</i>
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DES MODELES D'ETUDE : STOMOXES, GLOSSINES ET TABANIDES	<i>9</i>
1.1. LES STOMOXES	<i>10</i>
1.1.1 Morphologie générale.....	<i>10</i>
1.1.2 Systématique, répartition géographique.....	<i>11</i>
1.1.3 Accouplement, Cycle de développement et oviposition	<i>13</i>
1.1.4 Préférences trophiques, comportement et dispersion.....	<i>17</i>
1.1.5 Rôle pathogène des stomoxes	<i>18</i>
1.2. LES GLOSSINES.....	<i>20</i>
1.2.1 Morphologie des Glossines	<i>20</i>
1.2.2 Classification des glossines.....	<i>21</i>
1.2.3 Cycle de développement.....	<i>25</i>
1.2.4 Ecologie des glossines	<i>27</i>
1.2.5 Importance médicale, vétérinaire et économique.....	<i>28</i>
1.3. LES TABANIDES	<i>30</i>
1.3.1 Morphologie de Tabanides.....	<i>30</i>
1.3.2 Classification des tabanides.....	<i>31</i>

1.3.3 Cycle de développement.....	32
1.3.4 Biologie et Ecologie des Tabanides.....	34
1.3.5 Importance médicale et vétérinaire des Tabanides.....	36
1.4. LES TRYPANOSOMES	38
1.4.1 Morphologie générale.....	38
1.4.2 Classification des trypanosomes	40
1.4.3 Cycle de développement.....	40
1.4.4 Interaction entre Glossines et Trypanosomes	42
1.4.5 Les adaptations du parasite pour vivre chez la glossine	42
1.4.6 Etablissement des trypanosomes dans l'intestin	43
1.4.7 Migration des trypanosomes	43
1.4.8 Maturation.....	44
1.4.9 Répartition géographiques des trypanosomoses.....	45
1.4.10 Impact épidémiologique.....	46
CHAPITRE 2 : PRESENTATION GENERALE DU GABON	48
2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE	49
2. 2. POPULATION.....	50
2. 3. SITUATION CLIMATIQUE	51
2. 4. GÉOLOGIE, GÉOMORPHOLOGIE ET RELIEF	51
2. 5. HYDROGRAPHIE	53
2. 6. LES SOLS.....	55
2. 7. FLORE ET VÉGÉTATION.....	56
2.7. 1 Le domaine forestier	56
2. 7. 2 Le domaine non forestier	59
2. 8. LES RESSOURCES MINIÈRES	59

2.9. LES ZONES D'ETUDES : PARC NATIONAL DE LØVINDO ET PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU.....	59
2. 9.1 Choix des zones d'études	59
2. 9.2 Le Parc National de lØvindo (PNI)	61
2.9.3 Le parc national de Moukalaba Doudou (PNMD).....	63
2.10. METHODES DE CAPTURE.....	65
2.10.1 Choix des pièges utilisés	65
2.10.2 Description et principe de fonctionnement des pièges utilisés	66
2.10.2.1 Le piège Vavoua.....	66
2.10.2.2 Le piège Nzï	67
PARTIE II : RESULTATS OBTENUS.....	68
CHAPITRE 1: DIVERSITÉ ET ECODISTRIBUTION DES MOUCHES PIQUEUSES DANS LE PARC NATIONAL DE LØVINDO ET PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU	69
ARTICLE 1 : PREMIERE EVALUATION DE LA DIVERSITE SPECIFIQUE DES GLOSSINES, VECTEURS DES TRYpanosomoses HUMAINES ET ANIMALES, DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST DU GABON)	70
ARTICLE 2 : CHOROLOGIE DES STOMOXYINAE (DIPTERA) DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON).....	87
ARTILCE 3 : EVALUATION DE LA DIVERSITÉ DES DIPTÈRES HÉMATOPHAGES DANS UNE CLAIRIÈRE MARÉCAGEUSE DU GABON À L'AIDE DES PIÈGES NZI ET VAVOUA	104
ARTICLE 4 : INFLUENCE DE LA SAISON SUR LØECODISTRIBUTION DES GLOSSINES, TABANIDES, STOMOXES DU BAÏ DE MOMBA MAKOKOU, GABON	120
ARTICLE 5: ECODISTRIBUTION DES TABANIDES, GLOSSINES ET STOMOXES LE LONG DØUN TRANSECT FORET PRIMAIRE 6VILLAGE AU GABON.....	140

ARTICLE 6 : DISTRIBUTION DES VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMOSE HUMAINE AFRICAINE DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON).....	164
CHAPITRE II : ACTIVITE JOURNALIERE DES GLOSSINES DANS LE PARC NATIONAL DE L'IVINDO ET PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU.....	185
ARTICLE 7 : RYTHME D'ACTIVITE JOURNALIREE DE GLOSSINA FUSCIPES FUSCIPES, VECTEUR MAJEUR DE L TRYPANOSOMES HUMAINE AFRICAINE, DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON)...	186
ARTICLE 8 : CONTRIBUTION A L'EVALUATION DE LA DIVERSITE DES VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMOSE HUMAINE AFRICAINE ET DE LEUR ACTIVITE JOURNALIERE DANS LE PARC NATIONAL DE L'IVINDO (NORD EST GABON).....	205
CHAPITRE III : TAUX D'INFECTION DES MOUCHES PIQUEUSES DANS LE PARC NATIONAL DE L'IVINDO	225
ARTICLE 9 : ETUDE PRELIMINAIRE DE L'INFESTATION DES GLOSSINES PAR LES TRYPANOSOMES DANS LE BAÏ DE MOMBA (NORD-EST GABON)	226
PARTIE III : DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE.....	244
DISCUSSION.....	245
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	254
BIBLIOGRAPHIE	258

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION ET OBJECTIFS.....	1
<i>Figure 1 : Situation géographique des parcs nationaux</i>	<i>2</i>
<i>Figure 2 : Schéma de transmission biologique ou mécanique des pathogènes.....</i>	<i>3</i>
<i>Figure 3 : Schéma d'approche systémique du fonctionnement du système vectoriel</i>	<i>5</i>
PARTIE I : PRESENTATION GENERALE	8
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DES MODELES D'ETUDE : STOMOXES, GLOSSINES ET TABANIDES	9
<i>Figure 1: <i>S. calcitrans</i> (a) et <i>M. domestica</i> (b).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 2 : Dessins des tergites abdominaux permettant de différencier certaines espèces de Stomoxes</i>	<i>12</i>
<i>Figure 3 : Ecartement des yeux au niveau de l'apex de la tête chez les femelles et les mâles.</i>	<i>12</i>
<i>Figure 4 : (a) Tête de <i>Stomoxys calcitrans</i> (L.) et (b) schéma des mesures pour le calcul de l'index frontal.</i>	<i>13</i>
<i>Figure 5 : cycle de développement des stomoxes.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 6 : Morphologie générale d'une glossine.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 7: Classification des glossines.....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 8 a : Appareil reproducteur mâle de la glossine</i>	<i>25</i>
<i>Figure 8 b : Appareil reproducteur femelle de la glossine.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 9 : Cycle de développement des Glossines.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 10 : Morphologie des tabanides.</i>	<i>31</i>
<i>Figure 11: Illustration du cycle de développement des Tabanides.</i>	<i>32</i>
<i>Figure 12: Morphologie générale d'un trypanosome au stade trypomastigote</i>	<i>39</i>
<i>Figure 13: Cycle de développement du trypanosome <i>T. brucei</i>.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 14 a : Trajet suivi par <i>T. congolense</i> chez la glossine au cours de son évolution</i>	<i>44</i>
<i>Figure 14 b : Trajet suivi par <i>T. brucei</i> chez la glossine au cours de son évolution.....</i>	<i>44</i>
<i>Figure 15 : Répartition géographique des glossines en Afrique</i>	<i>45</i>
CHAPITRE 2 : PRESENTATION GENERALE DU GABON	48

<i>Figure 1 : Situation géographique du Gabon.....</i>	49
<i>Figure 2 : Localisation des provinces du Gabon.....</i>	50
<i>Figure 3 : Carte géologique du Gabon</i>	52
<i>Figure 4 : Le réseau fluvial du Gabon.</i>	53
<i>Figure 5 : Les sols du Gabon.....</i>	56
<i>Figure 6 : Principales formations végétales du Gabon.....</i>	57
<i>Figure 7 : Localisation des parcs prospectés</i>	60
<i>Figure 8 : Piège Vavoua :(a) Piège Vavoua en activité, (b) schéma d'un piège Vavoua.....</i>	66
<i>Figure 9 : Piège Nzj</i>	67
PARTIE II : RESULTATS OBTENUS.....	68
CHAPITRE 1: DIVERSITÉ ET ECODISTRIBUTION DES MOUCHES PIQUEUSES DANS LE PARC NATIONAL DE LOIVINDO ET PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU.....	69
ARTICLE 1 : PREMIERE EVALUATION DE LA DIVERSITE SPECIFIQUE DES GLOSSINES, VECTEURS DES TRYpanosomoses HUMAINES ET ANIMALES, DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST DU GABON)	70
<i>Figure 1 : Localisation la zone d'étude.....</i>	75
<i>Figure 2 : Pourcentage spécifique des glossines capturées dans les deux milieux</i>	77
<i>Figure 3 : Répartition spécifique des glossines en fonction des biotopes prospectés.</i>	78
ARTICLE 2 : CHOROLOGIE DES STOMOXYINAE (DIPTERA) DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON).....	87
<i>Figure 1 : Localisation du site d'étude au Gabon.</i>	92
<i>Figure 2 : Répartition spécifique des espèces de stomoxes capturés.....</i>	94
<i>Figure 3 : Distribution spécifique des espèces de stomoxes capturées en fonction du biotope.</i>	95

**ARTICLE 3 : EVALUATION DE LA DIVERSITÉ DES DIPTÈRES HÉMATOPHAGES
DANS UNE CLAIRIÈRE MARÉCAGEUSE DU GABON À L'AIDE DES PIÈGES NZI
ET VAVOUA104**

Figure 1 : Localisation du Baï de Momba au Gabon108

Figure 2 : De gauche à droite, densités apparentes par piège et par jour des glossines (piège Vavoua), des stomoxes (piège Vavoua) et des tabanides (piège Nzi) dans la clairière de Momba et la forêt attenante.112

Figure 3: Densité d'insectes capturés selon le type de pièges113

**ARTICLE 4 : INFLUENCE DE LA SAISON SUR L'ECODISTRIBUTION DES
GLOSSINES, TABANIDES, STOMOXES DU BAÏ DE MOMBA MAKOKOU, GABON120**

Figure 1 : Localisation du baï de Momba124

Figure 2 : Abondance saisonnière des insectes étudiés127

Figure 3 : Densité apparente par piège et par jour et diversité des insectes capturés selon les saisons.....128

Figure 4. Distribution des différentes espèces de glossines en fonction des saisons.....130

Figure 5 : Distribution des espèces de Tabanidae en fonction des saisons131

Figure 6 : Distribution des espèces des Stomoxes en fonction des saisons.....132

**ARTICLE 5: ECODISTRIBUTION DES TABANIDES, GLOSSINES ET STOMOXES LE
LONG D'UN TRANSECT FORET PRIMAIRE óVILLAGE AU GABON.....140**

Figure 1 : localisation de la zone d'étude144

Figure 2 : Répartition des genres de Tabanidés capturés en fonction des biotopes prospectés.148

Figure 3 : Répartition spécifique des espèces de tabanidés capturés.....149

Figure 4 : Répartition et abondance spécifique des espèces de Glossines capturées151

Figure 5 : Répartition des espèces de glossines capturées en fonction des biotopes prospectés152

Figure 6 : Répartition spécifique des espèces de stomoxes capturés.....154

Figure 7 : Abondance des stomoxes capturés selon le biotope155

Figure 8 : Répartition spécifique des espèces de stomoxes capturées selon le biotope.....156

ARTICLE 6 : DISTRIBUTION DES VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMOSE HUMAINE AFRICAINE DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON).....164

Figure 1 : Localisation du site d'étude 170

Figure 2 : Répartition des mâles et femelles de glossines en fonction du biotope. 172

Figure 3 : Répartition des Glossines capturées dans le Parc National de Moukalaba Doudou 173

CHAPITRE II: ACTIVITE JOURNALIERE DES GLOSSINES DANS LE PARC NATIONAL DE L'IVINDO ET PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU.....185

ARTICLE 7 : RYTHME D'ACTIVITE JOURNALIREE DE GLOSSINA FUSCIPES FUSCIPES, VECTEUR MAJEUR DE L TRYPANOSOMES HUMAINE AFRICAINE, DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON)...186

Figure 1 : Localisation du Parc National de Moukalaba Doudou au Gabon..... 191

Figure 2 : Densité apparente par piège des glossines en fonction des biotopes prospectés.. 193

Figure 3 : Profil de l'activité journalière de Glossina fuscipes fuscipes dans le PNMD. 194

Figure 4 : Comparaison du cycle d'activité des mâles et des femelles de Glossina fuscipes fuscipes dans le PNMD..... 195

Figure 5 : Comparaison de l'activité journée de Glossina fuscipes fuscipes selon les biotopes. 196

Figure 6 : Activité journalière des mâles de G. fuscipes fuscipes en fonction des biotopes.. 197

Figure 7 : Activité journalière des femelles mâles de G. fuscipes fuscipes en fonction des biotopes..... 197

ARTICLE 8 : CONTRIBUTION A L'EVALUATION DE LA DIVERSITE DES VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMOSE HUMAINE AFRICAINE ET DE LEUR ACTIVITE JOURNALIERE DANS LE PARC NATIONAL DE L'IVINDO (NORD EST GABON).....205

Figure 1 : localisation du site d'étude..... 211

Figure 2 : Répartition et abondance relative des familles et sous familles de diptères capturés. 214

Figure 3 : AFC de la distribution des glossines selon les différents biotopes..... 214

<i>Figure 4 : profils d'activité journalière des glossines dans le Parc National de l'Obévindo.....</i>	215
CHAPITRE III : TAUX D'INFECTION DES MOUCHES PIQUEUSES DANS LE PARC NATIONAL DE L'OBÉVINDO	225
ARTICLE 9 : ETUDE PRÉLIMINAIRE DE L'INFESTATION DES GLOSSINES PAR LES TRYPARASOMES DANS LE BAÏ DE MOMBA (NORD-EST GABON)	226
<i>Figure 1 : Localisation du site d'étude</i>	231
<i>Figure 2 : Piège vavoua :(a) Piège Vavoua en activité</i>	232
<i>Figure 3 : Piège Nzi</i>	232
<i>Figure 4 : Densité apparente par piège des glossines capturées/ Apparent density of the captured flies per trap</i>	234
<i>Figure 5 : Répartition spécifique des espèces de glossines capturées.....</i>	235
PARTIE III : DISCUSSION ET CONCLUSION GÉNÉRALE.....	244

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Densités apparentes par piège et par jour de glossines, stomoxes et tabanides et signification des différences entre biotopes</i>	111
<i>Tableau 2 : Résultats globaux de la campagne de piégeage.....</i>	147

RESUME

Les stomoxes, glossines et tabanides sont des diptères hématophages qui représentent aussi bien pour l'homme que pour les animaux, un fléau à la fois par leur nuisance directe, mais également par leur rôle de vecteur potentiel de plusieurs agents pathogènes. Ceux présents dans les parcs nationaux du Gabon demeurent encore mal connus. L'étude de la diversité des diptères hématophages dans le parc national de l'Ivindo et celui de Moukalaba Doudou a permis de montrer que ces milieux sont fortement infestés par plusieurs espèces de mouches piqueuses. Ces dernières sont distribuées de façon hétérogène suivant la saison et les biotopes prospectés. Par exemple, les résultats obtenus dans le parc national de l'Ivindo ont montré que le peuplement des stomoxes est constitué par *Stomoxys niger niger*, *S. omega*, *S. omega* et *S. inornata*. Quant au peuplement des glossines, il était composé de *G. palpalis palpalis*, *G. nashi*, *G. fusca congolensis*, *G. fuscipes fuscipes*, *G. tabaniformis* et *G. frezili*. Les tabanides ont constitué le groupe taxonomique le plus diversifié avec dix-sept espèces représentées par *Tabanus taeniola*, *T. ricardae*, *Chrysops silacea*, *T. gratus*, *T. boueti*, *T. sudeticus*, *T. ruficrus*, *T. par*, *Atylotus albipalpus*, *A. fuscipes*, *T. biguttatus*, *T. brumpti*, *C. longicornis* ; *A. agrestis* ; *Ancala fasciata*, *T. dilitius*, *T. obscufumalus*. De même, les résultats obtenus dans le parc National de Moukalaba Doudou ont permis d'observer diverses situations chorologiques avec notamment six espèces de glossines (*G. fuscipes fuscipes*, *G. nashi*, *G. frezili*, *G. fusca congolensis*, *G. palpalis palpalis* et *G. tachinoides*) et 6 espèces de stomoxes (*S. omega* ; *S. niger niger*, *S. xanthomelas*, *S. niger bilineatus*, *S. calcitrans*, *S. transvittatus*). Par ailleurs, l'étude de l'infection de ces mouches piqueuses par les trypanosomes a permis de montrer que ces insectes, en particulier *Glossina palpalis palpalis* et *Glossina nashi*, sont infestés par *Trypanosoma congolense* et *Trypanosoma vivax*.

Mots clés : Stomoxes, glossines, tabanides, trypanosomes, piège Vavoua, piège Nzi, parcs nationaux, Gabon

ABSTRACT

Stable flies, tabanids and flies are bloodsucking Diptera which represent both for humans and animals, a scourge to both their direct nuisance, but also their role as potential vector of several pathogens. Those present in the National Parks of Gabon remain poorly understood. The study of the diversity of bloodsucking Diptera in the national park, Ivindo and Moukalaba Doudou, has shown that these environments are heavily infested by several species of biting flies. These are distributed heterogeneously according to the season and the habitats surveyed. For example, the results obtained in the National Park of Ivindo have shown that the settlement of stable flies *Stomoxys* consists *Stomoxys niger niger*, *S. omega*, and *S. inornata*. As for the population of tsetse flies, it was composed of *G. palpalis palpalis*, *G. nashi*, *G. fusca congolensis*, *G. fuscipes fuscipes*, *G. tabaniformis* and *G. frezili*. Tabanids were the most diverse taxonomic group with seventeen species represented by *Tabanus taeniola*, *T. ricardae*, *Chrysops silacea*, *T. gratus*, *T. boueti*, *T. sudeticus*, *T. ruficrus*, *T. par*, *Atylotus albipalpus*, *A. fuscipes*, *T. biguttatus*, *T. brumpti*, *C. longicornis*, *A. agrestis*, *Ancala fasciata*, *T. dilitius*, *T. obscurum*. Similarly, the results obtained in the National Park of Moukalaba Doudou have observed various situations chorologic including six species of tsetse (*G. fuscipes fuscipes*, *G. nashi frezili*, *G. fusca congolensis*, *G. palpalis palpalis* and *G. tachinoides*) and 6 species of stable flies (*S. omega*; *S. niger niger*, *S. xanthomelas*, *S. niger bilineatus*, *S. calcitrans*, *S. transvittatus*). Furthermore, the study of the infection of these biting flies by trypanosomes has shown that these insects, especially *Glossina palpalis palpalis* and *Glossina nashi* are infected with *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma vivax*.

Keywords: Stable flies, tsetse flies, tabanids, trypanosomes, Vavoua trap, Nzi trap, national parks, Gabon

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

La diversité biologique ou biodiversité représente l'ensemble des espèces vivantes présentes dans un milieu ou dans un écosystème, les communautés formées par ces espèces et leur niche écologique (Akoma, 2014).

Le vivant fournit nourriture, fibres, principes actifs des médicaments et répond à nos besoins les plus essentiels. Bien que la survie des sociétés humaines dépende principalement des services rendus par les écosystèmes, certains de ces derniers n'ont pas été évalués monétairement et sont donc rarement ou insuffisamment pris en compte par nos modèles économiques. C'est le cas par exemple des parcs nationaux à exploitation touristique mais qui nécessitent un investissement pour leur entretien et sauvegarde. Les activités humaines nécessitant l'exploitation des ressources, affectent l'équilibre entre les différentes composantes des écosystèmes. Il s'agit principalement de leurs impacts sur le cycle de l'eau et sur la biologie des sols, par un prélèvement excessif qui entraîne une modification des biotopes, appauvrisse la biodiversité à un rythme sans précédent. Ceci va à l'encontre du développement durable et compromet le bien-être, voire la survie, de l'humanité. Face à cette situation d'urgence, la convention sur la diversité biologique (CDB), adoptée lors du Sommet de Rio en 1992, marque un tournant dans le droit international. Elle fixe trois objectifs 1) la conservation de la biodiversité, 2) l'utilisation durable des espèces et des milieux naturels et 3) l'accès et le partage juste et équitable des bénéfices issus de l'utilisation des ressources génétiques.

À l'échelle africaine, une stratégie thématique sur la conservation de la biodiversité a été fortement prise en compte par les politiques nationales. Cette stratégie se matérialise par les mises en place des parcs nationaux ou aires protégées (Mavoungou ; 2007). Par exemple au Gabon, pays d'Afrique tropicale, le gouvernement avait défini en 2002 une nouvelle orientation dans la politique de gestion des écosystèmes avec la mise en place d'un réseau de treize (13) parcs nationaux (figure 1) (Vande, 2006 ; 2012). Plus de 10% de la superficie du Gabon leur est consacrée afin de préserver la biodiversité, de promouvoir l'écotourisme en vue de la diversification de son économie et de renforcer les recettes de l'état par des ressources renouvelables (Mavoungou ; 2007).

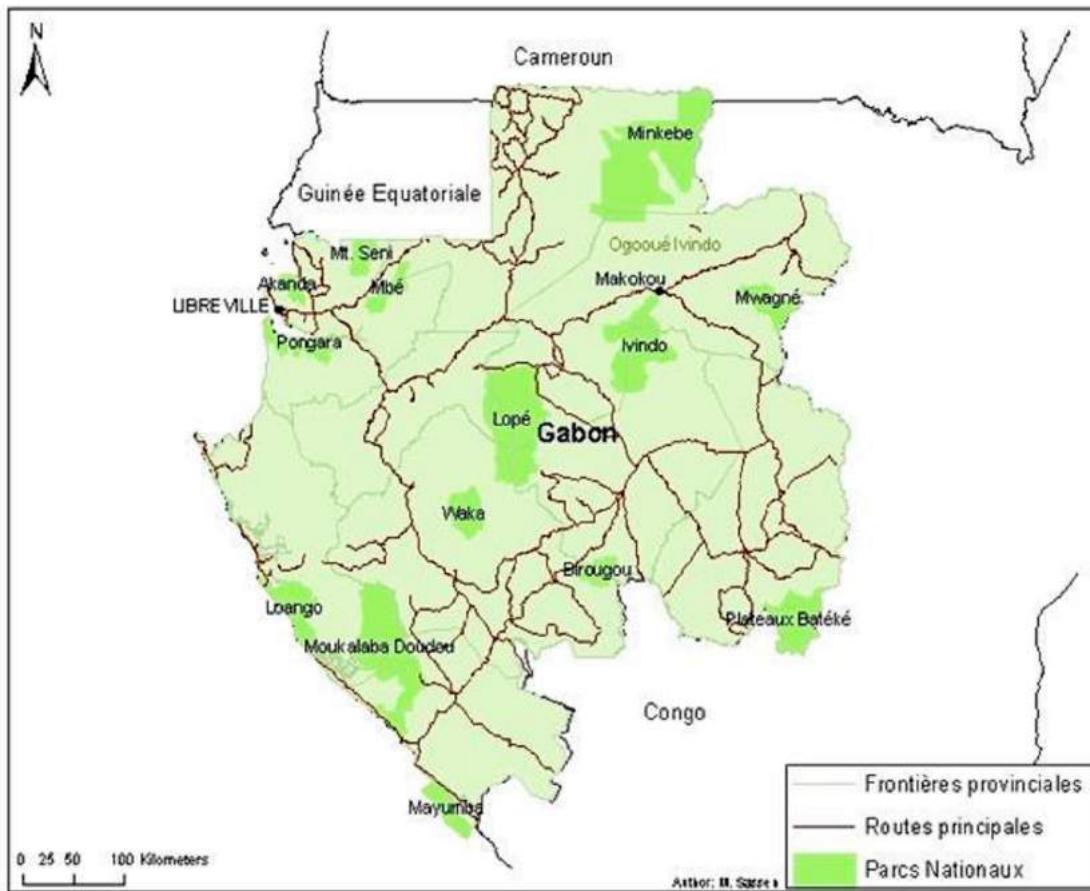


Figure 1 : Situation géographique des parcs nationaux (Mavoungou, 2007)

Dans ces parcs nationaux, les animaux sont protégés et, par voie de conséquence, la taille des populations animales va augmenter et les contacts entre populations humaines et animales seront facilités avec la venue importante de touristes mais aussi avec les populations locales due aux activités connexes au tourisme (Mavoungou *et al.* 2008, 2012). Cette fréquentation des hommes dans ces milieux va ouvrir la voie à leur contamination et à leur pollution mais également soumettra la population humaine à l'exposition des agents pathogènes véhiculés par les animaux porteurs. Par ailleurs, avec les changements globaux (déprédition des terres, etc.), l'une des conséquences probables de cette fréquentation pourrait être l'exposition croissante des populations humaines et animales aux agents pathogènes transmis aux unes et aux autres et vice-versa par des vecteurs. En effet, les changements des aires de distribution des insectes vecteurs d'agents pathogènes augmenteraient la probabilité de rencontre hôte-vecteur et donc favoriseraient les échanges de pathogènes entre l'homme, la faune, et le milieu (Shope 1991, Haines 1991, Epstein *et al.* 1993, Dibakou *et al.*, 2015 ; Mounioko *et al.*, 2015).

Parmi les insectes vecteurs signalés dans nos régions, les insectes hématophages, et en l'occurrence les stomoxes, glossines et tabanides, sont à considérer à cause de leur abondance, leur fréquence mais également par leur rôle de vecteurs d'agents pathogènes à l'homme et aux animaux. En effet, ces insectes, en raison de leur hématophagie, sont impliqués dans la transmission biologique et/ou mécanique de plusieurs agents pathogènes dont les trypanosomes, les filaires, etc (D'Amico *et al.*, 1996 ; Desquesnes & Dia, 2003a ; Desquesnes & Dia, 2003b ; Dumas, 2009 ; Koné *et al.*, 2011). Par exemple, les glossines sont responsables de la trypanosomose humaine Africaine (THA) chez l'homme ou maladie du sommeil (Abila *et al.*, 2008) et de la trypanosomose animale Africaine (TAA) ou Nagana chez les animaux (OMS, 1998 ; Courtin *et al.*, 2005 ; Kaba, 2006 ; WHO, 2006 ; Allou *et al.*, 2009). Quant aux tabanides, ils sont vecteurs de la filariose à *Loa loa* dans de nombreux pays du Bassin du Congo dont le Gabon, le Cameroun, le Congo (Fain, 1978 ; 1981, Van Hoegaerden *et al.*, 1987 ; Touré *et al.*, 1998, 1999 ; Baldacchino *et al.*, 2013). En ce qui concerne les stomoxes, ils transmettent de nombreux parasites aussi bien à l'homme qu'à l'animal (D'Amico *et al.*, 1996 ; Doutoum *et al.*, 2002 ; Mramba *et al.*, 2007 ; Mavoungou *et al.*, 2012). Ces stomoxes sont connus dans la transmission de l'anémie infectieuse équine, de la fièvre porcine africaine, des fièvres à West Nile ou de la Vallée du Rift, rickettsies (*Anaplasma*, *Coxiella*), *Trypanosoma spp*, *Besnoitia spp*. Certaines espèces sont également impliquées dans la transmission d'*Onchocerca* et de *Dirofilaria* (Baldacchino *et al.*, 2013a). Ainsi, connu pour leur rôle de vecteur biologique et/ou mécanique, ces insectes constitueront ainsi le maillon nécessaire pour les transmissions des agents pathogènes dans un système vectoriel (figure 2).

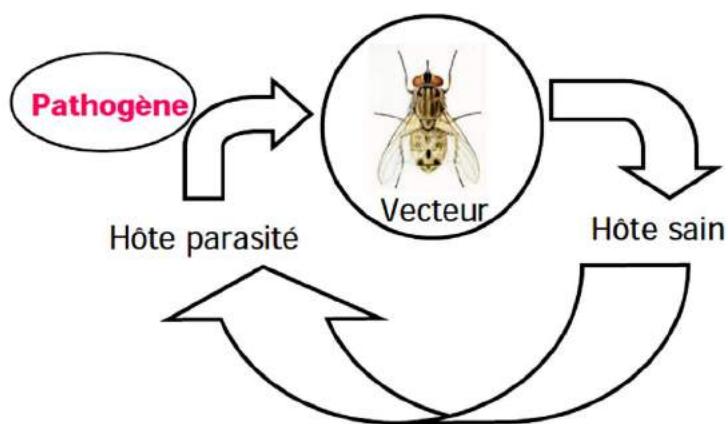


Figure 2 : Schéma de transmission biologique ou mécanique des pathogènes (Mavoungou, 2007)

Par ailleurs, la connaissance de la biodiversité constitue un préalable indispensable à son évaluation et à sa prise en compte dans les politiques sectorielles et les choix d'aménagement en vue de la valorisation économique des écosystèmes (Kohagne *et al.*, 20011) notamment ceux à caractère touristique. La connaissance sur les mouches piqueuses, vectrices des pathogènes, qui sont l'une des composantes majeures de la biodiversité au Gabon, en particulier dans les aires protégées devient un enjeu majeur pour la mise en valeur des parcs nationaux. Or, les informations sur ces mouches sont peu documentées et mal connues (Vande, 2006, Mavoungou, 2007 ; Vande 2012). De plus, des données sur la répartition, les risques de diffusion des pathogènes, les vecteurs et sur leur évolution, sont nécessaires à la prise de décision et pour l'attractivité de l'exploitation économique de ces parcs nationaux. Pour ces raisons, il a été nécessaire d'entreprendre des études sur les interactions milieux-vecteurs-faune. L'intégration des connaissances qui en découleront, permettra d'une part à l'élaboration d'une carte de leur distribution et de stratégies de contrôle et de lutte contre ces insectes nuisibles. Et d'autre part à la mise en place d'un guide de prévention des risques de transmission de maladies (zoonoses) et de protection à long terme de la valeur multiple des parcs nationaux au Gabon à rentabilité économique.

Par ailleurs, dans une approche systémique, le fonctionnement du système vectoriel est souvent très complexe et son efficacité est fortement dépendante des conditions environnementales (Figure 3). En effet, les facteurs abiotiques (température, pluviométrie, humidité, etc.) et biotiques (animaux, pathogènes, etc.) sont déterminants dans la biologie et la dynamique de populations des différents acteurs du système vectoriel (Mavoungou *et al.*, 2007). Les modifications écologiques engendrées par l'action anthropique (exploitation du bois, ouverture de la forêt pour exploiter le pétrole, le fer, etc.) ne seront pas sans conséquences sur l'écologie des insectes vecteurs (Leclerq, 1967). Aussi, tenir compte de toutes ces composantes dans la compréhension de la transmission d'agents pathogènes à l'homme et aux animaux par les mouches piqueuses est indispensable dans la mise en place d'une stratégie de lutte antivectorielle durable.

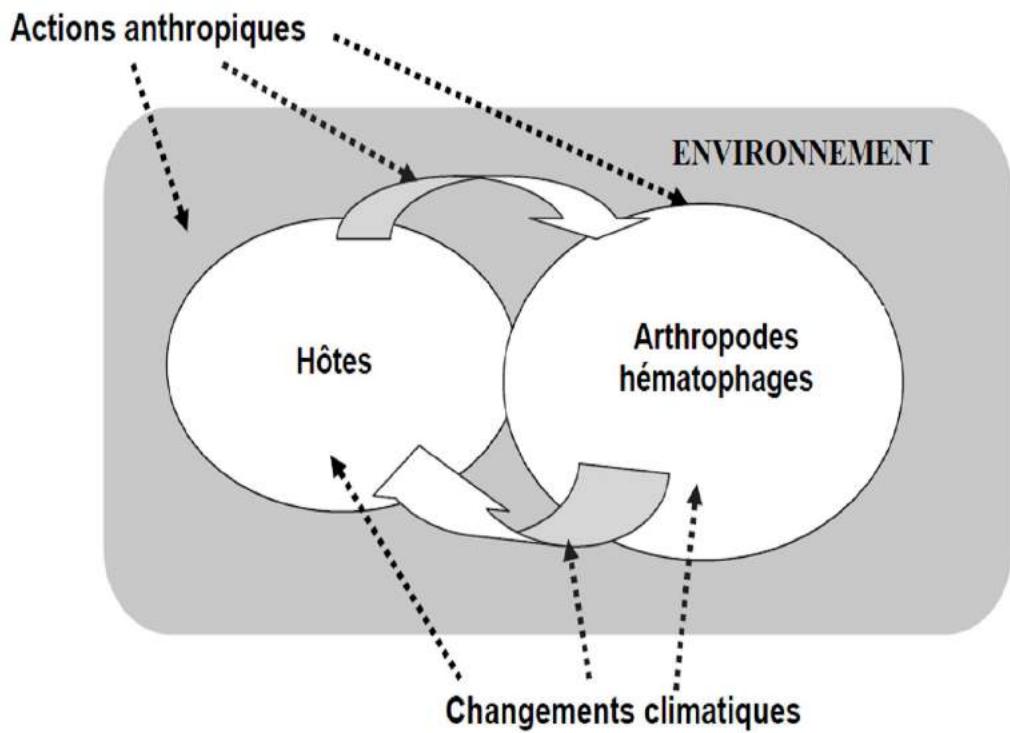


Figure 3 : Schéma d'approche systémique du fonctionnement du système vectoriel

Il est donc évident que les études sur la répartition et l'abondance relative des différences espèces d'insectes piqueurs, les variations saisonnières de leur abondance, leurs préférences écologiques et leur potentiel rôle vecteur sont des éléments nécessaires à l'élaboration des stratégies de contrôle spécifique, spatialement ciblées et adaptées aux conditions du milieu. L'intégration de toutes les composantes du milieu est indispensable pour comprendre l'impact réel que peuvent avoir ces insectes piqueurs sur la valorisation économique des parcs nationaux à travers l'écotourisme.

Compte tenu des raisons évoquées ci-dessus, il a été nécessaire d'entreprendre des études sur les interactions milieux-vecteurs-faune dans deux parcs nationaux à fort potentiel écotouristique à savoir le parc national de l'Ovindo situé dans la partie nord-est du Gabon et celui de Moukalaba Doudou se trouvant au sud-ouest du pays. Les connaissances qui découlent de ces études conduiront à l'élaboration de stratégies de contrôle contre ces insectes vecteurs et à la mise en place d'un guide de prévention contre les risques de transmission des agents pathogènes.

Dans cette étude, les mouches piqueuses ont été étudiées au travers des modèles glossines, stomoxes et tabanides dans deux parcs nationaux à savoir le Parc National de l'Okendo et celui de Moukalaba Doudou.

L'objectif général de ce travail a été d'améliorer nos connaissances sur les mouches piqueuses (glossines, stomoxes et tabanides) et d'explorer leur rôle vecteur dans la transmission des pathogènes dans le parc national de Moukalaba Doudou et celui de l'Okendo.

Ainsi, cinq objectifs spécifiques ont été retenus :

- 1) Inventaire des glossines, stomoxes et tabanides dans le PNI et PNMD ;
- 2) Analyser les variations temporelles en fonction des saisons de l'abondance de ces espèces en fonction de la saison dans ces parcs ;
- 3) Ecodistribution des tabanidés, glossines et stomoxes le long d'un transect forêt primaire-village au Gabon afin de comprendre la distribution de ces insectes dans et autour des parcs ;
- 4) Evaluation du rôle épidémiologique des diptères hématophages en étudiant le taux d'infection des glossines et de leur activité journalière dans le Parc National de l'Okendo dans le PNMD.
- 5) La conjonction entre l'émergence de maladies vectorielles, la nécessité de conserver et de valoriser les milieux naturels implique de comprendre les relations entre ces espèces de mouches piqueuses et leurs hôtes potentiels dans les divers habitats qui caractérisent les deux parcs prospectés. Ainsi, une comparaison a été faite entre les milieux prospectés dans ces parcs nationaux.

La conjonction entre l'émergence de maladies vectorielles, la nécessité de conserver et de valoriser les milieux naturels implique de comprendre les relations entre ces espèces de mouches piqueuses et leurs hôtes potentiels dans les divers habitats qui caractérisent les deux parcs prospectés.

La présentation de ce manuscrit s'articule en trois parties :

1. La première partie est constituée de la présentation des modèles d'étude (glossines, stomoxes et tabanides) ; d'un parasite transmis par ces vecteurs (le trypanosome), du Gabon (pays d'étude) et des sites prospectés.

2. La deuxième partie est consacrée aux études réalisées. Elle est subdivisée en trois chapitres qui présentent la méthodologie utilisée et les résultats obtenus dans chacun des objectifs spécifiques.
3. La dernière partie porte sur la discussion générale, la conclusion et les perspectives.

PARTIE I : PRESENTATION GENERALE

**CHAPITRE 1 : PRESENTATION DES MODELES D'ETUDE : STOMOXES,
GLOSSINES ET TABANIDES**

1.1. LES STOMOXES

Les stomoxes (Diptera : Muscidae) sont des insectes communément appelés mouches piqueuses qui se prennent un repas sanguin pour la maturation de leurs œufs (Mavoungou, 2007). Ils appartiennent à la sous-famille des *Stomoxyinae* (Zumpt, 1973).

1.1.1 Morphologie générale

Les stomoxes sont des insectes piqueurs dont les deux sexes sont hématophages (Desquesnes *et al.*, 2005). Ils forment une sous-famille aux caractères morphologiques et comportementaux bien définis (Masmeatathip *et al.*, 2006a). Ce sont des mouches de 3 à 10 mm de longueur (Figure 1) ayant l'aspect d'une mouche domestique (*Musca domestica* Linné, 1758) mais possédant un appareil buccal (proboscis ou trompe) de type piqueur suceur dirigé vers l'avant dans l'axe du corps et capable de percer la peau des animaux ou de l'Homme. Le corps est légèrement velu à coloration terne. L'abdomen est grisâtre à jaunâtre avec des taches foncées irrégulières (Hewitt, 1910).

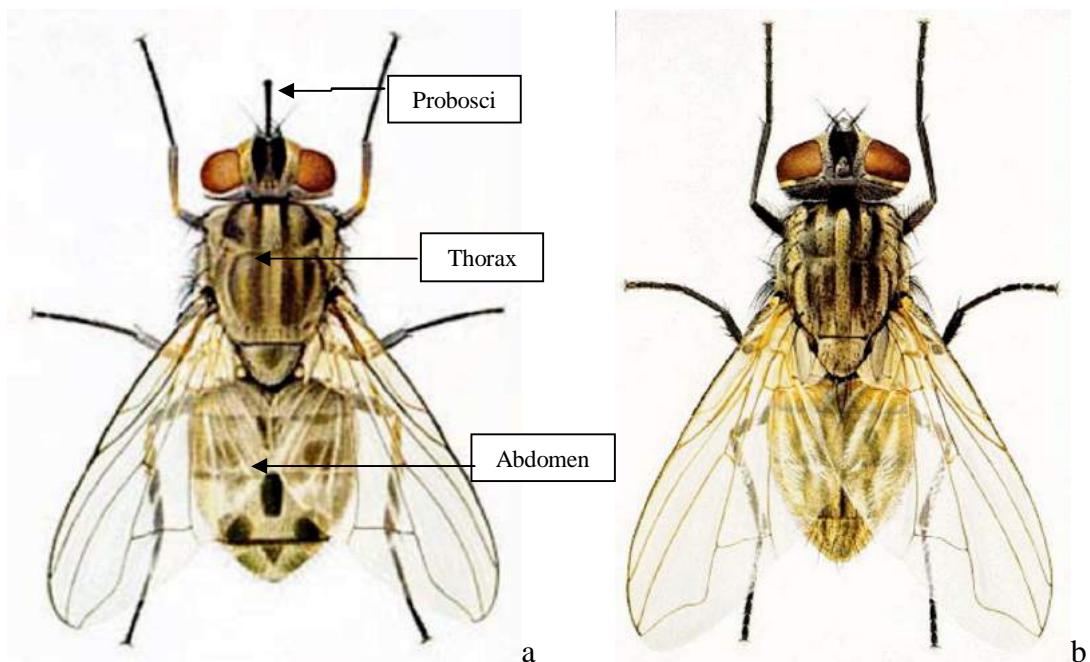


Figure 1: *S. calcitrans* (a) et *M. domestica* (b)

1.1.2 Systématique, répartition géographique

La sous famille des *Stomoxyinae* regroupe dix (10) genres dont les plus importants sont *Haematobosca* Bezzi, 1907 ; *Haematobia* Lepeletier et Serville, 1828 ; et *Stomoxys* Geoffroy, 1762 (Zumpt, 1973).

Le genre *Stomoxys*, originaire de l'ancien monde, comprend dix huit (18) espèces appelées communément stomoxes. Alors que *Stomoxys calcitrans* (Linné, 1758) est une espèce cosmopolite, les dix sept (17) autres ont des aires de distribution plutôt africaine et/ou asiatique. En effet, quatre (4) espèces sont d'origine orientale (*S. indicus*, *S. uruma*, *S. bengalensis*, *S. pullus*). *S. sitiens* se retrouve en Afrique et en Asie, les autres espèces sont toutes africaines. Il s'agit de *S. varipes*, *S. chrosomus*, *S. inornatus*, *S. boueti*, *S. transvittatus*, *S. pallidus*, *S. luteolus*, *S. xanthomelas*, *S. omega*, *S. stigma*, *S. taeniata*, *S. niger*. Présente sur une large partie du continent africain, *S. n. niger* est l'espèce de stomoxe la plus commune dans la région afrotropicale (Zumpt, 1973), en Ouganda (Kangwagye, 1974), en Tanzanie (Charlwood & Sama, 1996). Elle a été introduite, depuis le continent africain, à Madagascar, à l'île de la Réunion et l'île Maurice (Zumpt, 1973).

Malgré l'importance du genre *Stomoxys*, aucun travail exhaustif relatif à ce groupe n'a été effectué depuis le travail de révision systématique de Zumpt (1973). Toutefois, l'essentiel des informations relatives à la biologie de ces insectes provient des études réalisées sur *S. calcitrans* et sur *S. niger niger* Macquart, 1851 (Ramsamy, 1979 ; Charlwood & Sama, 1996; Garros *et al.*, 2004 ; Gilles *et al.*, 2005a, 2005b, 2005c). Plus récemment, une étude préliminaire réalisée par Masmeatathip *et al.* (2006a, 2006b) décrit succinctement l'écologie de quelques espèces de *Stomoxys* en Thaïlande. Au Gabon, ces informations proviennent des travaux réalisés par Mavoungou (2007) et ont montré la présence de sept (7) espèces ou sous espèces : *S. inornatus*, *S. transvittatus*, *S. xanthomelas*, *S. omega*, *S. n. niger*, *S. niger bilineatus*, *S. calcitrans*.

La diagnose d'espèce de stomoxes se fait sur de nombreux caractères morphologiques, en particulier la variabilité des motifs abdominaux (Zumpt, 1973). Par exemple, *S. calcitrans* mesure 4 à 7 mm, possède un abdomen ponctué de taches noires de forme arrondie et un trait noir médian discontinu plus large que celui de *S. niger*. D'une longueur de 5 à 7 mm, *S. niger niger* possède un abdomen rayé de bandes noires perpendiculaires à l'axe du corps et un trait noir médian discontinu (Figure 2).

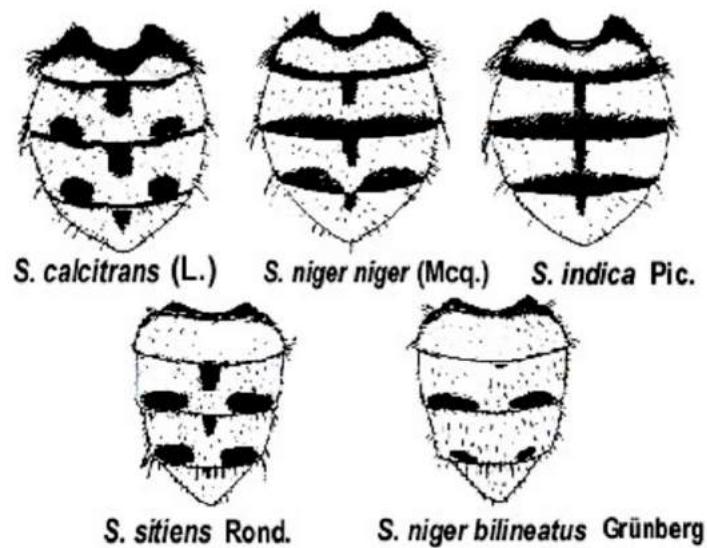


Figure 2 : Dessins des tergites abdominaux permettant de différencier certaines espèces de Stomoxes (Zumpt, 1973)

Par ailleurs, un autre caractère distinctif a été mis en évidence par Garros *et al.* (2004). En effet, les palpes maxillaires de *S. n. niger* mesurent le double de ceux de *S. calcitrans*. De plus, chez les stomoxes, l'écartement des yeux au niveau de l'apex de la tête est plus faible chez les mâles que chez les femelles (Figure 3).

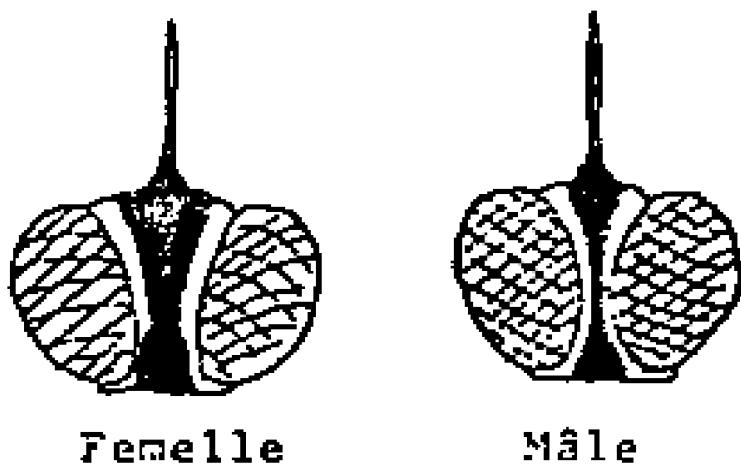


Figure 3 : Ecartement des yeux au niveau de l'apex de la tête chez les femelles et les mâles (Barré, 1981).

L'appareil piqueur rigide, le proboscis (Figure 4), est composé de trois longues pièces fortement sclérisées, non rétractiles: un labium (lèvre inférieure), un labre (lèvre supérieure) et un hypopharynx formant deux tubes (Zumpt, 1973). Par ailleurs, ce genre se distingue des autres genres de *Stomoxyinae* par les palpes maxillaires qui mesurent approximativement 1/3 du proboscis et par des antennes à arista ne portant des soies que sur la face dorsale (Dsouli, 2009).

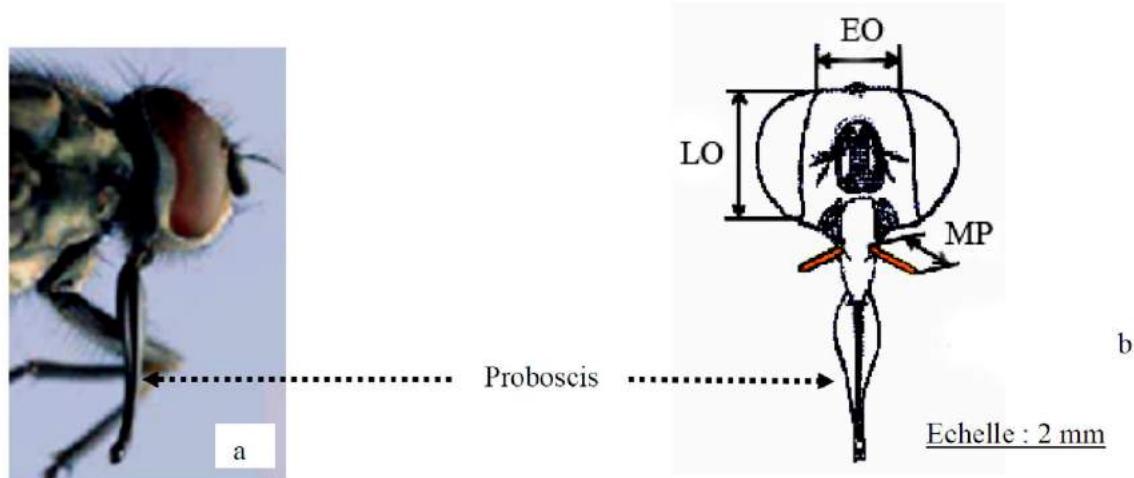


Figure 4 : (a) Tête de *Stomoxys calcitrans* (L.) et (b) schéma des mesures pour le calcul de l'index frontal. Index frontal = EO/LO avec EO = largeur de l'espace interoculaire au vertex, LO = plus grande longueur de l'œil, et MP = longueur du palpe maxillaire (Garros et al., 2004)

1.1.3 Accouplement, Cycle de développement et oviposition

L'accouplement chez les stomoxes peut avoir lieu en vol ou lorsque les femelles sont au repos. Le temps moyen de copulation est d'environ 5 minutes et le positionnement des ailes des femelles réceptives semble être un paramètre important pour l'orientation des mâles (Anderson, 1978). Un même mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles mais cette dernière ne peut s'accoupler qu'avec un seul mâle (Hafez & Gamal-Eddin, 1959a). Ce dernier doit avoir digéré au moins un repas de sang de vertébré avant d'être capable d'inséminer une femelle avec succès (Anderson, 1966).

Le cycle de développement des stomoxes comprend six (6) stades (Figure 5): l'œuf, trois stades larvaires, la nymphe et l'adulte (Ross et al., 1982). La durée de chaque stade est fonction de la température et de l'humidité (Lysyk 1998, Gilles, 2005).

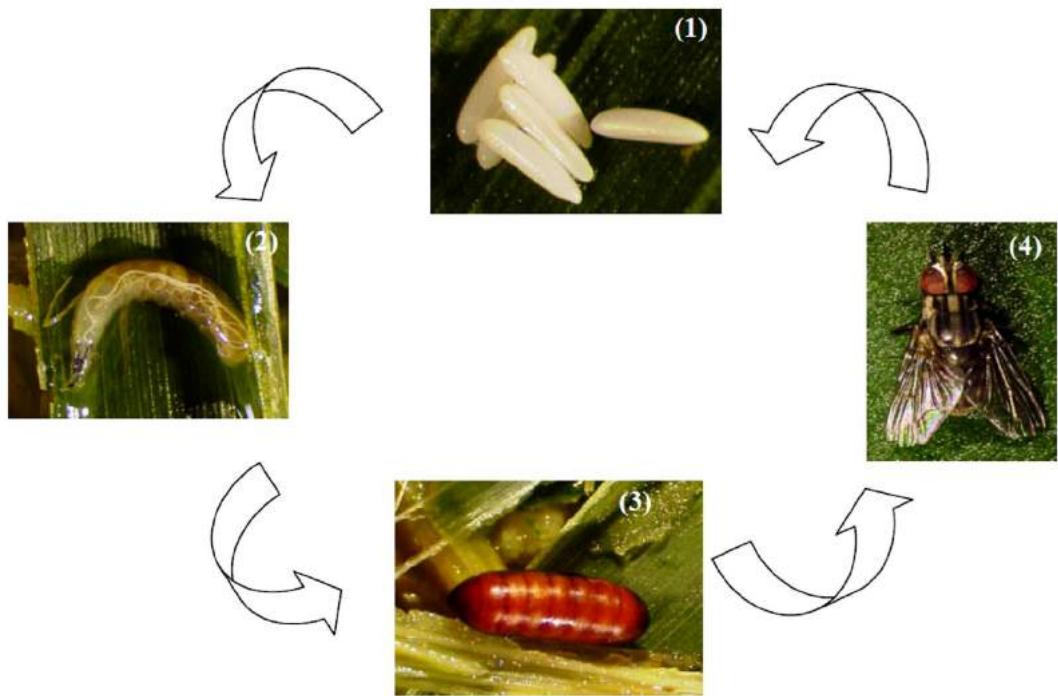


Figure 5 : cycle de développement des stomoxes : (1) l'œuf (environ 1 mm), (2) la larve (au stade L3 mesurant jusqu'à 1cm), (3) la pupe renfermant la nymphe (4 à 7 mm) et l'imago (5 à 7 mm). (Gilles, 2005)

L'œuf (environ 1 mm) éclot pour donner une jeune larve (stade L1); cette dernière va se développer et subir des transformations (stades L2 et L3). À la fin du stade L3, l'œuf s'immobilise dans la matière organique en décomposition et/ou sur le sol humide et se tasse sur lui-même (Mavoungou, 2007). Le tégument se durcit, formant ainsi une enveloppe, le puparium, renfermant la nymphe qui va subir des modifications internes jusqu'à l'émergence du jeune imago (métamorphose complète). Après émergence, le tégument de l'imago prend sa coloration définitive en 30 minutes environ, le proboscis s'oriente vers l'avant et les ailes se déplient, permettant ainsi à la mouche de s'envoler (Castro, 1967; Itard *et al.*, 2000).

L'accouplement est plus fréquent lorsque les deux sexes sont âgés de 4 à 5 jours. Chez *S. calcitrans*, la maturation de la première ponte exige au moins trois repas de sang (Killough & McKinstry 1965, Sutcliffe *et al.* 1993). En fait, 5 à 6 follicules ovariens se développent simultanément. Quand le premier follicule a achevé son développement (stade V), le second se trouve déjà au stade III et le troisième au stade II; chaque repas de sang permet d'augmenter d'un degré le développement de la première série d'œufs et des follicules qui la

surmontent (Leclercq, 1971). Un repas de sang est nécessaire à la production de chaque nouvelle série d'ufs (Foil & Hogsette, 1994), c'est pourquoi les femelles doivent se nourrir de sang plus fréquemment que les mâles (Barré, 1981 ; Jones, 1992). Les mâles exigent au moins un repas de sang afin de produire le fluide séminal et d'inséminer une femelle avec succès (Foil & Hogsette, 1994). Jones et al. (1992) ont noté que les stomoxes adultes peuvent se nourrir sur le nectar de différentes fleurs, mais ce type de repas est insuffisant pour permettre la reproduction (Jones et al., 1985). Par ailleurs, des expériences faites par Sutherland (1978) sur des *S. calcitrans* adultes ont montré que la diversité des sangs constituant leur régime alimentaire a une nette influence sur la longévité et le potentiel reproducteur de cette espèce. Quand on les nourrit de sang d'herbivores (gros bétail, moutons, chèvres, chevaux et ânes) les adultes pondent plus d'ufs que lorsqu'ils ont reçu du sang d'omnivores (porcs). Le sang des carnivores (chien) est encore moins approprié que celui des omnivores, et les mouches ne pondent pas d'ufs quand on les a nourries de sang de poulet.

Les sites de ponte et de développement larvaire sont très variés et correspondent à de la matière végétale en décomposition. Ils sont souvent associés à de mauvaises conditions sanitaires et à une mauvaise gestion des élevages (gestion des fourrages, des ensilages, des déchets alimentaires, des effluents) (Meyer & Petersen, 1983). Ceci est vrai pour les espèces comme *S. calcitrans* et *S. n. niger*. Les femelles de *S. calcitrans* et *S. n. niger* se déplacent fréquemment pour déposer leurs œufs en petit nombre un peu partout sur le milieu de ponte choisi (Foil & Hogsette, 1994). Pour *S. calcitrans*, la matière organique végétale en décomposition, éventuellement mélangée à des déjections animales (tas de fumier, tas d'herbe ou autres végétaux coupés en décomposition, feuilles d'arbres en décomposition, restes d'aliment du bétail en décomposition, balles de foin stockées dans les champs, etc.), constitue le site de ponte de prédilection (Barré, 1981 ; Lysyk, 1993). Les déjections pures d'animaux sont moins attractives (Zumpt, 1973, Foil & Hogsette, 1994). Le milieu de ponte doit être friable, poreux, avoir un fort taux d'humidité, et une température comprise entre 15 et 30°C (Hafez & Gamal-Eddin, 1959a). *S. n. niger* pond dans un substrat végétal en décomposition, notamment les amas de feuilles de canne à sucre laissés sur le sol après la coupe (Kunz & Monty, 1976).

Plusieurs travaux ont évalué l'influence de la température sur les traits d'histoire de vie de *S. calcitrans* (survie et temps de développement des immatures, longévité et reproduction des adultes) (Berry *et al.*, 1976, 1977, 1978; Gilles *et al.*, 2005 a, 2005b; Kunz *et al.*, 1977; Lysyk & Krafur, 1993; Lysyk, 1995, 1998).

Sutherland (1979) a montré que la période de pré-oviposition la plus courte était de 4,3 jours à 30°C et la plus longue de 11,7 jours à 20°C. Les imagos de *S. calcitrans* ont une longévité optimale pour une température comprise entre 15 et 20°C et cette durée diminue nettement en-dessous et au-dessus de cette gamme de températures (Sutherland 1979, Lysyk, 1998). La fécondité des femelles de *S. calcitrans* dépend également de la température. Selon Lysyk (1998), les femelles pondraient au cours de leur existence moins de 30 œufs à 15°C et plus de 700 œufs à 25°C. Chez *S. calcitrans*, la durée moyenne pour passer de l'œuf à l'adulte est inversement proportionnelle à la température ; il faut plus de 60 jours à 15°C et moins de 12 jours à 30°C, la durée minimale étant observée à 31°C (Lysyk, 1998). Sutherland (1979) montre que la température optimale pour l'incubation des œufs est de 30°C mais une température de 45°C est létale. Les études conduites au laboratoire par Hafez & Gamal-Eddin (1961) et Berry *et al.* (1978) ont permis de mettre en évidence le comportement des larves de *S. calcitrans*. Les larves cherchent une humidité proche de la saturation, une température de 15 à 30°C et sont fortement attirées par l'odeur de fèces de cheval ou de vache, et de certains produits comme l'ammoniaque, l'éthylamine, la triméthylamine et l'acétone. À l'approche de la pupaison, les larves préfèrent une humidité de 75 à 83% et une température de 15 à 25°C. McPheron & Broce (1996) ont déterminé les paramètres des sites préférentiels de pupaison chez *S. calcitrans*. Les pupes de *S. calcitrans* tolèrent apparemment des températures comprises entre 20°C et 30°C. Globalement, Lysyk (1998) montre que la survie des immatures est maximale à 20-22°C. *S. calcitrans* semble passer l'hiver à tous les stades de développement (Sømme, 1961, Berry *et al.* 1978 ; Berkebile *et al.*, 1994) et se développe lentement dans des milieux permettant d'échapper aux basses températures. Il n'y a pas de vraie diapause (Sømme, 1961 ; Lysyk 1998). Chez *S. n. niger*, les informations relatives au cycle de vie sont éparses (Moutia, 1928 ; Monty, 1972 ; Gilles 2005a).

Des études réalisées sur l'île de la Réunion par Gilles *et al.*, (2005b) sur *S. niger* et *S. calcitrans*, ont montré que la survie des immatures est similaire chez les deux espèces. Aussi, la survie de ces immatures dépend de la température. En effet, c'est le stade œuf qui est le plus sensible à 15°C et le stade pupe à 35°C. La durée de développement des immatures est

similaire chez les deux espèces et varie de 71 jours (15°C) à 13 jours (30-35°C) pour *S. calcitrans* et de 69 jours (15°C) à 14 jours (30-35°C) pour *S. niger*. La survie des immatures est toujours plus élevée chez *S. calcitrans* que chez *S. niger*. Gilles *et al.*, (2005c) ont montré aussi que la longévité des adultes est maximale à 15°C chez ces deux espèces (*S. calcitrans* et *S. niger*).

1.1.4 Préférences trophiques, comportement et dispersion

Chez les stomoxes, le choix de l'hôte dépend de la couleur, de l'épaisseur du pelage, des odeurs, des mouvements et de la taille de l'animal. En effet, les hôtes préférentiels de *S. calcitrans* sont les gros mammifères à sang chaud comme les bovidés et les équidés. Des études conduites par Hafez & Gamal-Eddin (1959b) en Egypte ont montré que les préférences trophiques de *S. calcitrans* sont, par ordre décroissant d'intérêt, les ânes, les chevaux, les buffles, les vaches, les chameaux, les moutons et les chèvres. Toutefois, dans certaines conditions l'Homme peut être source d'alimentation pour *S. calcitrans* (Hogsette *et al.* 1981).

Suivant les espèces et la saison, les stomoxes adultes se rapprochent de leurs hôtes préférentiels deux à trois fois chaque jour pour prendre un repas de sang pendant 2 à 30 minutes (Hafez & Gamal-Eddin, 1959b; Kunz & Monty, 1976; Lysyk, 1995; Schofield & Torr, 2002). Ils préfèrent généralement se nourrir sur les parties inférieures des animaux (les bovins, les chevaux, les porcs, les moutons et les ânes) en particulier au niveau des membres antérieurs (Dougherty *et al.*, 1995). Dans ces endroits, le pelage est plus fin et les vaisseaux sanguins sont plus proches de la surface de la peau. Dans certaines situations, surtout en période de pullulation, les stomoxes peuvent se nourrir sur les flancs ou le dos de leurs hôtes y compris l'Homme (Hogsette *et al.*, 1981 ; Hogsette *et al.*, 2008).

Les stomoxes sont capables de parcourir de grandes distances à la recherche de nourriture (Bailey *et al.*, 1979). En effet, Hogsette *et al.* (1987) ont montré que des *S. calcitrans* avaient volé plus de 5 kilomètres à la recherche d'un repas de sang. Par ailleurs, des stomoxes marqués ont été retrouvés à plus de 100 kilomètres de leur lieu de marquage (Foil & Hogsette, 1994).

Les stomoxes ont une activité journalière, uni ou bimodale selon l'environnement. Une étude conduite par Masmeatathip *et al.* (2006a) a montré une différence d'activité entre *S. calcitrans* et les autres espèces de Thaïlande. Ainsi, *S. sitiens* et *S. indicus*, présentent un pattern d'activité principalement crépusculaire (Zumpt, 1973). Par ailleurs, une autre étude

conduite au Gabon par Mavoungou *et al.* (2007) a montré une activité diurne pour *S. calcitrans*, *S. n. niger*, *S. n. bilineatus*, *S. transvittatus* et *S. inornatus*. Mais *S. omega* a une activité crépusculaire, souvent bimodale. En outre, l'activité des stomoxes varie probablement en fonction du paysage (forêt primaire, forêt secondaire, milieu anthropisé, clairière forestière ; etc.), du climat (température, humidité, l'ensoleillement ; etc.), et de l'état physiologique des insectes (Simmond, 1944; Kangwagye, 1973; La Breque *et al.*, 1975; Charlwood & Lopes, 1980; Mavoungou, 2007). Aussi, sur un transect village - forêt primaire en passant par la forêt secondaire, Mavoungou *et al.* (2007) ont montré que la composition de la communauté d'espèces de stomoxes dépendait du paysage. Les abondances les plus élevées ont été obtenues dans les zones de forêt secondaire, de bords de piste ou d'écotones forêt-savanes incluses. Ainsi on a pu noter des espèces anthropophiles près des villages et des espèces « sauvages » en zones forestières.

1.1.5 Rôle pathogène des stomoxes

Les stomoxes sont des diptères piqueurs hématophages et prennent des repas de sang interrompus, changeant d'hôte au cours d'un même repas. Ce mode d'alimentation en fait des insectes nuisibles, vecteurs (mécaniques et/ou biologiques) potentiels d'agents pathogènes et a des conséquences épidémiologiques graves pour les animaux et pour l'homme (Leclercq, 1971 ; Zumpt, 1973). En effet, les stomoxes causent des pertes économiques importantes dans les élevages de bétail, par leurs **effets pathogènes directs** (pertes de poids et de production laitière, baisse des défenses immunitaires), ou par leur rôle dans la transmission d'agents pathogènes (virus, bactéries, protozoaires et helminthes), et en raison des coûts engendrés par la lutte anti-stomoxes (Campbell *et al.*, 1987 ; D'Amico *et al.*, 1996). Aux Etats-Unis, les pertes économiques infligées par les stomoxes à l'industrie du bétail ont été évaluées entre 100 et 400 millions de dollars par an (Kunz *et al.* 1991 ; Foil & Hogsette 1994).

Parmi les **conséquences directes** de la présence des stomoxes autour du bétail, on peut citer l'anxiété induite par le harcèlement, une spoliation sanguine importante, une diminution des défenses immunitaires des animaux permettant l'expression de maladies latentes, une diminution de la production de lait et une perte de poids de 10 à 25 %. En Illinois, Bruce & Decker (1958) et Miller *et al.* (1973) ont mis en évidence des corrélations négatives significatives entre l'abondance de *S. calcitrans* et la quantité de lait produite d'une part, et sa teneur en graisse d'autre part. Campbell *et al.* (1977) ont montré que des génisses exposées pendant 100 jours à des infestations de stomoxes (50 à 100 mouches/animal) ont eu un gain

de poids moyen quotidien inférieur de 13,2% à 20 % en moyenne par rapport aux témoins. Campbell *et al.* (2001) ont montré qu'il est économiquement rentable de traiter les animaux à partir de moins de deux stomoxes par membre antérieur. Des bœufs à l'engraissement exposés à 25 ou 50 *S. calcitrans* par animal et par jour présentent des modifications physiologiques et nutritionnelles indicatrices du stress: une augmentation des rythmes respiratoire et cardiaque ; une cortisolémie élevée de façon intermittente ; une température rectale augmentant chez les bœufs exposés à 50 *S. calcitrans* par jour (Schwinghammer *et al.* 1986). A l'île Maurice, *S. n. niger* est décrite comme un facteur limitant pour la production laitière et celle de viande, causant aux animaux de graves irritations et des pertes de sang importantes pouvant entraîner la mort dans les cas extrêmes (Monty, 1972 ; Kunz & Monty 1976).

Quant aux **conséquences indirectes**, les stomoxes sont impliqués dans la transmission :

1. **de parasites** (protozoaires et helminthes) : plusieurs espèces de stomoxes tels que *S. calcitrans*, *S. niger* et *S. taeniatus* Bigot 1888 sont capables de transmission mécanique de trypanosomes comme *Trypanosoma evansi*, *T. brucei* et *T. vivax* (Mihok *et al.*, 1995; D'Amico *et al.*, 1996 ; Baldacchino *et al.*, 2013). *S. calcitrans* serait aussi impliqué dans la transmission de *Leishmania spp.* (Foil & Gorham, 2000), mais cette observation n'a pas été confirmée. Il a été montré que *S. calcitrans* était aussi hôte intermédiaire d'helminthes du genre *Habronema*, parasites de la paroi stomachale des chevaux (Zumpt, 1973, Baldacchino *et al.*, 2013).
2. **de bactéries** tels que *Bacillus anthracis*, agent causal de la anthrax ou fièvre charbonneuse (Chantal 1997 ; Baldacchino *et al.*, 2013) et *Dermatophilus congolensis*, agent causal de la dermatophilose (Richard & Pier 1966, Foil & Gorham 2000) et *Anaplasma marginale*, rickettsie qui se multiplie dans les érythrocytes et agent causal de la anaplasmosis (Foil & Gorham 2000 ; Baldacchino, 2013).
3. **de virus**, tels que les *Capripoxvirus* (famille des *Poxviridae*) responsables de la dermatose nodulaire contagieuse, les *Bunyavirus* (*Bunyaviridae*) agents de la fièvre de la vallée du Rift (Hoch *et al.* 1985), les *Pestivirus* (*Flaviviridae*) responsables de la peste porcine africaine (Foil & Gorham, 2000) et les *Lentivirus* (*Retroviridae*) responsables de la anémie infectieuse des équidés (Foil & Issel, 1991). Des observations faites aux Etats-Unis, à l'université de

Montana par Greg Johnson en 2007, ont montré que *S. calcitrans* pourrait être impliqué dans l'amplification et/ou la transmission du virus West-Nile dans la colonie de pélicans étudiée. Enfin, suite à des expérimentations conduites en laboratoire, Eigen *et al.* (2002) ont émis l'hypothèse de l'implication des stomoxes dans la transmission (le passage) du virus HIV des grands singes à l'homme.

1.2. LES GLOSSINES

Les glossines encore appelées mouches tsé-tsé sont des insectes dont les deux sexes sont hématophages (Pollock, 1982). Elles colonisent plusieurs faciès écologiques en Afrique où elles sont responsables de la transmission des trypanosomes, à l'origine de la mort de milliers d'individus et de la disparition de nombreux animaux domestiques (Pollock, 1982 ; Eubezy, 1986 ; Kohagne *et al.*, 2011 ; Acapovi *et al.*, 2013).

1.2.1 Morphologie des Glossines

Les glossines (Figure 6) sont des mouches allongées, robustes, de couleur brune ou noirâtre à brun clair (Pollock, 1992, Cuisance & La Rocque, 2005). Elles ont l'allure générale des *Muscidae* mais se reconnaissent aisément au repos par leurs ailes croisées sur le dos, qui portent « *une cellule en hache* » caractéristique, et leur trompe proéminente située horizontalement dans le prolongement du corps (Kettle, 1995). Plusieurs espèces sont de couleur très sombre et le corps porte en général des taches claires et foncées, ce qui rend, l'insecte difficile à distinguer lorsqu'il est posé sur l'écorce d'un arbre, d'un rocher ou sur le sol. Leur taille varie entre 6 et 16 mm (Desquesnes *et al.*, 2005 ; Cuisance & La Rocque, 2005). Les mâles sont en général plus petits que les femelles.

Comme chez tous les Diptères, le corps des glossines est composé de trois parties :

- **La tête** porte une paire d'yeux composés et une paire d'antenne située sur le front dont chaque antenne porte 3 segments dont le 3^{ème} présente une arista (Troncy *et al.*, 1981) ;
- **Le thorax**, sur lequel est insérée une paire d'ailes hyalines ou légèrement enfumées, porte trois paires de pattes fixées sur la face inférieure. L'aile de la glossine est très caractéristique en son milieu. En effet, les nervures alaires dessinent un espace en forme de hache dite cellule en hache. A leur base se trouve un lobe bien prononcé dont

la pilosité plus ou moins longue et frisée est caractéristique de certains sous-genres et de certaines espèces. Son bord postérieur est très fragile et son niveau d'ouverture est utilisé pour la détermination approximative de l'âge de la glossine. La patte ne porte aucune particularité notable (Laveissière *et al.*, 2000; De La Rocque & Cuisance, 2005);

- Et l'abdomen qui est composé de huit (8) segments, dont sept (7) sont visibles dorsalement (Troncy *et al.*, 1981).



Figure 6 : Morphologie générale d'une glossine (College of Biological Sciences).

1.2.2 Classification des glossines

Les glossines ou mouches tsé-tsé sont des Diptères Brachycères Cyclorrhaphes Schizophores, c'est-à-dire des insectes dont l'imago rompt son puparium par une déchirure circulaire à l'aide d'un sac frontal gonflable appelé le *ptilinum*. Ils appartiennent à la famille des *Glossinidae* et au seul genre *Glossina* Wiedmann, 1830 (Bouyer, 2006) (Figure 7).

Il existe 31 espèces de glossines distribuées en 3 sous-genres ou groupes:

- Le sous-genre *Glossina* sensu stricto (groupe *Morsitans*) (Zumpt, 1935) ; comprend sept (7) espèces ou sous-espèces de taille moyenne (8-10mm). Ce sous-genre regroupe des glossines relativement xérophiles (glossines qui sont présentes dans les milieux pauvres en eau) que l'on rencontre dans les savanes boisées et les forêts éclaircies riches en faune sauvage. Les espèces et sous-espèces de ce groupe ont des tergites abdominaux présentant des taches sombres sur fond clair et dont les deux derniers segments des tarses des pattes

postérieures portent des soies noires. Ce sont les principaux vecteurs de la forme aiguë de la maladie du sommeil qui sévit en Afrique de l'Est. Aussi, ces espèces et sous espèces constituent les vecteurs des trypanosomes aux bovins et transmettent aussi *Trypanosoma brucei rhodesiense* en Afrique orientale. Ces espèces sont :

- *Glossina austeni* Newstead, 1912,
- *Glossina longipalpis* Wiedmann, 1830,
- *Glossina pallidipes* Austen, 1903,
- *Glossina swynnertoni* Austen, 1923.
- *Glossina morsitans centralis* Machado, 1970,
- *Glossina morsitans morsitans* Wiedmann, 1850,
- *Glossina morsitans submorsitans* Newstead, 1911,
- Le sous-genre *Austenina* (groupe *Fusca*) (Townsend, 1921), réunit 15 espèces ou sous-espèces de grande taille (11-16 mm de long) dont l'abdomen a une teinte uniforme brune plus ou moins claire et dont les deux derniers segments des tarses postérieurs sont bruns à noir. Ces espèces et sous-espèces habitent les zones de mosaïque savane/forêt, la forêt dense humide équatoriale et sont difficiles à capturer du fait de leur habitat et de leurs mœurs crépusculaires. De moindre importance sur le plan économique, ces espèces sont moins bien connues (Morlais, 1998). Ces espèces sont constituées par :
 - *Glossina brevipalpis* Newstead, 1911
 - *Glossina fuscipleuris* Austen, 1911
 - *Glossina frezili* Gouteux, 1987
 - *Glossina haningtoni* Newstead and Evans, 1922
 - *Glossina longipennis* Corti, 1895
 - *Glossina medicorum* Austen, 1911
 - *Glossina nashi* Potts, 1955
 - *Glossina severini* Newstead, 1913
 - *Glossina schwetzi* Newstead and Evans, 1921
 - *Glossina tabaniformis* Westwood, 1850
 - *Glossina vanhoofi* Henrard, 1952
 - *Glossina fusca congolensis* Newstead and Evans, 1921
 - *Glossina fusca fusca* (Walker, 1849)

- *Glossina nigrofusca hopkinsi* (Van Emden, 1944)
- *Glossina nigrofusca nigrofusca* (Newstead, 1911)
- Le sous-genre *Nemorhina* Robineau-Desvoidy, 1830 (groupe *Palpalis*) regroupe 9 espèces ou sous-espèces riveraines, inféodées à des biotopes humides et boisés. Elles ont une taille comprise entre 6mm et 10mm. Elles sont caractérisées par des tergites abdominaux bruns noirs et des poils, foncés ou noirs, recouvrant tous les tarses de leurs pattes postérieures. Ces espèces et sous espèces se retrouvent en zone forestière d'Afrique Centrale et de l'Ouest. Elles colonisent facilement des milieux anthropisés comme les plantations de café, de cacao et les bananeraies. Ces espèces sont représentées par :
 - *Glossina caliginea* (Austen, 1911)
 - *Glossina tachinoides* (Westwood, 1850).
 - *Glossina fuscipes fuscipes* (Newstead, 1911)
 - *Glossina fuscipes martinii* (Zumpt, 1935)
 - *Glossina fuscipes quanzensis* (Pires, 1948)
 - *Glossina pallicera pallicera* (Bigot, 1891)
 - *Glossina pallicera newsteadi* (Austen, 1929)
 - *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830)
 - *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1911)

La diagnose au niveau spécifique et subspécifique de ces glossines repose principalement sur les pièces génitales mâles et femelles. Aussi, la classification de toutes ces espèces est basée sur la combinaison de la distribution, de l'habitat et des caractères morphologiques de chacune (Brunhes *et al.*, 1998).

Au Gabon onze espèces ont été identifiées sur les 31 espèces et sous-espèces existant. Il s'agit de *Glossina caliginea* (Austen, 1911) ; *G. frezili* (Gouteux, 1988) ; *G. fusca congolensis* (Newstead et Evans, 1922) ; *G. fuscipes fuscipes* (Newstead, 1910) ; *G. haningtoni* (Newstead et Evans, 1922) ; *G. nashi* (Potts, 1955) ; *G. pallicera (newsteadi* Austen, 1929) ; *G. palpalis palpalis* (Robineau Desvoidy, 1830) ; *G. schwetzi* (Newstead, 1913) ; *G. tabaniformis* (Westwood, 1850) et *G. tachinoides* (Westwood, 1850).

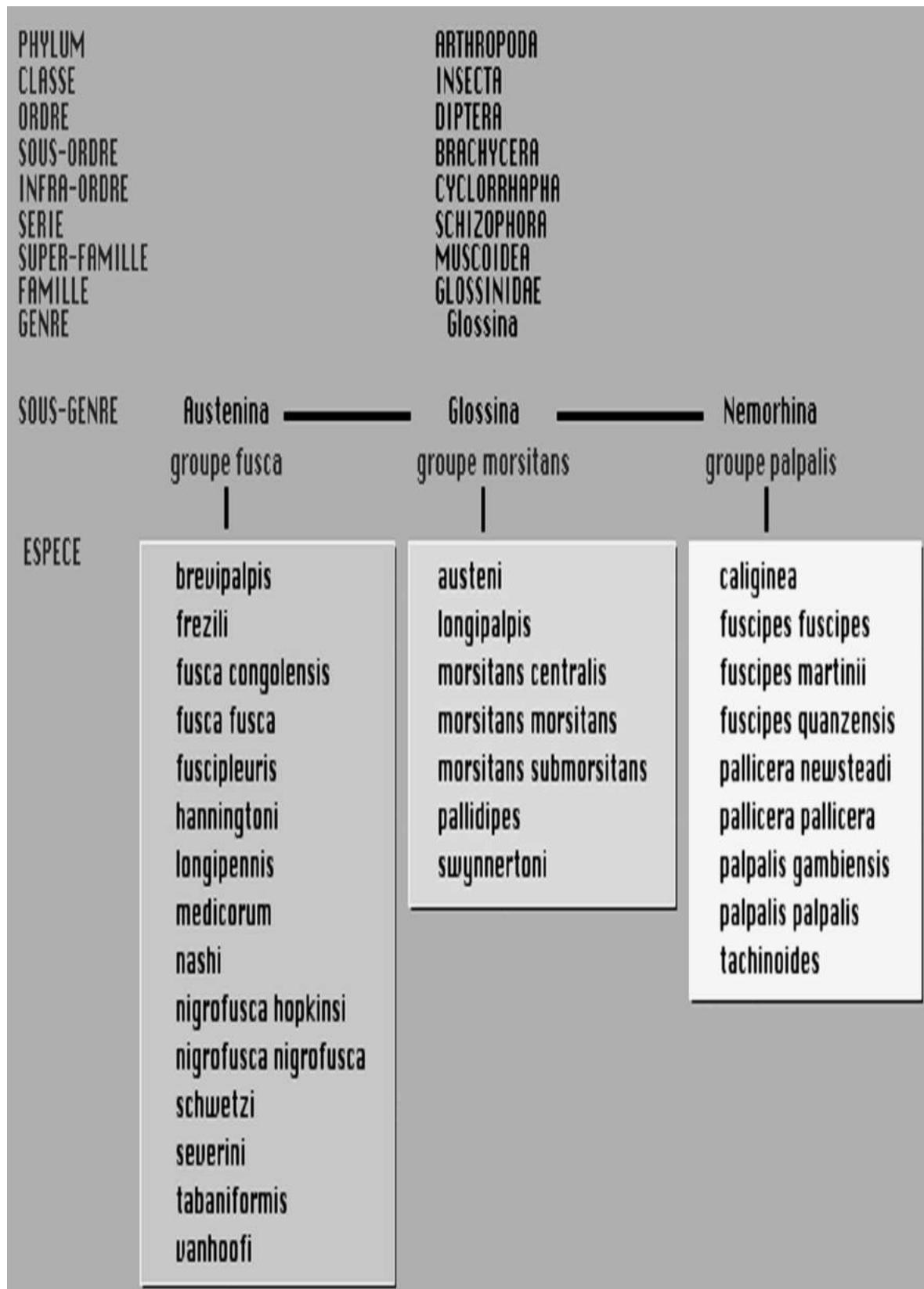


Figure 7: Classification des glossines (extrait du CD « Les Glossines ou mouches tsé-tsé », Logiciel d'identification et d'enseignement, Orstom / Cirad)

1.2.3 Cycle de développement

Chez les glossines, l'appareil génital mâle comprend deux testicules prolongés chacun par un canal déférent (Figure 8 a). Les deux canaux déférents se réunissent en un canal éjaculateur qui débouche dans l'appareil phallique (Minchin *et al.*, 1906). Les mâles éclosent avec une quantité suffisante en spermatozoïdes définitivement constituée et sont sexuellement aptes à l'accouplement vers le 6ème jour après la mue imaginale (Nash, 1955). Chez les femelles les organes génitaux comprennent deux ovaires contenant chacun deux ovarioles (Figure 8b). Les oviductes se réunissent pour former l'oviducte commun qui débouche dans l'utérus. Ce dernier reçoit dans sa partie antéro-dorsale les canaux des spermathèques et des glandes utérines (Hagan, 1951).

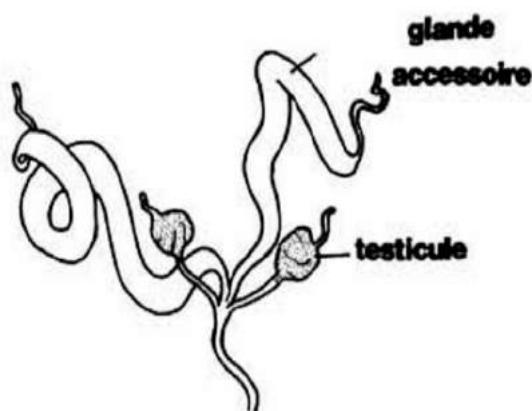


Figure 8 a : Appareil reproducteur mâle de la glossine (Pollock, 1982).

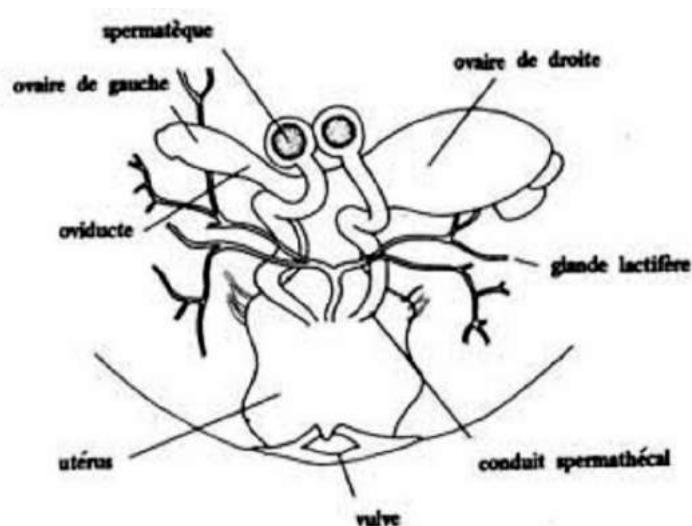


Figure 8 b : Appareil reproducteur femelle de la glossine (Pollock, 1982)

Les glossines ont un cycle de vie long et complexe comprenant une phase larvaire intra-utérine longue de 3 stades larvaires(LI, LII, LIII) restant en position utérine et alimentés par une glande lactifère pendant environ 10 jours ; une phase larvaire dans le milieu extérieur de seulement quelques heures suivie d'une pupaison rapide jusqu'à l'émergence de l'adulte (Figure 9).

L'accouplement a lieu peu de temps après l'émergence des adultes, c'est-à-dire ; vers le 6^{ème} jour après la mue imaginale chez le mâle et, dès le 3^{ème} jour qui suit l'émergence chez la femelle (Nash, 1955). Les femelles ne s'accouplent qu'une fois au cours de leur existence, mais il y a des exceptions ; les mâles peuvent s'accoupler plusieurs fois (Pollock, 1992).

L'œuf fécondé séjourne dans l'utérus pendant quatre jours environ, pendant que se développe la larve du premier stade (LI). Il a une taille environ 1,6 mm (Pollock, 1992). La larve du premier stade (LI), celui qui émerge de l'œuf, augmente de taille jusqu'à 1,8mm. Elle subit une mue en se débarrassant de son ancienne enveloppe ; et passe au deuxième stade larvaire (LII). Ce premier stade larvaire dure environ un jour (Pollock, 1992). Cette larve (LII) subit alors une autre mue et passe au stade larvaire LIII. La larve émise est déposée sur le sol avant la fin du stade III ((Robert & Pell, 1972) et elle pénètre rapidement dans le sol. Et à partir de cet instant le rythme de larviposition est en général de 10 jours (Challier, 1965). En l'espace d'une heure ou deux, la larve LIII se transforme en un petit tonneau, la pupe.

La durée de la pupaison est très variable en fonction de la température (20 à 80 j selon les saisons et les espèces). Elle est en moyenne de 30 jours en élevage à 25°C. Cette durée est plus courte de 2 à 4 j chez la femelle (Itard, 1986, 2000). La pupe évolue normalement en adulte au bout de 4 semaines à 80 jours suivant l'espèce, la saison et la température (Bursell, 1960 ; Pollock, 1992).

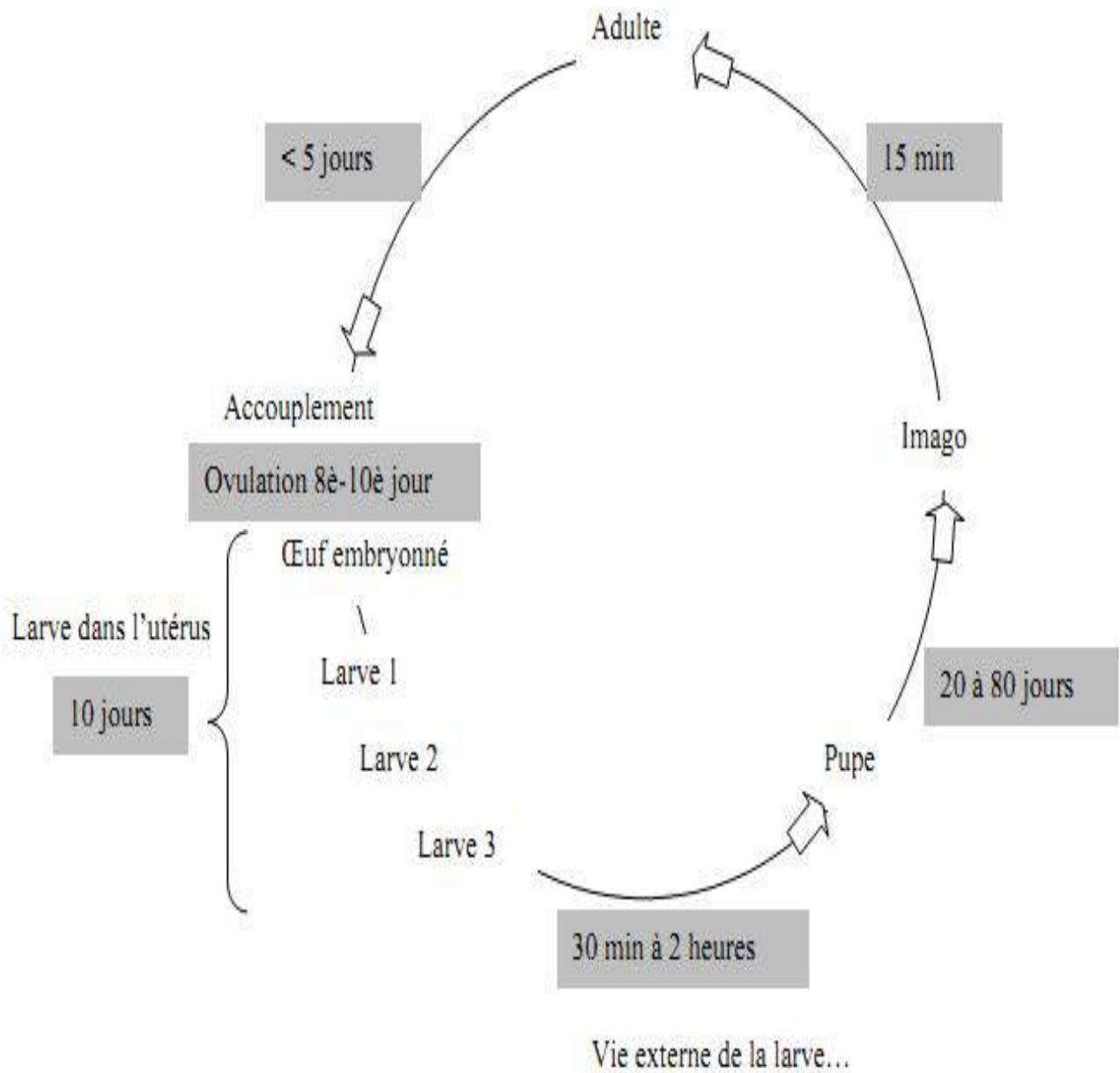


Figure 9 : Cycle de développement des Glossines (Cuisance, 2005)

1.2.4 Ecologie des glossines

Chez les glossines, les deux sexes sont hématophages, c'est-à-dire qu'ils se nourrissent du sang (Bouyer, 2007, 2009). Elles se nourrissent aussi bien sur l'homme que sur les animaux (Njiokou *et al.*, 2004; Simo *et al.*, 2008; Bouyer, 2009). Cependant, les différentes espèces ont des préférences alimentaires plus ou moins strictes, certaines étant très liées à la faune sauvage (*Glossina longipalpis*, *G. pallidipes*, *G. fusca*, *G. tabaniformis*, *G. brevipalpis*) et d'autres (*G. morsitans*, *G. palpalis*, *G. fuscipes*, *G. tachinoides*) plus opportunistes allant depuis l'homme et son bétail domestique jusqu'aux crocodiles (De La Rocque & Cuisance,

2005). Elles effectuent tous les deux à quatre jours environ un repas de sang équivalent à leur poids corporel (De La Rocque & Cuisance, 2005). Elles se déplacent en permanence pour trouver leurs hôtes et prélever leur repas de sang (Bouyer, 2006). Le repas de sang leur permet de se développer et sert d'alimentation pour les larves chez les femelles gravides (Pollock, 1982). La durée de vol est très courte. Elle est de 30 à 50 min/j chez les mâles et seulement de 5 minutes chez les femelles (Bouyer, 2009).

La dispersion des glossines est influencée par les facteurs environnementaux tels que la température, l'hygrométrie relative ; la lumière, la pluie et le vent (Challier, 1973; Cuisance *et al.*, 1985; Laveissière *et al.*, 2000). Elles peuvent également se disperser de façon passive en suivant les mouvements des troupeaux et/ou d'un véhicule. Cette capacité de dispersion est à l'origine de la ré-invasion des zones traitées et de la dissémination de la maladie. Le repérage de l'hôte fait intervenir à la fois des stimuli olfactifs (gaz carbonique, acétone ou divers phénols) provenant de l'haleine et des urines des hôtes, et des stimuli visuels (couleurs sombre) ainsi que le corps en mouvement (De la Rocque & Cuisance, 2005). La glossine passe la majeure partie de son temps au repos, consacré à la digestion ou à la gestation dans les endroits sombres et humides du gîte. La nuit, elle se repose presque exclusivement sur les feuilles vertes entre 0,5 et 4 m du sol; tandis que le jour, elle préfère les parties ligneuses et ombragées des plantes; elle se repose sur la face inférieure des grosses branches (Challier, 1982; De La Rocque & Cuisance, 2005). En général elles choisissent de préférence les endroits ombragés et frais (Gouteux & Laveissière, 1982). La hauteur de repos est au moins de 50 cm en saison sèche et jusqu'à 3 m en saison des pluies.

À l'éclosion, la proportion des mâles et des femelles est voisine de 1, mais dans la population imaginaire, le pourcentage des femelles sur l'ensemble de la population est toujours supérieur à 50% du fait de leur grande longévité. La durée de vie des glossines dépend de l'espèce, du biotope et de la saison (Gouteux, 1984).

1.2.5 Importance médicale, vétérinaire et économique

Les glossines sont les principaux vecteurs de protozoaires flagellés, les trypanosomes (Salou *et al.*, 2012). Elles transmettent les agents de la trypanosomose humaine africaine (THA), ou maladie du sommeil, à l'homme et de la trypanosomose animale africaine (TAA) aux animaux (Sané *et al.*, 1999, Sané *et al.*, 2000 ; Milleliri, 2004 ; Cuisance & la Rocque, 2005 ; Salou *et al.*, 2012).

La THA est une maladie parasitaire due à des protozoaires flagellés du genre *Trypanosoma* (Sané *et al.*, 1999 ; Courtin *et al.*, 2000). En Afrique de l'ouest et centrale l'agent responsable de cette maladie est *T. brucei gambiense* alors qu'en Afrique de l'est et australe, elle est due à *T. brucei rhodesiense* (Aksoy *et al.*, 2003). *T. brucei gambiense* regroupe 95% des cas notifiés de THA et provoque une maladie chronique alors que *T. brucei rhodesiense* regroupe moins de 5% des cas notifiés et provoque une maladie aiguë.

Cette maladie, pratiquement éradiquée dans les années 60, est redevenue un problème majeur de santé publique (Courtin *et al.*, 2000). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2005) environ 60 millions de personnes sont soumises au risque de THA (Cattand, 2001). Ce risque, en Afrique de l'Ouest et Centrale, est lié à la fois à la présence des malades qui constituent le principal réservoir de parasites, et à leur contact avec les glossines ou mouches tsé-tsé qui sont les seuls vecteurs majeurs connus (Gouteux, 2005). Actuellement, l'OMS estime de 300 à 500 000 le nombre de personnes atteintes de cette parasitose, aussi l'Afrique centrale fournie à elle seule 87% du nombre total de malades diagnostiqués dans toute l'Afrique (WHO, 2006).

Dans le domaine de l'élevage, les glossines constituent, en Afrique subsaharienne, l'un des principaux facteurs limitant les productions animales sur près de 7 à 8 millions de kilomètres (Touré *et al.*, 1977; Cuisance & la Rocque, 2005; Bouyer, 2007, Bouyer, 2009 ; Rouamba, 2009). En effet, en Afrique on estime que 160 millions de bovins, 260 millions d'ovins et de caprins sont exposés au risque de la TAA (Acapovi *et al.*, 2009). Par ailleurs, la TAA a un impact sur la santé humaine car elle constitue un frein essentiel à l'alimentation protéique des populations africaines. Chez les animaux malades, on observe un amaigrissement important et la baisse de la production, qu'elle soit laitière ou bouchère.

Malgré l'existence de plusieurs méthodes de lutte et les différentes campagnes d'éradication menées dans les différentes zones d'Afrique (Oladunmade *et al.*, 1985 ; Takken *et al.*, 1986 ; Cuisance *et al.*, 1994 ; Bouyer *et al.*, 2010), il apparaît que la THA et la TAA représentent toujours pour les pays touchés un lourd fardeau pour la santé humaine (Simarro *et al.*, 2008) et le développement de l'agriculture et de l'élevage (Budd *et al.*, 1999).

1.3. LES TABANIDES

Les Tabanidae aussi appelés taons sont des mouches piqueuses de taille variable et plutôt grande (6 à 30 mm) avec une apparence souvent colorée, en particulier les yeux (Baldacchino, 2013). Ce sont des insectes Orthorrhaphes, c'est-à-dire que la sortie de la nymphe ou de la pupe se fait par une fente longitudinale (Desquesnes *et al.*, 2005). Ils sont hématophages et vecteurs potentiels dans la transmission mécanique de plusieurs agents pathogènes (virus, bactéries, parasites) (Desquesnes *et al.*, 2005 ; Baldacchino, 2013 ; Baldacchino *et al.*, 2013 ; Mallaye *et al.*, 2014), notamment des trypanosomes (Rodhain & Perez, 1985; Foil, 1989), d'un hôte à l'autre. Seules les femelles sont hématophages et les mâles floricoles (se nourrissent du nectar) (Oldroyd, 1952 ; Taufflieb et Finelle, 1956).

1.3.1 Morphologie de Tabanides

Les Tabanidés sont des insectes de taille variable, de 6 mm à 30 mm (Figure 10), de couleur sombre avec des tâches colorées chez certaines espèces (Oldroyd, 1954 ; Baldacchino, 2013). L'adulte ressemble grossièrement à une mouche et présente une tête partiellement globuleuse (Desquesnes *et al.*, 2005). Leur corps est massif, portant des ailes puissantes qui leur confèrent de bonnes capacités au vol (Buge, 2008). De manière générale les tabanides sont constitués de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

La tête, plus ou moins hémisphérique, est très large et bien détachée du corps avec deux gros yeux composés de coloration quelquefois très vive, avec ou sans bandes transversales. Chez les femelles ces yeux sont séparés par une bande frontale tandis que chez les mâles les yeux sont holoptiques (contigus). Des soies recouvrent la surface du front à l'exception de certaines zones, les *calli*, dont les motifs ont une grande importance en taxonomie. Les antennes sont courtes à 3 articles : le troisième porte 3 à 7 annelures lui donnant une apparence pluri-segmentée utile pour la diagnose. Les femelles ont une trompe ou proboscis large avec une paire de mandibules et de maxillaires qui cisaillement la peau lors du repas de sang. Au contraire chez les mâles, non hématophages, les pièces buccales sont très peu développées, aussi ils ne possèdent pas de mandibules (Baldacchino, 2013).

Les Tabanides ont un thorax relativement stable et bien développé. Il est velu chez certaines espèces et nu chez d'autres. Il porte des ailes puissantes, parfois tachetées, et 3 paires de pattes qui possèdent chacune 5 segments. La nervation alaire est remarquablement constante alors que la forme et les motifs des ailes sont plus variés. La plupart des espèces ont

des ailes claires et enfumées. Les *Chrysops* par exemple, ont des bandes sombres sur les ailes alors que chez les *Haematopota* les ailes sont mouchetées avec une teinte grise ou marron (Baldacchino, 2013). L'abdomen est large et constitué de 9 segments dont 7 sont apparents (Goodwin, 1982 ; Acapovi *et al.*, 2001).

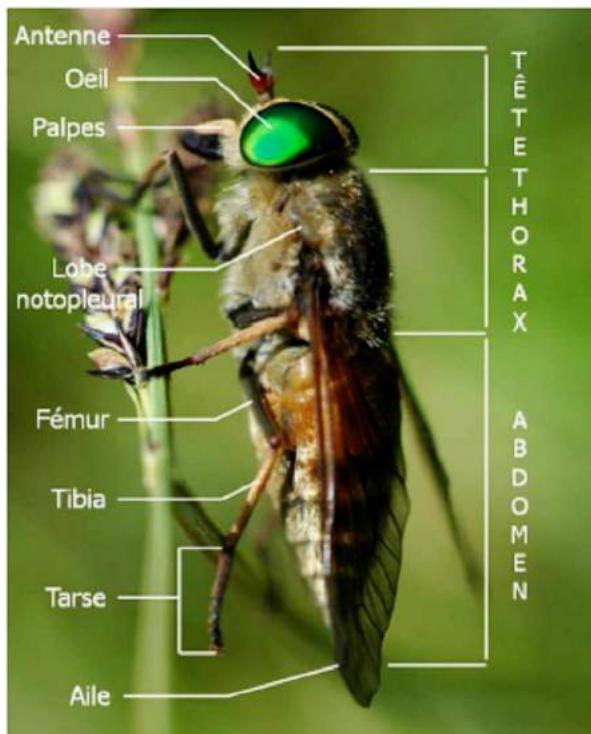


Figure 10 : Morphologie des tabanides (Baldacchino, 2013).

1.3.2 Classification des tabanides

Les Tabanidés (Diptera: Tabanidae) ou taons (en anglais horse-flies, deer-flies) sont des diptères appartenant au sous-ordre des Brachycères, Orthorrhaphes, de la famille des Tabanidae (Desquesnes *et al.*, 2005). Ils forment une vaste et nombreuse famille cosmopolite d'insectes hématophages (Desquesnes *et al.*, 2005), homogène et spécifiquement très diversifiée comprenant 3000 à 3500 espèces (Acapovi, 2001) qui se répartissent en 125 genres (Desquesnes, 2005). Les espèces les plus rencontrées appartiennent aux genres *Atylotus*, *Ancala*, *Chrysops*, *Haematopota* et *Tabanus* (appelé « la mouche du cheval » ou «horse fly») (Taufflieb & Finelle, 1956 ; Strother, 1999 ; Desquesnes *et al.*, 2005). Cette division se base sur différents critères morphologiques tels que la taille et la couleur de l'individu, l'ornementation dorsale de l'abdomen (dessins des tergites), la coloration des yeux ou des ailes, la présence ou non d'épines sur les tibias postérieurs et la forme des premiers et troisièmes segments antennaires (Taufflieb, 1981).

1.3.3 Cycle de développement

Le cycle de développement des Tabanides comprend quatre stades successifs: œuf, larve, nymphe et adulte (Figure 11) (Strother, 1999; Buge, 2008). L'accouplement a lieu deux à cinq jours après l'émergence des adultes et se fait en vol (Leprince *et al.*, 1983 ; Buge, 2008).

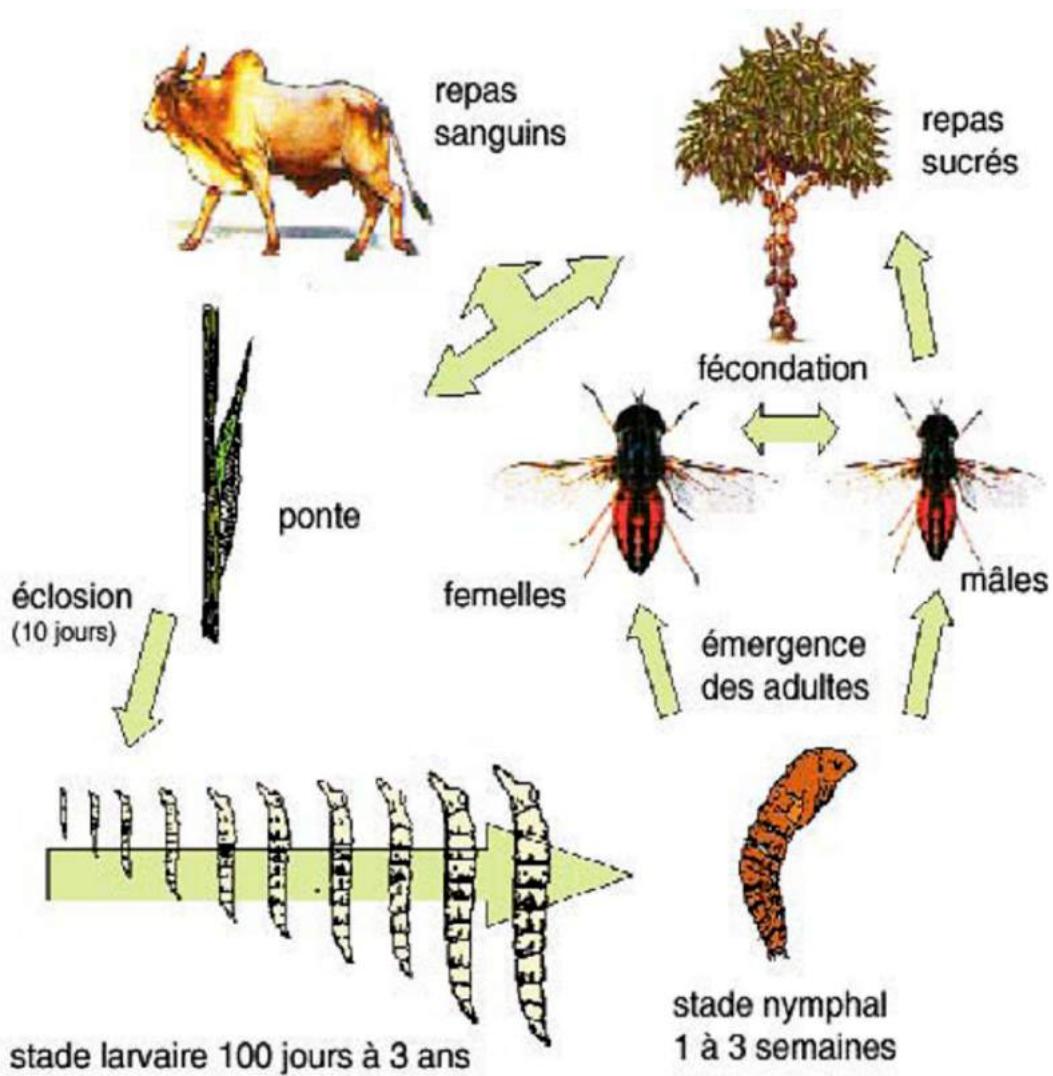


Figure 11: Illustration du cycle de développement des Tabanides (Desquesnes & de La Rocque, 1992).

Une fois fécondées, les femelles ont besoin d'un repas de sang nécessaire pour la maturation des œufs et le développement ovarien (Strother, 1999). Elles pondent des œufs cylindriques ou fusiformes de 1 à 3 mm en masses compactes sur un sol boueux ou sur la végétation, des brindilles, des pierres et autres supports surplombant un gîte larvaire qui est toujours une zone humide (marais, prairie, région boisée, creux d'arbres, mares, rives de fleuves, etc.) ou même directement dans de l'eau stagnante (Rodhain & Perez, 1985 ; Baldacchino, 2013). Chaque femelle peut pondre de 100 jusqu'à 800 œufs et peut réaliser 5 à 6 pontes au cours de sa vie (Kettle, 1995). L'embryogénèse dure 5 à 12 jours à 21-24°C et dépend de l'espèce et de la température (Mullen & Durden 2002 ; Desquesnes *et al.*, 2005).

Les larves éclosent en 5-6 jours (mais ces valeurs peuvent varier selon la température) puis se laissent tomber sur le substrat dans lequel elles s'enfoncent (Mullen & Durden 2002 ; Desquesnes *et al.*, 2005). Il existe un large spectre de milieux favorables au développement de ces larves du fait de la diversité des espèces et de leur capacité d'adaptation (Baldacchino, 2013). Ces larves sont vermiformes et blanchâtres mesurant de 6 mm à 3 cm. Elles sont dites "hémicéphales" car leur tête n'est pas individualisée, leur corps est formé de 12 segments portant des protubérances locomotrices. Leur croissance est lente avec plusieurs mues successives (6-13). Le nombre de mues dépend des conditions du milieu et donc des ressources alimentaires ainsi que des conditions climatiques (Andreeva, 1982 ; Mullen & Durden 2002). En région tempérée le développement demande 2 à 3 ans alors qu'il est de 6 mois à 1 an en zone tropicale humide. Elles sont généralement prédatrices de larves et de nymphes d'autres insectes, de vers, de petits mollusques. Elles sont aussi cannibales (Rodhain & Perez, 1985).

Le dernier stade larvaire se transforme en nymphe qui reste immobile sans prendre de nourriture. Les nymphes mesurent de 7 à 40 mm de long avec un céphalothorax et un abdomen terminé par un anneau de spicules (Rodhain & Perez, 1985). Elles sont verticales dans la boue respirant par les stigmates du prothorax et des segments abdominaux. Elles ont l'aspect d'une chrysalide. La pupaison varie en fonction des espèces et de la température. Elle dure entre 4 et 21 jours (Mullen & Durden 2002) jusqu'à l'émergence des adultes.

Les males émergent un ou plusieurs jours avant les femelles (Mullen & Durden 2002). Les deux sexes ont besoin d'un repas sucré à partir de nectar et du pollen des fleurs pour avoir l'énergie nécessaire à leur métabolisme de base, au vol et à l'accouplement. Les femelles ont

généralement besoin d'un repas de sang pour la production des œufs et pour effectuer leur premier cycle gonotrophique (Wall & Doane, 1980).

1.3.4 Biologie et Ecologie des Tabanides

Les Tabanides sont des insectes des milieux naturels (forêts, prairies, savanes, marécages) (Acapovi *et al.*, 2001). On les retrouve également dans les régions où il y a des élevages de bétail et dans les régions boisées. Leurs exigences écologiques varient beaucoup suivant les genres et les espèces et les conditions du milieu (Taufflieb, 1981). En climat tropical et suivant les régions, ils peuvent être abondants en saison des pluies et/ou en saison sèche (Raymond, 1990 ; Krmar, 2005 ; Mavoungou *et al.*, 2012 ; Zinga *et al.*, 2014). De manière générale, les pics d'abondance des différentes espèces varient considérablement en fonction des paramètres environnementaux. En effet, des changements météorologiques saisonniers importants tels que la température, l'humidité ou la luminosité peuvent modifier le moment d'émergence des adultes, la durée de la période d'activité et le pic d'abondance (Krmar, 2005). Par conséquent, les conditions climatiques ont une influence particulière sur l'activité de vol des tabanides (Van Hennekeler *et al.*, 2011). Aussi, les milieux de forêts tropicales, caractérisés par une grande hétérogénéité des conditions de vie, sont aussi propices pour la coexistence de plusieurs espèces (Mavoungou *et al.*, 2012 ; Baldacchino, 2013 ; Zinga *et al.*, 2013).

Le cycle d'agressivité des tabanides est unimodal en région froide et bimodal en région chaude (Raymond, 1990). Ainsi, Hackenberger *et al.* (2009) ont observé une activité précoce de *T. bromius* en 2007 dans les montagnes de Velika Kapela probablement due à des températures supérieures de 3°C par rapport aux moyennes de saison.

Les femelles ont une activité surtout diurne et parfois crépusculaire. Elles se nourrissent en général pendant la journée sur des hôtes vertébrés. Aussi, elles vont posséder le plus souvent un seul pic d'activité en milieu de journée vers midi. Cependant certaines espèces peuvent être actives en début ou en fin d'après-midi et même en début de soirée (Oliveira *et al.*, 2007). En mode de recherche actif, les femelles vont utiliser leur vol puissant pour prospecter sur plusieurs kilomètres ; ainsi leur dispersion et leur activité vont être liées à la disponibilité en hôtes (Mullen & Durden, 2002). Des études conduites par Cooksey et Wright (1987) suggèrent que les tabanides se dispersent par une série de vols courts et peuvent rester et revenir sur le site de leur précédent repas sanguin. Ils peuvent parcourir entre 1 et 2

kilomètres (Konstantinov, 1993). Quant aux mâles, ils sont actifs pour la reproduction au crépuscule. Ils volent souvent en petit groupe de manière stationnaire en attendant les femelles (Baldacchino, 2013).

La recherche d'hôtes vertébrés chez les tabanides en particulier chez les femelles fait intervenir des signaux visuels et olfactifs. En effet, selon Vale et Phelps (1974) les tabanides sont attirés par les stimuli visuels (animal) et olfactifs (odeur) séparément, mais lorsque les deux sont utilisés simultanément les collectes sont plus importantes. Par ailleurs, plusieurs études ont montré l'influence des formes et des couleurs sur l'abondance des captures des tabanides. Les travaux conduits par Vale et Phelps (1974) ont montré qu'un stimulus visuel vertical était moins attractif qu'un stimulus horizontal. Aussi, les études conduites par Brown et Bennett (1980) ont montré que la collecte des taons était plus importante sur des pièges collants bleus, noirs ou rouges comparativement aux pièges jaunes. C'est également dans cette optique que Mihok mis au point le piège Nzi, fabriqué à partir de tissus bleu et noir qui s'est révélé très efficace pour la capture des tabanides et autres diptères en Afrique, en Australie et en Amérique du Nord (Mihok *et al.*, 2006; Van Hennekeler *et al.*, 2008).

Des études récentes ont montré que les tabanides réagissent positivement à la lumière polarisée (Horváth *et al.*, 2008). Les femelles sont sensibles à la lumière réfléchie par le pelage des animaux. Cependant, un animal sombre attire davantage qu'un animal clair, et un animal avec de nombreuses petites taches est moins attractif qu'un animal à la robe uniforme (Horváth *et al.*, 2010; Blahó *et al.*, 2012a). La mise au point de nouveaux types de piège a été possible grâce à la découverte de cette vision polarisée (Blahó *et al.*, 2012b; Egri *et al.*, 2013a).

Par ailleurs, plusieurs études ont montré que les tabanides sont attirés par certains composés. En effet, le CO₂, l'octenol et les phénols ont été identifiés comme des composés attractifs pour les taons, de même que les urines d'ongulés (Djiteye *et al.*, 1998; Krmar *et al.*, 2005; Krmar *et al.*, 2006; Krmar, 2007; Mihok *et al.*, 2007; Van Hennekeler *et al.*, 2008; Mihok & Mulye, 2010; Mihok & Lange, 2012). Cependant, il existe des différences de sensibilité olfactive entre les différentes espèces de tabanides (Mihok & Mulye, 2010).

1.3.5 Importance médicale et vétérinaire des Tabanides

Les tabanides ont un impact sur la santé humaine et vétérinaire, d'une part à cause de la nuisance qu'ils occasionnent aux animaux domestiques, et d'autre part à travers la transmission d'agents pathogènes à l'homme et aux animaux (Mullen & Durden, 2002).

1.3.5.1 Nuisances causées.

La nuisance des taons est liée à leur piqûre, à leur comportement autour de l'hôte et à la perte de sang induite par la piqûre. En effet, les pièces buccales des femelles des tabanides, telles que des scalpels miniatures, peuvent cisailier la peau des animaux jusqu'à la profondeur des vaisseaux dermiques superficiels occasionnant ainsi des blessures, des retards à la cicatrisation, des actions irritatives, des actions spoliatrices (Desquesnes *et al.*, 2005).

La piqûre des tabanides provoquent une irritation plus ou moins marquée mais toujours ressentie, dont les effets peuvent aller du simple prurit à une douleur parfois vive. Dans certaines situations, après la piqûre, il se forme une plaie véritable, d'où le sang s'écoule plusieurs minutes. Par ailleurs, les retards à la cicatrisation de la plaie sont en faveur des organismes hématophages secondaires. En effet, lorsqu'ils envahissent une plaie, ces organismes hématophages stimulent les écoulements sanguins ralentissant ainsi la cicatrisation. De plus, ils vont favoriser la surinfection en contaminant la plaie par divers agents pathogènes (Buge, 2008).

Les Tabanidés ont également un rôle spoliateur important. Ils prennent souvent des repas de sang volumineux. Selon Foil & Foil (2003), chaque piqûre provoque une perte de 0,5 à 1 ml de sang, si l'on tient compte du sang qui sort de la plaie pendant les minutes qui suivent la piqûre. D'autres auteurs, tels que Webb et Wells (1924), ont estimé que 25 à 30 taons qui se nourrissent pendant six heures provoquent une perte sanguine de 100 ml. Selon Hollander et Wright (1980) une femelle de taon ponctionne de 20 L pour les espèces de petite taille (e.g. *Chrysops callidus*) à plus de 600 L pour les espèces de grande taille (e.g. *Tabanus atratus*). Ces pertes en sang peuvent entraîner une réduction du gain de poids des animaux et une baisse de la production de lait. Aussi, une pression de 66 à 90 taons par jour peut réduire le gain de poids journalier de 0,1 kg chez des génisses, notamment à cause du stress induit par les attaques (Foil & Hogsette, 1994). Aux Etats-Unis, Hollander et Wright (1980) ont estimé une perte de sang supérieure à 200 mL par animal et par jour durant la période où les tabanides sont les plus actifs. Par ailleurs, leur piqûre laisse à la surface de la peau une goutte

de sang susceptible d'attirer d'autres mouches, source d'énerver pour les animaux ou de myiases (Foil & Hogsette, 1994).

1.3.5.2 Agents pathogènes transmis

Les tabanides peuvent transmettre de nombreux pathogènes, soit mécaniquement lors de repas consécutifs sur deux hôtes distincts, soit en tant que vecteurs biologiques, c'est-à-dire que l'agent pathogène poursuit son développement dans l'organisme du vecteur (Buge, 2008). Les Tabanides sont vecteurs de virus, de bactéries, de protozoaires et d'helminthes (exemple : la filaire *Loa-loa*).

Plusieurs auteurs (Foil, 1989 ; Foil & Issel, 1991 ; Foil & Hogsette, 1994) ont démontré que certaines espèces du genre *Chrysops* comme *Chrysops flavidus* seraient impliquées dans la transmission de virus tels que l'anémie infectieuse équine (maladie infectieuse grave et contagieuse des équidés due à un virus de la famille des *Retroviridae*) et le virus de l'encéphalite californienne. Cependant, dans les conditions naturelles, seuls les équidés sont sensibles à l'anémie infectieuse équine, il n'y a pas transmission possible à l'homme ou à d'autres espèces animales.

En matière de capacité vectorielle, les Tabanidae sont vecteurs de plus de 35 agents pathogènes du bétail, parmi lesquels *Trypanosoma evansi* et *T. vivax* ; notamment dans les zones exemptes de glossines (Kasbari, 2001). La transmission de *T. vivax* par *Cryptotylus unicolor* a été démontrée par Ferenc *et al.* (1988) en interrompant des repas de sang pris sur un animal infecté. Pourtant, les trypanosomes vivants n'ont pas été trouvés sur les pièces buccales, mais dans le tube digestif, dans un délai de 24 heures après le repas. D'autres travaux réalisés à Lahirasso au Burkina Faso (Desquesnes & Dia, 2004, 2003a et 2003b) ont montré la transmission mécanique de *Trypanosoma vivax* et *T. congolense* par des Tabanidés communs en Afrique, *Atylotus agrestis* et *A. fuscipes*. Ces mêmes auteurs ont montré des taux d'incidence de la transmission de *T. vivax* à 63 - 75% sous une pression quotidienne des deux espèces et 25% d'incidence pour *T. congolense* sous une pression quotidienne d'*Atylotus agrestis* dans les zones d'expérimentation. Certains Tabanidés sont également des vecteurs biologiques de *Trypanosoma theileri*, protozoaire parasite des bovins (Poinsignon, 2005).

Les Tabanides sont également impliqués dans la transmission d'une helminthose due à *Loa loa*. C'est la filariose à *Loa loa* ou loase qui est une helminthose cutanéo-dermique. La transmission des microfilaires est essentiellement assurée par le genre *Chrysops* ou taon en Afrique Centrale. Cette filariose est largement rapportée dans la littérature (Toure *et al.*, 1999 ; Demanou *et al.*, 2001; Poinsignon, 2005).

Les Tabanidés ont été suspectés d'être vecteurs dans des cas de tularémie humaine (*Franciscella tularensis*), et de charbon lié à *Bacillus anthracis* bien que des preuves tangibles ne soient pas fournies (Krinsky, 1976) à cette époque.

1.4. LES TRYPANOSOMES

Les trypanosomes sont des protozoaires microscopiques de formes allongées dont la locomotion est assurée par un seul flagelle dirigé vers l'avant près de la base duquel se trouve une structure particulière : le kinétoplaste (Dia, 1997).

1.4.1 Morphologie générale

Les trypanosomes (Figure 12) sont des parasites extracellulaires qui se multiplient dans les fluides et les tissus par division binaire. La forme trypomastigote classique de l'espèce *T. brucei* présente un aspect fusiforme mesurant 20-30 µm de long et 1,5-3,5 µm de large.

L'observation d'un spécimen vivant est caractérisée par sa mobilité induite par les ondulations du flagelle. Le flagelle longe le corps cellulaire au bord duquel il est fixé puis se prolonge par une partie terminale libre. Le kinétoplaste, caractéristique des Kinetoplastidae, est une structure visible après coloration, en arrière du noyau et contenant l'ADN extra-nucléaire (Itard, 1986).

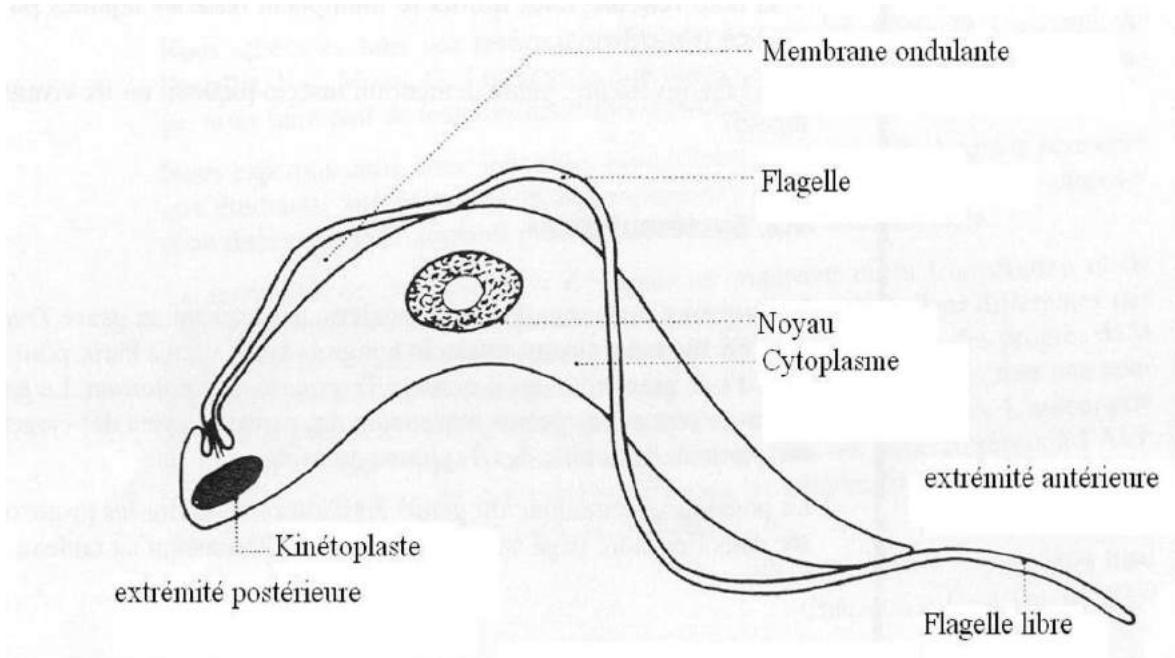


Figure 12: Morphologie générale d'un trypanosome au stade trypomastigote (Itard, 1986)

Le trypanosome subit des modifications morphologiques et physiologiques afin de s'adapter à ses différents hôtes (stratégie d'échappement aux systèmes immunitaires des hôtes), notamment les vertébrés et la glossine (Anez, 1982). Ainsi, chez les mammifères, trois formes sanguicoles sont observées :

1. La forme longue dite grêle caractérisée par un flagelle bien développé et un kinétoplaste en position subterminale ; c'est la forme de multiplication du trypanosome ;
2. La forme courte dite trapue, dépourvue de flagelle libre;
3. La forme intermédiaire qui marque le passage de la forme longue à la forme courte.

Chez la glossine, c'est la position du kinétoplaste qui permet de distinguer les trois formes du trypanosome. On distingue ainsi:

1. La forme trypomastigote procyclique, dépourvue de glycoprotéines de surface, est caractérisée par un kinétoplaste situé à mi-chemin entre l'extrémité postérieure et le noyau ;
2. La forme épimastigote où le kinétoplaste et le noyau sont juxtaposés;
3. La forme métacyclique infectante, recouverte de glycoprotéines de surface, est pourvue d'un kinétoplaste situé derrière le noyau.

1.4.2 Classification des trypanosomes

La systématique des trypanosomes parasites de mammifères repose essentiellement sur la localisation de leur développement chez l'insecte vecteur; il est postérograde dans la section des *stercoraria* et antérograde dans la section des *salivaria*. Leur position taxonomique est la suivante (Hoare, 1972).

Règne : *Protista*
Sous-règne : *Protozoa*
Phylum : *Sarcomastigophora*
Sous Phylum : *Mastigophora*
Classe : *Zoomastigophorea*
Ordre : *Kinetoplastida*
Famille : *Trypanosomatidae*
Genre : *Trypanosoma*

Le genre *Trypanosoma* se répartit plusieurs sous -genres :

1. Le sous-genre *Trypanozoon*. Il regroupe les espèces *T. brucei*, *T. evansi*, et *T. equiperdum*. Les trypanosomes responsables de la maladie du sommeil chez les humains sont de l'espèce *T. brucei* ; ce sont les sous-espèces *T. brucei gambiense* et *T. brucei rhodesiense*. Dans ce groupe, on retrouve également la sous espèce *T. brucei brucei* responsable de trypanosomose animale.
2. Le sous genre *Duttonella*. Il comprend *T. vivax* et *T. uniforme*. *T. vivax* est incriminée dans la transmission des trypanosomoses bovines.
3. Le sous genre *Nannomonas* : *T. congolense* et *T. simiae*, espèces retrouvées à la fois chez les animaux sauvages et domestiques ;
4. Sous-genre *Pycnomonas* : *T. suis* ;
5. Sous-genre *Tejeraia* : *T. rangeli*.

Seuls les sous-genres *Trypanozoon*, *Duttonella* et *Nannomonas* présentent un intérêt médical et vétérinaire.

1.4.3 Cycle de développement

Le parasite se propage d'un mammifère à l'autre principalement par l'intermédiaire de la mouche tsé-tsé (Vickerman, 1985). Les étapes importantes du cycle de *T. brucei* sont présentées sur la figure 13.

Le parasite passe chez l'insecte lors de la prise du repas de sang sur un hôte infecté. Dans l'intestin de la mouche, le trypanosome est présent sous la forme procyclique. Il migre jusqu'au niveau des glandes salivaires de l'insecte où il se différencie en forme métacyclique. Lorsqu'ils sont inoculés dans le sang des mammifères lors d'un repas sanguin de la mouche, les parasites se différencient en forme sanguicole. Ils adoptent une morphologie longue et mince, appelée "long and slender" en anglais. Le cycle se poursuit et la forme "long and slender" évolue vers une forme petite et trapue, dite "short and stumpy". A ce stade, les parasites qui seront ingurgités par l'insecte lors d'un nouveau repas sanguin continueront le cycle pour se différencier en forme procyclique.

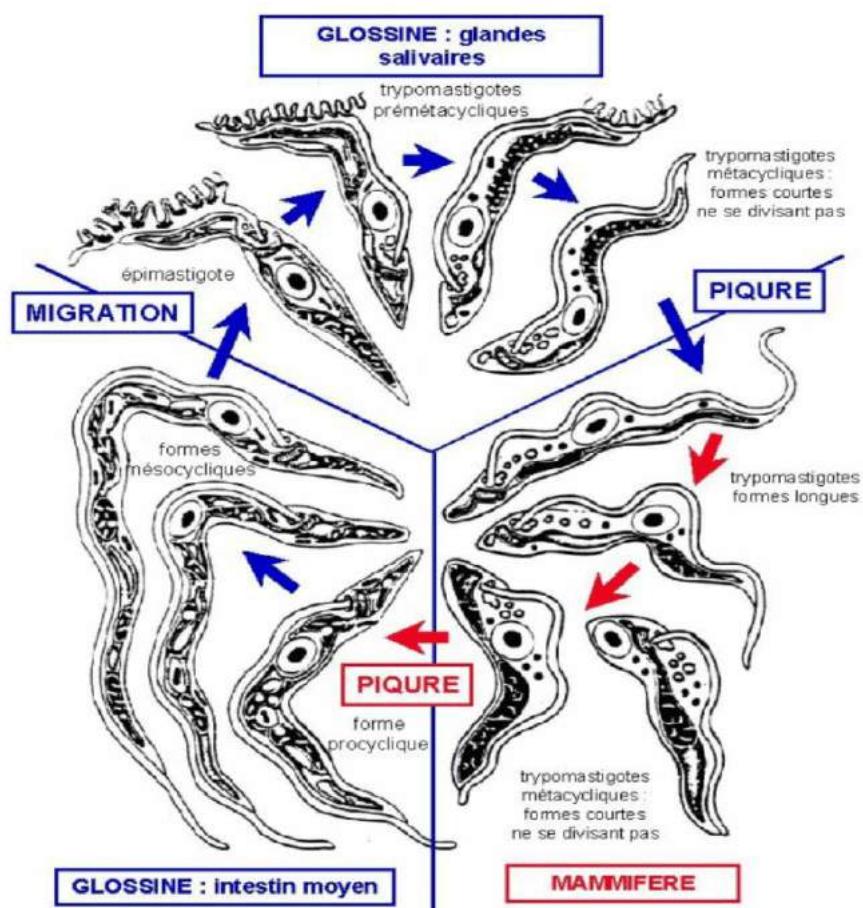


Figure 13: Cycle de développement du trypanosome *T. brucei* (Vickerman, 1985).

Le parasite alterne entre des phases de croissance (formes procycliques), adaptées à l'infection, et des phases de quiescence (formes métacycliques), qui précèdent le passage d'un hôte à l'autre. En effet, la forme sanguicole "long and slender" est proliférative tandis que la forme "short and stumpy" est bloquée en phase Go du cycle cellulaire (Matthews, 2005). De même, chez l'insecte, la forme procyclique est proliférative tandis que la forme métacyclique

est quiescente. Cette alternance entre phase de croissance et phase de quiescence permet entre autre aux parasites de maintenir leurs hôtes en vie aussi longtemps que possible ce qui augmente leurs chances d'être transmis.

Lors de son cycle de vie, le trypanosome est donc confronté à des environnements extrêmement différents (différence de température, modification des sources d'énergie, diversification des systèmes de défense de l'hôte, etc.) auxquels il s'adapte en modifiant de manière abrupte son programme d'expression génique. Le parasite va s'adapter continuellement en modifiant sa morphologie, son métabolisme, et ses protections contre l'environnement dans lequel il évolue.

1.4.4 Interaction entre Glossines et Trypanosomes

Les relations entre les glossines et les trypanosomes sont très complexes. Les trypanosomes sont des protozoaires flagellés responsables des pathologies. Chez la glossine s'effectue une partie du cycle de développement du parasite qui comprend différents stades de multiplication et de maturation. Lorsque la glossine prend son repas de sang sur un sujet parasité, elle prélève les formes trypomastigotes sanguines qui vont se retrouver dans un nouvel environnement (Jacquiet, 1988 ; 1989).

1.4.5 Les adaptations du parasite pour vivre chez la glossine

Le passage du parasite chez la glossine conduit celui-ci dans un nouveau milieu. Ce changement d'environnement entraîne des modifications morphologiques, métaboliques et des variations de la structure de la membrane du parasite.

1.4.5.1 Modifications morphologiques

Seules les formes courtes du trypanosome et quelques formes intermédiaires peuvent poursuivre le développement cyclique chez la glossine. Ces trypanosomes ont un réseau mitochondrial ramifié, et l'activation du mitochondriome s'accompagne d'une augmentation de son volume global, d'un changement de forme et d'une densification des crêtes internes.

1.4.5.2.1 Modifications métaboliques

Le changement du métabolisme est très rapide chez une glossine infectée. Ce changement est marqué par la variation de la quantité de proline qui est un acide aminé cyclique. En effet les mouches infectées présentent une quantité de proline inférieure à celle des mouches témoins (Ryan, 1983). Cette proline constitue la base énergétique du trypanosome chez la glossine. Les mécanismes de synthèses énergétiques font intervenir le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire, d'où l'activation du mitochondriome.

1.4.5.3 Variation de la structure de la membrane

A côté de ce fort besoin énergétique, le succès de développement des trypanosomes chez la glossine paraît se jouer en deux étapes distinctes, à savoir la colonisation de l'intestin de la mouches par les formes procycliques (*T. brucei*), suivi de la migration de celles-ci jusqu'aux glandes salivaires.

1.4.6 Etablissement des trypanosomes dans l'intestin

La colonisation du mésograde est effectuée successivement par transfert des trypanosomes ingérés du jabot dans l'intestin moyen à l'intérieur de la membrane péritrophique, puis par passage et établissement des trypanosomes procycliques dans l'espace extrapéritrophique. L'existence de la barrière péritrophique (Wijers, 1958) a été attribuée à différents facteurs :

Vitesse de transfert du repas sanguin à partir du jabot, taux de protéase intestinales, activité trypanolitique du sang ingéré, degré de chitinisation de la membrane péritrophique (Wijers, 1958; Willet, 1966; Gingrish *et al.*, 1928 a).

1.4.7 Migration des trypanosomes

Chez *T. congolense*, la voie classique de pénétration des trypanosomes dans l'espace ectopéritrophique consiste pour les parasites à contourner la membrane péritrophique par son extrémité libre à la partie postérieure de l'intestin moyen (Ellis *et al.*, 1977). Une migration rétrograde entraîne ensuite les trypanosomes vers le proventricule, où ils traversent la membrane péritrophique, peu épaisse et peu chitinisée à cet endroit (Figure 14 a).

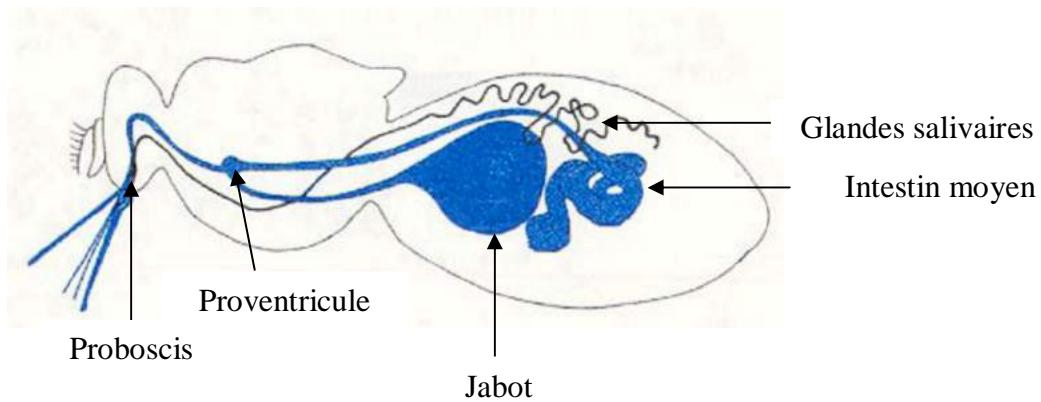


Figure 14 a : Trajet suivi par *T. congolense* chez la glossine au cours de son évolution (De La Rocque et al., 2001). *En bleu circuit suivi par le trypanosome*

Chez *T. brucei* : la voie classique fait intervenir le passage de la membrane péritrophique au niveau du proventricule, les trypanosomes gagnent ensuite le labre jusqu'à l'abouchement distal de l'hypopharynx et remontent jusqu'aux glandes salivaires (Figure 14b). Par ailleurs, des études plus récentes du cycle ont montrées que les trypanosomes sont capables de traverser la paroi de l'intestin moyen et de gagner les glandes salivaires à travers l'hémocèle.

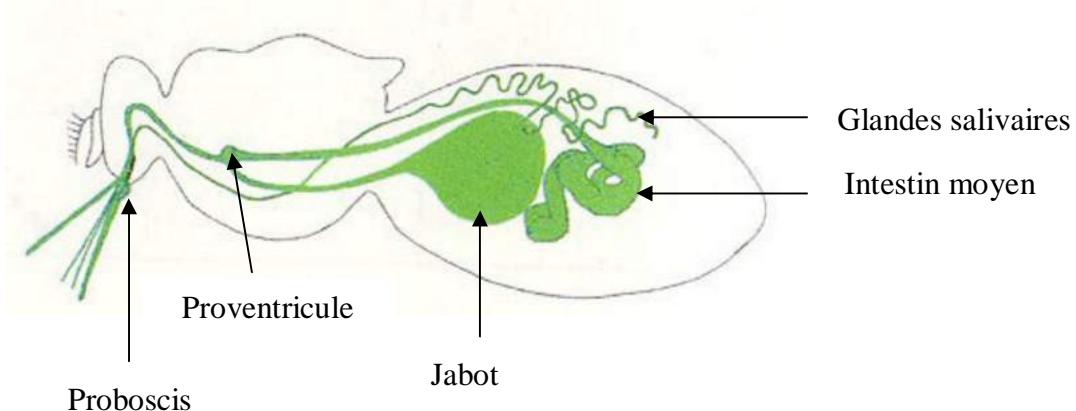


Figure 14 b : Trajet suivi par *T. brucei* chez la glossine au cours de son évolution (De La Rocque et al., 2001). *T. brucei passe par le proboscis, l'intestin moyen et les glandes salivaires; ce trajet dure environ 30 jours (couleur verte).*

1.4.8 Maturation

Plusieurs facteurs interviennent dans la régulation de la maturation des trypanosomes. Les plus importants seraient les lectines de l'intestin moyen, et le sexe de la glossine. L'inhibition de l'activité des lectines de l'intestin moyen est une condition nécessaire pour la survie et l'établissement du trypanosome dans l'intestin moyen.

L'inhibition de ces lectines apparaît essentielle pour le succès de la maturation du parasite (Maudelin & Welburn, 1988).

1.4.9 Répartition géographiques des trypanosomoses

La trypanosomose est une parasitose due aux trypanosomes qui sont transmis d'un hôte à un autre par des diptères hématophages, en l'occurrence les glossines, les stomoxes et les taons. En Afrique cette parasitose sévit exclusivement au sud du Sahara (Figure 15), dans la zone de répartition des glossines comprise entre le 14^{eme} parallèle nord (Sénégal/Somalie) et le 20^{eme} parallèle sud, au nord du désert de Kalahari, mais la maladie animale couvre une plus grande partie (Ford, 1971).

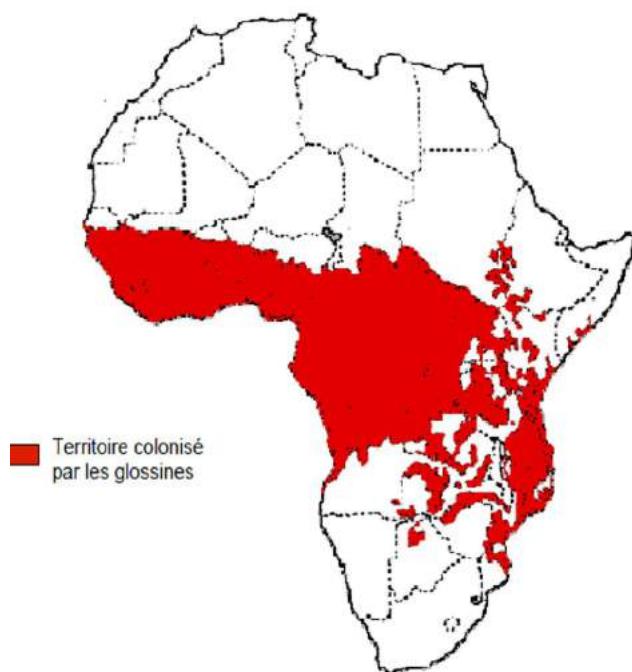


Figure 15 : Répartition géographique des glossines en Afrique. (www.trypano-humaine.com/cadre/cartes.htm)

Cette maladie ne couvre qu'une partie des zones occupées par les glossines. En plus de la présence des glossines, d'autres facteurs nécessaires à l'apparition et au maintien de la maladie chez les humains sont requis: anthropophilie, présence d'une souche de trypanosome pathogène pour l'homme, température, hygrométrie. C'est ainsi qu'en savane, la maladie est

présente uniquement dans les galeries forestières humides peuplées de vertébrés, hôtes nourriciers des glossines ; alors qu'en forêt, on note une répartition plus diffuse.

La forme chronique provoquée par la sous espèce *T. brucei gambiense* sévit en Afrique centrale et de l'Ouest tandis que la forme aiguë due à *T. brucei rhodesiense* est retrouvée en Afrique de l'Est. Toutefois, les deux types de trypanosomoses coexistent en Angola, au Kenya, en Ouganda et peut être en Ethiopie et au Soudan (Laveissière *et al.*, 2000). Leur séparation se fait de part et d'autre du Rift (Mulligan, 1970).

1.4.10 Impact épidémiologique

La maladie du sommeil reste très focalisée et limitée à quelques villages. Elle peut aussi s'étendre brutalement et toucher plusieurs pays à la fois. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que plus de 60 millions de personnes sont exposées à la trypanosomose humaine africaine (THA) dans environ 260 foyers de 36 pays endémiques, avec moins de 45 000 cas notifiés chaque année.

En réalité, la situation est plus grave car moins de 10% des populations à risque est sous surveillance; c'est à dire examinées régulièrement ou ayant accès à un centre de santé capable d'effectuer le dépistage (Cattand, 2001; OMS, 2005). La prévalence de la maladie varie suivant les pays et, au sein d'un même pays, le nombre de nouveaux cas varie d'un foyer à un autre. Les pays d'Afrique centrale sont les plus touchés : cette région a fourni à elle seule 90% du nombre total de nouveaux cas dépistés dans l'ensemble des pays endémiques d'Afrique (Simarro *et al.*, 2010). On y retrouve plusieurs types de foyers dans divers faciès écologiques : mangrove, forêt, savane, île, rives fluviales, vallée profonde (Kohagne & Louis, 2009) du fait de la diversité écologique qui offre des conditions de vie favorables aux glossines.

La THA est une maladie débilitante et mortelle en absence de traitement. Elle a fait de nombreux ravages sur le continent africain. La première épidémie connue est celle de la fin du XIX^{ème} siècle, elle fut à l'origine de la mort de plusieurs milliers d'individus dans le bassin du Congo (Martin *et al.*, 1909). Les années 1920-1930 ont été marquées par une deuxième vague épidémique aussi dramatique que la précédente. Grâce aux efforts de lutte déployés par les équipes mobiles du Docteur Jamot (Vaucel, 1942), cette épidémie a été maîtrisée et la prévalence de la maladie a été ramenée à moins de 0,1% de la population totale dans la plupart des pays endémiques à la fin des années 1950. Dès le début des années 1970, on a

assisté à une résurgence progressive de la maladie dans de nombreux anciens foyers supposés éteints : c'est la troisième épidémie (Penchenier *et al.*, 1997). Cette résurgence tend à se maintenir malgré le développement des méthodes de contrôle et de lutte.

Chez l'animal, la trypanosomose est une maladie chronique, on observe une dégradation lente et progressive de l'état général accompagnée d'une faible croissance. Le programme de lutte contre la Trypanosomose africaine (PAAT) estime que 46 millions de bétail sont à risque dans 37 pays au sud du Sahara sur une superficie de 8,7 millions de km². Les travaux significatifs menés ces dernières années ont permis de comprendre la distribution spatiale de la maladie et son impact socio-économique. La trypanosomose animale africaine réduit le taux de vêlement de 1 à 12% dans les races de bétail tolérant et de 11 à 20% dans les races susceptibles. Elle augmente la mortalité du veau de 0 à 10% dans les races tolérantes et de 10 à 20% dans les espèces susceptibles (Mattioli *et al.*, 2004).

CHAPITRE 2 : PRESENTATION GENERALE DU GABON

2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le Gabon, pays francophone, est situé dans le Golfe de Guinée de part et d'autre de l'équateur (Figure 1). Il est compris entre 2° N et 4° S de latitude, et 8° 30' et 14° 30' E de longitude (Martin *et al.*, 1981). Sa superficie est de 267 670 km². Il s'ouvre sur l'Océan Atlantique par une façade maritime de 800 km (Ministère de l'économie et des finances, 2000). Pays d'Afrique centrale, il est limité au nord par le Cameroun, au nord-ouest par la Guinée Equatoriale, et à l'est du nord au sud par le Congo-Brazzaville.



Figure 1 : Situation géographique du Gabon.

Source : <http://www.tlfq.ulaval.ca/AXL/afrique/gaboncarte.html>

2. 2. POPULATION

Le Gabon a une population d'environ 1 232 000 habitants dont la majorité est concentrée à Libreville, la capitale, et dans les villes ayant des activités économiques importantes comme Port-Gentil, Franceville, Oyem et Lambaréne. Le Gabon est un pays sous-peuplé, avec une densité de 4,6 habitants au km² (Chambrier, 1990). Bien que peu peuplé, il compte plus d'une quarantaine de groupes ethniques. Les Fang qui représentent 40% de la population sont répartis dans tout le nord du Gabon, dans les provinces du Woleu-Ntem, de l'Ogooué Ivindo, du Moyen Ogooué et dans la province de l'Estuaire (Figure 2). Les Punu (20%) se retrouvent essentiellement dans les provinces de la Ngounié et de la Nyanga (Chambrier, 1990 ; Raponda-Walker & Sillans, 1995). Les autres ethnies sont les Zébie, les Myene, les Teke, les Vili, les Kota, etc. pour n'en citer que quelques-unes.

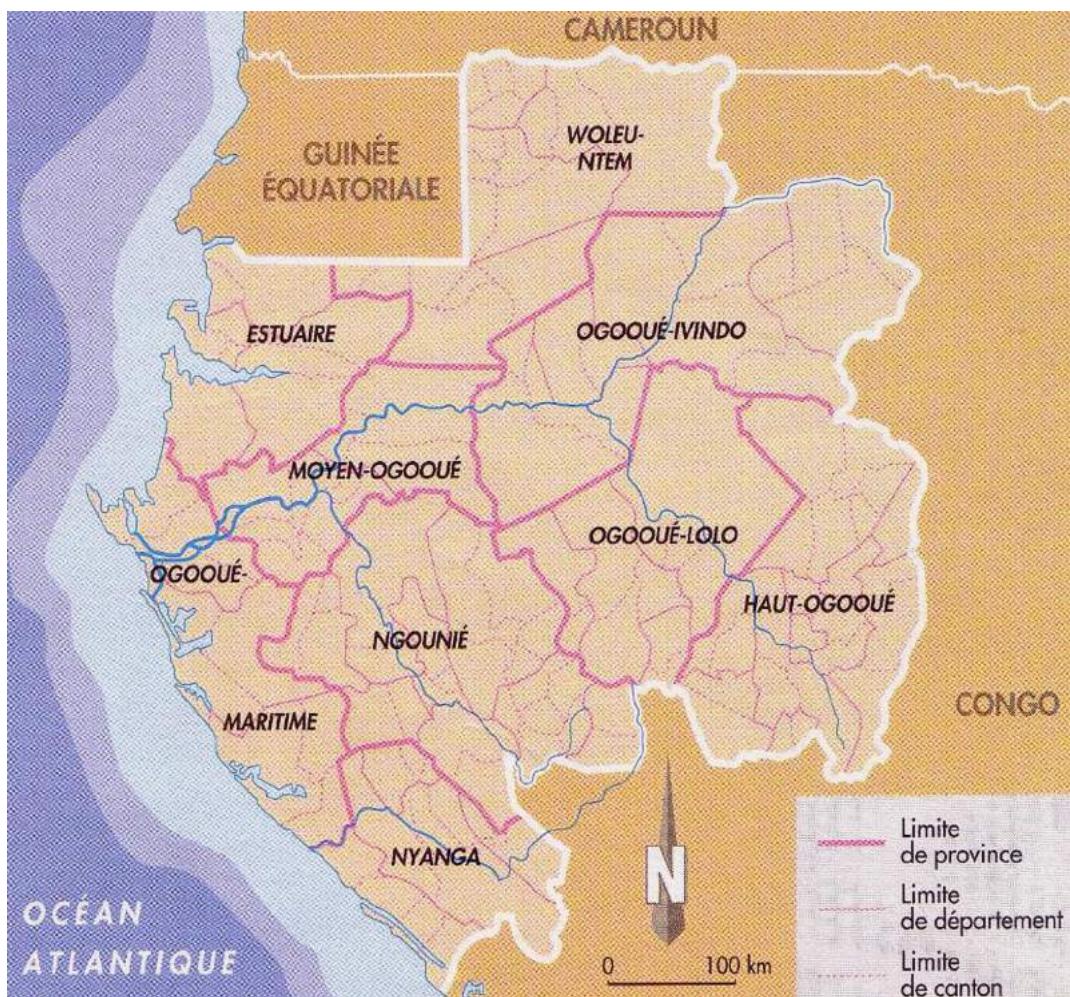


Figure 2 : Localisation des provinces du Gabon.

(Source : <http://www.tlfq.ulaval.ca/AXL/afrique/gaboncarte.html>

2. 3. SITUATION CLIMATIQUE

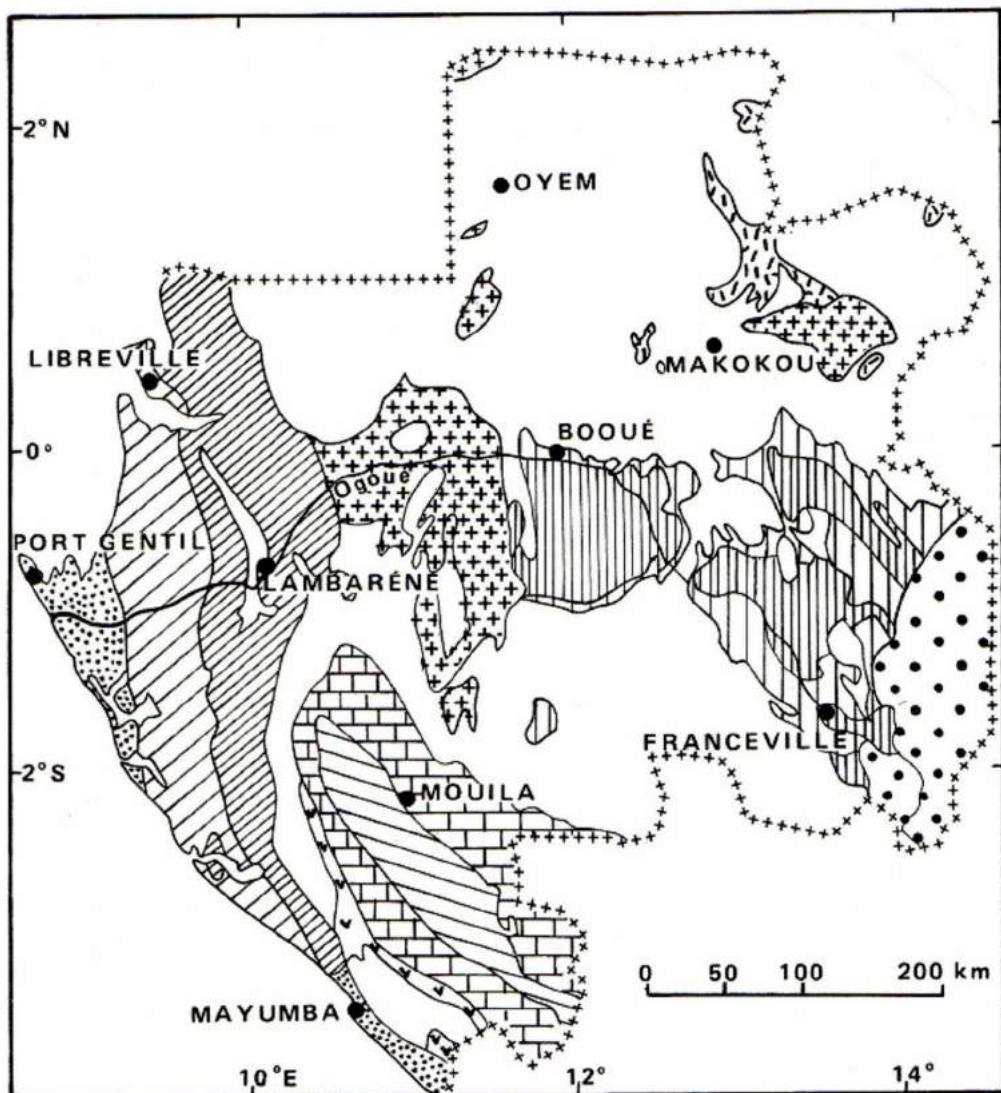
Le climat du Gabon est de type équatorial, tropical chaud, humide et pluvieux. La pluviométrie annuelle varie entre 1 500 et 3 000 mm (Martin *et al.*, 1981). Le Gabon connaît quatre saisons :

1. deux saisons sèches, la grande de juin à septembre, avec un ciel souvent gris et des matinées douces; la petite de décembre à janvier, avec un ciel bleu et peu de pluie;
2. deux saisons des pluies, la grande (en durée), de février à mai, avec de violentes averses accompagnées de tornade, la petite d'octobre à novembre, avec des fortes précipitations suivies d'ensoleillement.

Les températures moyennes varient de 22 à 26°C et diminuent avec l'altitude. Elles présentent un maximum de février à avril et un minimum en juillet et août. L'hygrométrie élevée fluctue peu au cours de l'année. Les valeurs moyennes sont de 85 % à Libreville et de 81,5% à Franceville. L'insolation, qui varie de 1 200 à 1 600 heures par an, est faible durant la grande saison sèche (Martin *et al.* 1981). L'évaporation est comprise entre 600 et 900 mm.

2. 4. GÉOLOGIE, GÉOMORPHOLOGIE ET RELIEF

Les deux tiers du Gabon sont occupés par l'affleurement des séries précambriennes (Figure 3) qui ont été subdivisées en trois ensembles (Collinet & Forget, 1976 ; Martin *et al.* 1981) : le précambrien inférieur composé d'ectinites, de migmatites et de granites ; le précambrien moyen caractérisé par la prédominance de formations détritiques peu ou non métamorphiques et le précambrien supérieur qui débute par des formations glaciaires suivies d'importants dépôts de séries calcaires et gréseuses non métamorphiques.



CUVETTE CONGOLAISE

- Séries du Stanley-Pool et des Plateaux Batéké

BASSIN SÉDIMENTAIRE COTIER

- Néogène et Paléogène
- Crétacé supérieur
- Crétacé inférieur à Permien

PRÉCAMBRIEN SUPÉRIEUR

- Série Schisto-gréseuse
- Séries Schisto-calcaire et Bouenza

PRÉCAMBRIEN MOYEN

- Séries du Mayombé
- Francevillian supérieur et moyen
- Francevillian inférieur
- PRÉCAMBRIEN INFÉRIEUR
- Série de Bélinga
- Itabirite et Amphibolite
- Système de l'Ogoué
- Socle indifférencié
- Migmatite et granite

Figure 3 : Carte géologique du Gabon (Martin et al. 1981).

Ces formations géologiques, la géomorphologie et le relief permettent de diviser le Gabon en plusieurs régions naturelles (Martin *et al.* 1981). Les plateaux du nord-est sur roche granitique sont situés entre 500 et 700 mètres d'altitude, leur relief est brisé par quelques inselbergs (région d'Oyem) et les massifs d'abirite (mineraux de fer) de Belinga-Mékambo. Le bassin sédimentaire côtier, issu des formations du secondaire mais aussi du tertiaire et du quaternaire (Dupuy *et al.*, 1998), est dans l'ensemble aplani en-dessous de 200 mètres d'altitude. L'est et le sud sont formés de plateaux sur schistes et grès (Dupuy *et al.*, 1998). Les montagnes sont constituées essentiellement des monts de Cristal (au nord avec plus de 800 m d'altitude), la chaîne de Mayombe et le massif du Chaillu (au sud) où se trouve le sommet le plus élevé, le Mont Iboundzi avec 1 570 m (Ministère de l'Economie et des Finances du Gabon, 2000).

2. 5. HYDROGRAPHIE

Le réseau hydrographique gabonais couvre la quasi totalité du territoire national. Il est composé de trois principaux bassins versants : l'Ogooué, la Nyanga et le Komo (Figure 4).

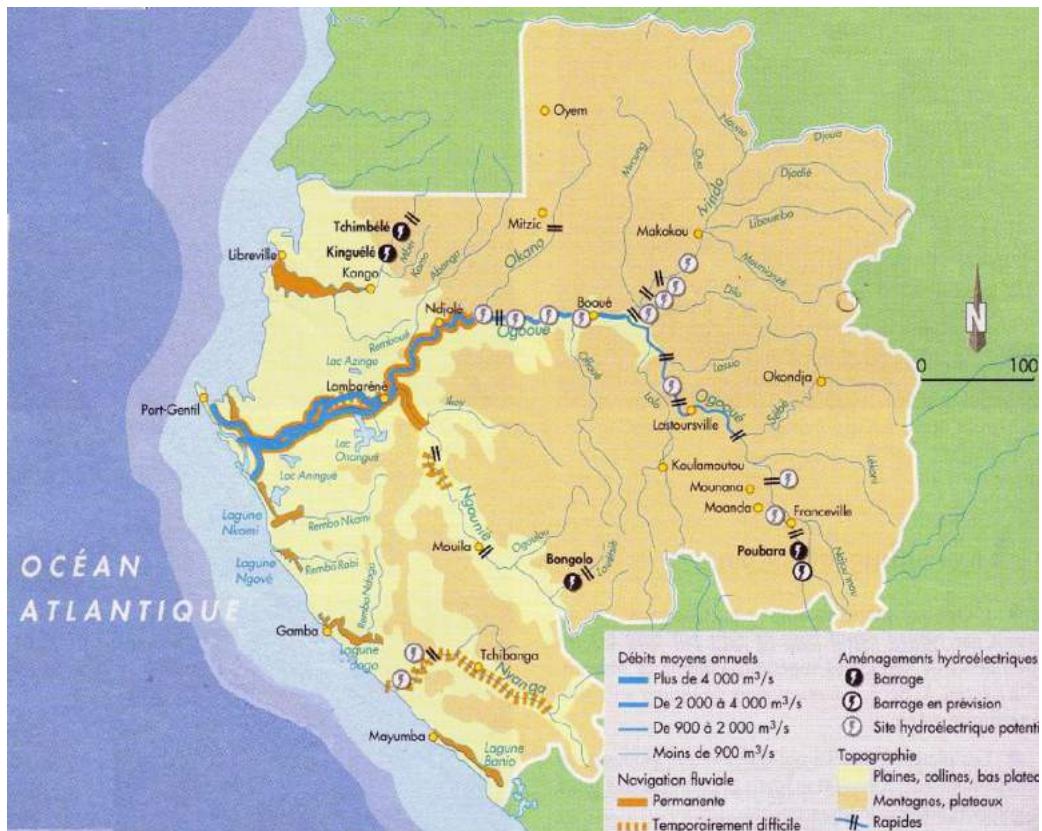


Figure 4 : Le réseau fluvial du Gabon (Richard & Léonard, 1993).

Certains secteurs de ces cours d'eau sont navigables toute l'année : le Komo de Kango à Libreville ; l'Ogooué, de Ndjolé à Port-Gentil, soit au total plus de 3 000 km de voies d'eau utilisables. Le Gabon possède aussi de nombreux lacs et marais.

1. **Le bassin de l'Ogooué.** L'Ogooué est le plus grand fleuve du Gabon. Son bassin versant occupe plus de 72% de la superficie du territoire national, soit 193 000 km². Il prend sa source au Congo, dans les monts Ntalé, à une altitude de 840 m pour se jeter dans l'Océan Atlantique, au sud de Port-Gentil, après un parcours de 1000 km environ. Ses principaux affluents sont : l'Ivindo qui draine le quart nord-est du pays et la Ngounié, à 5 km en amont de Lambaréne drainant ainsi 33 100 km².
2. **Le bassin de la Nyanga.** La Nyanga est le second fleuve du Gabon et le plus méridional. Il draine un bassin de 22 500 km². Les 80% de son bassin sont situés au Gabon. Il prend sa source dans les Massifs du Chaillu (mont Birogou) à une altitude d'environ 900 m. Après un parcours de 600 km, ce fleuve se jette dans l'Océan Atlantique, au nord de Mayumba.
3. **Le bassin du Komo.** Troisième fleuve du Gabon avec un bassin d'une superficie de 5000 km², le Komo prend sa source en Guinée Equatoriale, dans la partie sud-ouest du Woleu-Ntem. La plus grande partie de son bassin (3 200 km²) est en territoire gabonais. Le Mbèi, son principal affluent, draine une surface de 1 800 km². Le Komo se jette dans l'Océan Atlantique dans la région de Libreville, après un parcours de 230 km.
4. **Les lacs.** Les lacs les plus importants du Gabon se rencontrent au niveau du delta intérieur de l'Ogooué : les lacs Ezanga, Oguemoué et Onangué, sur la rive gauche ; les lacs Azingo, Gomè et Opindalwango, sur la rive droite. Dans d'autres régions, on trouve : entre Fougamou et Gamba, les lacs Goumba (nord d'Ofoubou / Massana), Divangui (près du site pétrolier de Rabi-Kounga) et Kivoro (à l'ouest des monts Doudou) ; dans la région de Mouila- Ndendé, le lac noir et le lac bleu ; à l'ouest de Ndjolé, le lac Nguéné. Cette liste n'est pas exhaustive car les lacs du Gabon sont encore mal connus et ne sont donc pas tous répertoriés sur les cartes du pays (Ministère des eaux et forêts, de la pêche, du reboisement et de la protection de la nature, 1999). Les lacs du Gabon sont alimentés par les eaux de pluie, mais surtout par les fleuves et les rivières environnantes. Ainsi, le lac Azingo, situé sur la rive droite de l'Ogooué, est alimenté par les crues de ce fleuve.

5. **Les marais et marécages.** Les plus importants marais et marécages se localisent au nord-est du Gabon, le long des rivières Ayina et Djoua et des fleuves Ivindo et Ntem. Cette région correspond à une vaste pénéplaine marécageuse d'environ 10 000 km², située entre 500 et 600 m d'altitude. On les rencontre également dans le cours inférieur de l'Ogooué où ils s'étendent sur les larges rives des lacs et du fleuve en formant la plaine d'inondation de l'Ogooué ; dans les embouchures et les lagunes où ils forment, avec les mangroves, les marais maritimes.

2. 6. LES SOLS

Le climat, équatorial et souvent pluvieux, oriente l'altération des sols vers une pédogenèse de type ferrallitique (Martin *et al.* 1981). Cette ferrallitisation englobe l'attaque des minéraux primaires au niveau de la roche saine et le développement d'un sol à partir des éléments résiduels ou recombinés résultant de cette altération (Collinet & Forget, 1976). Les sols sur terrains cristallins sont les plus représentés et les plus caractéristiques du Gabon (Richard & Léonard, 1993). Il s'agit des sols typiquement ferrallitiques, localisés dans toute la partie centre-nord du Gabon et des sols ferralitiques sur socle cristallin, localisés dans les monts de Cristal et du massif du Chaillu (Figure 5). Ces sols contiennent plus de 60% d'argile (kaolinite). En dehors des sols sur terrains cristallins, les sols sur terrains sédimentaires, dont la diversité dépend de celle des roches mères, sont également représentés au Gabon :

1. les sols des bassins précambriens, situés dans la région de Boué et de Franceville où ils renferment entre 45 et 50% d'argile ;
2. les sols des plateaux Batéké, très sableux, et renfermant 15% d'argile ;
3. les sols du bassin sédimentaire côtier qui ont une texture sablo-argileuse (20 à 30% d'argile) ou une texture argilo-sableuse (30 à 45% d'argile) ;
4. les sols hydromorphes, essentiellement localisés dans le delta de l'Ogooué ;
5. et enfin les sols du synclinal de la Nyanga, dans le sud-ouest du Gabon.

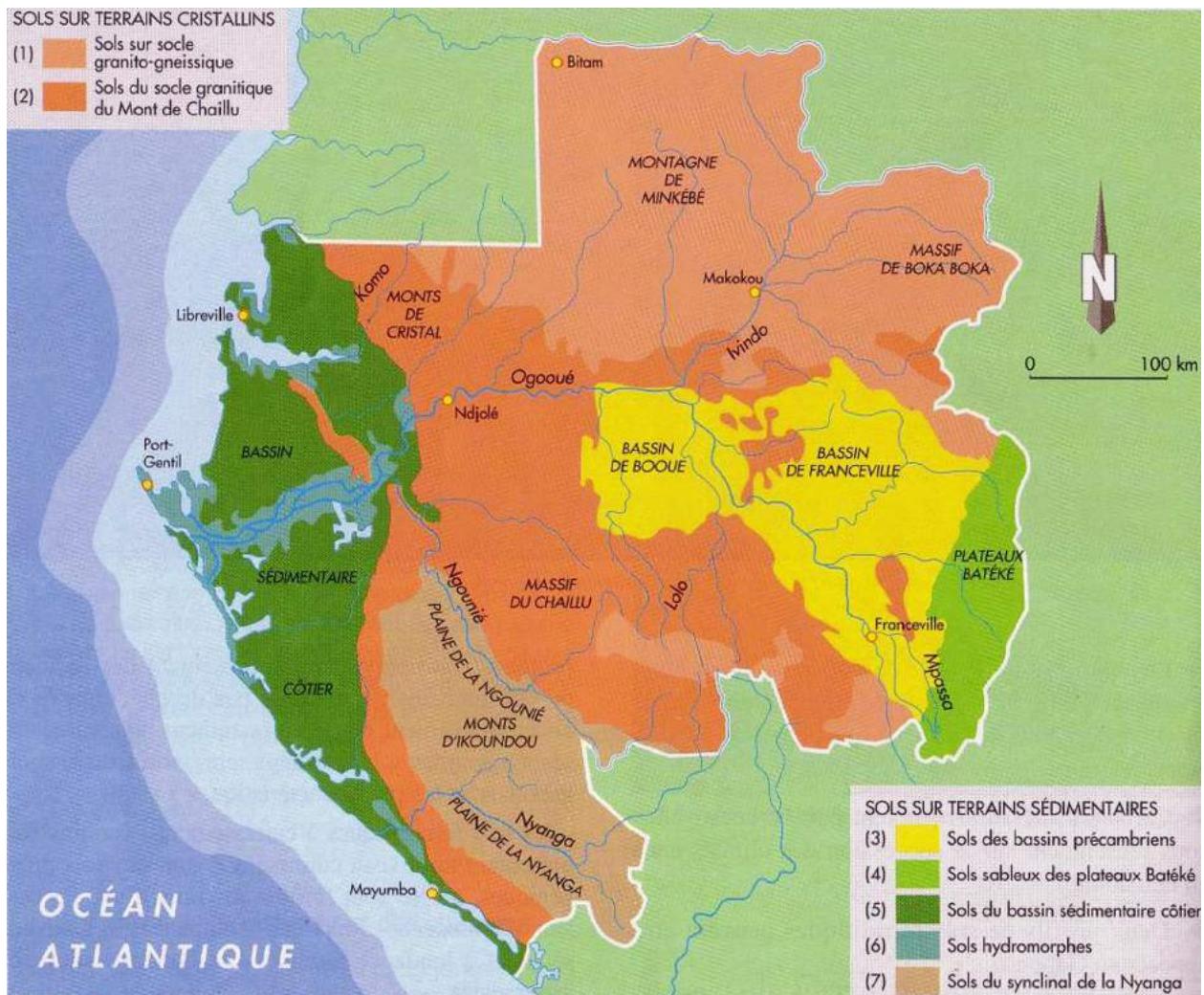


Figure 5 : Les sols du Gabon (Richard & Léonard, 1993).

2. 7. FLORE ET VÉGÉTATION

Les formations végétales du Gabon varient selon les écosystèmes. On y trouve deux grands types de domaines : le domaine forestier prédominant et le domaine non forestier.

2.7. 1 Le domaine forestier

La forêt gabonaise (Figure 6) couvre 23 millions d'hectares, soit 85% de la superficie du pays, auxquels il faut ajouter un demi-million d'hectares de mangrove et de forêts marécageuses (Dupuy *et al.* 1998). Elle appartient à la région guinéo-congolaise et aux domaines gabonocamerounais pour sa partie littorale, et camerouno-gabono-congolais pour sa partie intérieure ou continentale (Aubreville, 1968 ; Letouzey, 1968).



Figure 6 : Principales formations végétales du Gabon (Richard & Léonard, 1993).

Quarante pour cent de la forêt gabonaise restent encore à l'état primaire. La forêt gabonaise est l'une des plus riches d'Afrique. Elle recèle plus de 400 essences ligneuses, dont 33 sont exploitables, et présente 180 000 km² de réserve (Ministère de l'Economie et des Finances du Gabon, 2000). L'espèce la plus exploitée et la plus exportée pour son bois est l'okoumé (*Aucoumea klaineana*). Le domaine forestier comprend six grandes formations (Richard & Léonard, 1993) : la mangrove, la forêt inondée et marécageuse, la forêt non-inondée du bassin sédimentaire côtier, la forêt des montagnes gabonaises, la forêt des plateaux de l'intérieur et la forêt sans okoumé des plateaux du nord-est. La mangrove est une forêt littorale faisant l'interface entre la mer et le domaine forestier. Cette formation végétale côtière, que l'on rencontre à l'embouchure de la Mondah et dans les estuaires du Komo, de la Nyanga et de l'Ogooué, renferme des essences ligneuses qui ont pu s'adapter à ces conditions particulières : les palétuviers rouges (*Rhizophora racemosa*, *R. harrisonii*), les palétuviers

blancs (*Avicennia africana*) et les palétuviers gris (*Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus*).

La forêt inondée et marécageuse est une formation amphibie très morcelée et dispersée dans le nord-est et l'ouest du pays avec une forte concentration au nord-est de l'Ogooué-Maritime. Elle a, comme la mangrove, une spécificité qui se traduit par la présence d'espèces que l'on ne retrouve pas ailleurs : le bahia (*Mitragyna ciliata*), l'aloma ou le bilinga d'eau (*Nauclea pobeguinii*), l'ébiara (*Berlinia bracteosa*), le zingana (*Microberlina brazzavillensis*), l'idewa (*Haplormosia monophylla*), le nogo (*Lecomtedoxa nogo*).

La forêt non-inondée du bassin sédimentaire côtier est la forêt la mieux connue du Gabon et la première à avoir été exploitée de façon industrielle (Richard & Léonard, 1993). Elle couvre le bassin côtier jusqu'aux premières pentes des Monts de Cristal et du Massif du Chaillu. Cette forêt présente le caractère ombrophile le plus marqué : la pluviométrie atteint et peut dépasser deux mètres d'eau par an. Les arbres dominants dans cette forêt sont : l'ozouga (*Sacoglottis gabonensis*), l'ozigo (*Dacryodes buettneri*), l'alep (*Desbordesia glaucescens*), l'oken (*Swartzia fistuloides*), l'angoa (*Erismadelphus exsul*) et l'okoumé (*Aucoumea klaineana*).

La forêt des montagnes gabonaises occupe les Monts de Cristal et le Massif du Chaillu. Sa flore est apparentée à celle du bassin côtier. L'okoumé, l'alep et l'ozigo y sont encore abondants. L'ozouga y disparaît ou se raréfie, tout comme l'angoa. Les *Cesalpiniaceae* et notamment les andoungs du genre *Monopetalanthus* y sont bien représentés. Du fait qu'elle occupe une zone accidentée, difficile d'accès, cette formation est restée longtemps épargnée de toute exploitation humaine. La forêt des plateaux occupe le centre du Gabon. Elle représente la limite des peuplements d'okoumé qu'on ne rencontre plus au-delà. Cette forêt accuse un changement très net. Le Beli (*Paraberlinia bifoliolata*), le sorro (*Scyphocephalium ochocoal*), l'ilomba (*Pycnanthus angolensis*) et l'angona (*Pentaclethra eetveldeana*) y sont abondants et participent à la constitution d'un fond floristique commun à toutes les forêts du nord-est. La forêt sans okoumé des plateaux du nord-est est une formation qui s'étend jusqu'à la frontière nord-ouest du pays et du centre-sud du Cameroun. Sans okoumé et d'un coût d'exploitation élevée (loin des ports), cette zone, constituée de forêt vierge, forme le bloc le plus vaste de forêt existant encore en Afrique.

2. 7. 2 *Le domaine non forestier*

Le Gabon n'est pas que forestier. Les 15% du territoire restant constituent le domaine non forestier. Il est essentiellement couvert de steppes et de savanes, auxquelles s'ajoutent les espaces occupés par les hommes (villes, villages, campements). Les steppes représentent des formations végétales à tapis herbeux bas et clair, avec très peu ou pas d'arbustes. Disséminées sur le cordon littoral de la Pointe Denis à Mayumba, on les retrouve aussi sur les plateaux Batéké, dans le Haut-Ogooué. La faune y est rare. Les savanes sont des formations végétales ayant un tapis herbeux bien plus haut et plus dense que celui des steppes et peuvent présenter, en outre, un peuplement d'arbustes plus ou moins développés. Elles sont mieux représentées dans l'Ogooué-Maritime, la Nyanga et surtout le Haut-Ogooué.

2. 8. LES RESSOURCES MINIÈRES

En plus des ressources naturelles de la forêt, le sous-sol du Gabon renferme d'importantes richesses : pétrole, uranium, charbon, or, molybdène, tungstène, lithium, cuivre, plomb, fer. Sont exploités : le pétrole, par différentes compagnies (Total-Gabon, Shell-Gabon, Amoco) et le manganèse par la Compagnie Minière de l'Ogooué (COMILOG). Avec 10,8%, le Gabon est le troisième producteur mondial de manganèse après la Chine (13,8%) et l'Afrique du sud (13,7%) (Richard & Léonard, 1993).

2.9. LES ZONES D'ÉTUDES : PARC NATIONAL DE L'IVINDO ET PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU

Les études ont été réalisées principalement dans deux zones : Makokou et Doussala situées respectivement dans les parcs nationaux de l'Ivindo (nord-est) et celui de Moukalaba Doudou dans le sud-ouest du Gabon (Figure 7).

2. 9.1 *Choix des zones d'études*

Le choix des zones d'études a été présidé par diverses raisons. En effet, les deux parcs sélectionnés (Ivindo et Moukalaba Doudou) présentent des fortes potentialités écotouristiques au vu d'importantes densités de faune qu'on retrouve dans leurs écosystèmes (Vande, 2006, 2012). De plus, ces deux parcs sont assez bien connus sur le plan écologique car ayant fait l'objet de nombreux travaux de recherche (Vande, 2006 ; Mavoungou, 2007 ; Mavoungou *et al.*, 2012., Ebang et Yamagiwa, 2014). Enfin, l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET) via ses deux stations de recherche (Ipassa et Moukalaba Doudou) est un atout

immense pour la recherche et la formation à tous les niveaux. Ce fait offre des conditions adéquates pour mener à bien des études, cela au regard des connaissances accumulées sur la flore et la faune des régions concernées par les différentes missions qui s'y sont succédées et de toute la logistique (logements, laboratoires, véhicules, techniciens de terrain, etc.) dont elles disposent. Par ailleurs, ces stations de recherche constituent également des éléments clés dans le réseau des aires protégées du Gabon, et constituent indirectement un atout pour la mise en œuvre d'un écotourisme de haut de niveau.

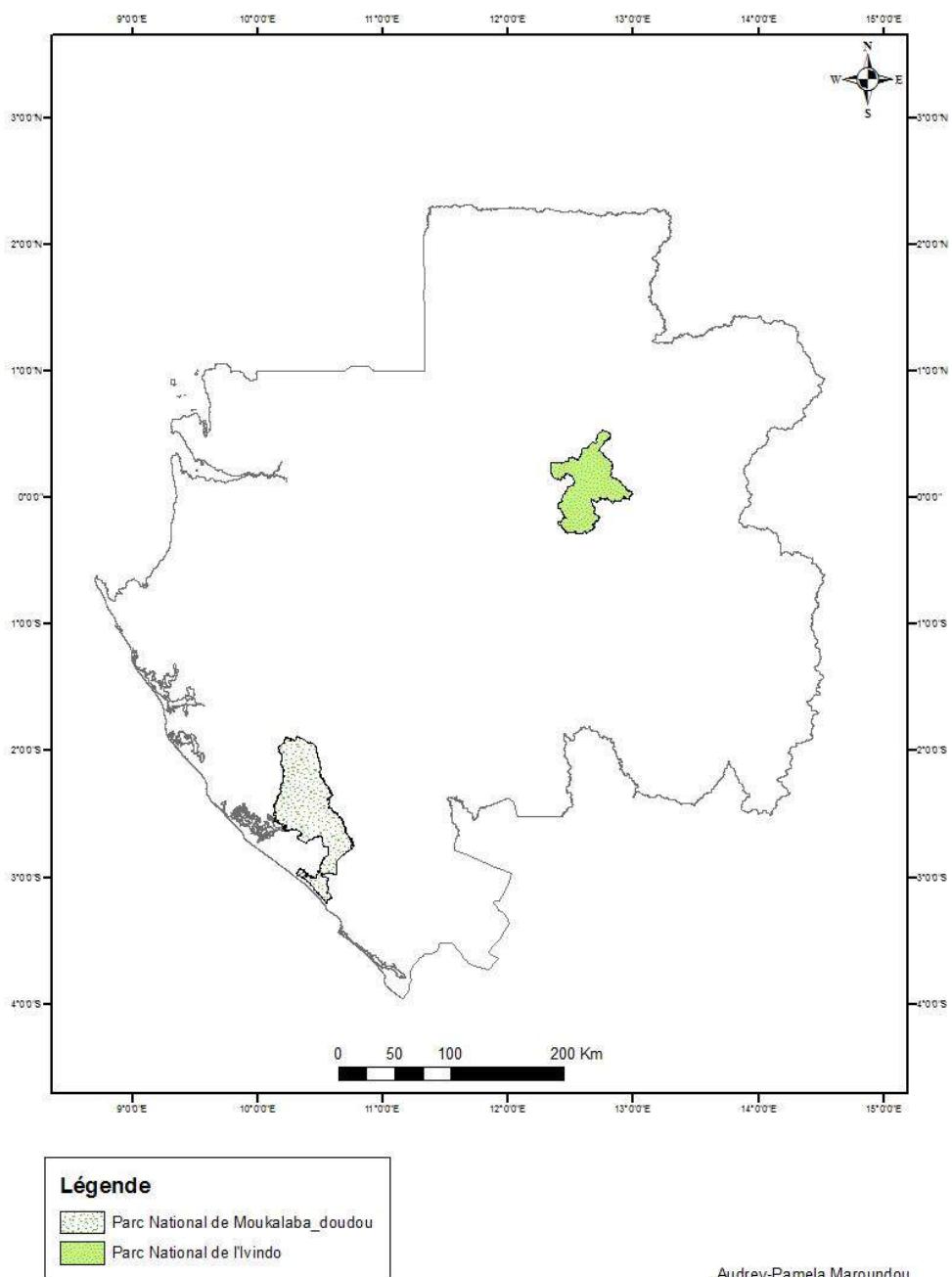


Figure 7 : Localisation des parcs prospectés (Maroundou, 2015)

2. 9.2 Le Parc National de l'Ivindo (PNI)

Le Parc National d'Ivindo ($12^{\circ}20' E$ - $12^{\circ}59' E$; $0^{\circ}21' N$ - $0^{\circ}17' S$) est situé à cheval entre les provinces de l'Ogooué-Ivindo et de l'Ogooué-Lolo (Vande weghe, 2006 ; Mavoungou, 2007). Il a une superficie de 300 000 ha. Quasi inhabité, la nature y demeure sauvage et intacte. Il est notamment drainé par le fleuve Ivindo, Langoué et Djidji. Par ailleurs, ce parc est coupé par une succession de rapides et de chutes dont les deux plus importantes sont celles de Kangou (50m) et de Mingouli (48m) (Vande weghe, 2006). Par ailleurs, ces deux rapides font ainsi partie des plus grandes et des plus belles chutes d'Afrique centrale (Vande weghe, 2006).

La zone couvrant le PNI est soumise à un climat équatorial caractérisé par une double alternance des saisons sèches et pluvieuses. On distingue ainsi la grande saison sèche qui s'étend de mi-juin à septembre et est marquée par une absence totale de pluies. Alors que la petite saison sèche, de janvier à février, est caractérisée par un ciel souvent dégagé et quelques pluies épisodiques. La grande saison des pluies s'étale d'avril à mai. Les orages sont fréquents, surtout en début de saison, et parfois accompagnés de tornades. Tandis que la petite saison des pluies s'étend d'octobre à décembre. Les précipitations, parfois orageuses augmentent, l'insolation atteint son maximum.

Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1700 mm. La température annuelle moyenne est de $23,9^{\circ}C$, avec un minimum mensuel de $21,7^{\circ}C$ en juillet et un maximum mensuel de $25^{\circ}C$ en avril. Les variations saisonnières sont de l'ordre de $3,3^{\circ}C$ (Vande weghe, 2006).

La végétation du PNI est constituée pour la majeure partie de forêts denses. La plupart de ces forêts sont restées pratiquement intactes hormis les sites où étaient implantés anciennement les villages (Vande weghe, 2006). Ces forêts varient en fonction du relief, du sol, du drainage ou du degré d'inondation qu'elles subissent. Par ailleurs, elles sont soumises à des gradients biogéographiques nord-sud et est-ouest. En plus des forêts, il existe d'autres types de milieux humides en particulier les clairières marécageuses ou baï. Aussi, ces clairières, notamment le baï de Momba qui abrite la plus grande concentration d'éléphants et de gorilles du Gabon (Vande weghe, 2006 ; Zinga *et al.*, 2013).

Le Parc National d'Avindo abrite une faune exceptionnellement riche. Sans compter les micromammifères, la faune compte 131 espèces de mammifères, dont 17 primates, 13 canivores et 16 ongulés. Le gorille (*Gorilla gorilla gorilla*) et le chimpanzé (*Pan tragoletus*) sont abondants. L'éléphant (*Loxodonta africana*) est également abondant et sa population comprend un grand nombre d'individus aux défenses impressionnantes. Le bongo (*Tragelaphus euryceros*) et le céphalophe d'Ogilby (*Cephalophus ogilbyi*) atteignent la limite de leur distribution (Vande weghe, 2006). On y trouve également l'Hylochère (*Hylocherus meinertzhageni*) et l'Hyène tachetée (*Crocuta crocuta*). La faune comprend 397 espèces, parmi lesquelles figure le picatharte du Cameroun (*Picathartes oreas*) (Vande weghe, 2006 ; Mavoungou, 2007). Sur le plan entomofaunique, la faune des papillons s'avère très riche en espèces qui vivent dans le sous-bois des vieilles forêts et certaines espèces considérées comme très rares dans toute l'Afrique centrale sont communes dans le bassin de la Langoué.

En Afrique, rares sont les rivières en zone de forêt qui sont restées presque inhabitées et qui subissent une très faible pression de chasse ce qui les rend précieuses pour un écotourisme d'exception. Les défis à relever pour développer correctement le tourisme sur la Djidji dans le PNI sont tous liés à la préservation des aspects sauvages et intacts de la zone. La solution consiste à tirer parti du paysage de manière sensible particulièrement concernant l'accès, l'emplacement du lodge et des campements, l'approvisionnement de ce site reculé et l'emploi et la formation adaptée du personnel gabonais. Les visiteurs se rendront ici depuis le lodge central d'Avindo et depuis un autre lodge situé dans la zone tampon sur le court supérieur de la Djidji.

Le principal public ciblé sont les touristes passionnés de nature désirant vivre une aventure paisible et facile avec en prime un logement confortable au bord d'une rivière de forêt pluviale - bien qu'un arrêt d'une nuit, prévu à l'avance, dans un campement temporaire au bord de l'eau puisse être considéré comme un bon moment d'aventure. Un second public pour la Djidji serait constitué de personnes plus jeunes et plus aventureuses souhaitant pagayer à bord de leur propre pirogue, accompagnées de guides fiables sur des circuits personnalisés.

2.9.3 Le parc national de Moukalaba Doudou (PNMD)

Situé au sud-ouest du Gabon, le Parc National de Moukalaba Doudou fait la réunion de deux anciennes aires protégées, Moukalaba et Monts Doudou, qui ont été réunies en un parc national, par Décret n° 616 /PR/MEFEPEPN du 30 août 2002, « portant classement du parc national de Moukalaba-Doudou », s'étendant sur 449.548 km². Ce parc national fait partie du complexe des aires protégées de Gamba qui comprend également le parc national de Loango. Aussi, il est inclus dans le paysage Gamba-Mayumba-Conkouati, un des 12 paysages prioritaire pour la conservation dans le cadre du Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo (PFBC) (Vande weghe, 2012).

Le PNMD comporte des habitats très divers dont les forêts tropicales humides (forêts marécageuses de basse altitude, forêts de moyenne altitude, forêts galeries sur les hauteurs), savanes arbustives, dominées par des graminées comme : *Andropogon chinensis*, *Andropogon gayanus*, *Anadelphia afzeliana*.

La faune du PNMD comprend plusieurs espèces animales. La liste des mammifères compte plus de 82 espèces. Parmi les neuf espèces de primates, figurent le chimpanzé commun (*Pan troglodytes*), le gorille de l'ouest (*Gorilla gorilla*), le mandrill (*Mandrillus sphinx*) et le cercocèbe à collier (*Cercopithecus torquatus*). Les trois primates nocturnes sont le galago élégant du sud (*Euoticus elegantulus*), le galago de Dermidoff (*Galago demidoff*) et le galago du Gabon (*Sciurocheirus gabonensis*). Cinq chauves-souris frugivores ont été identifiées : l'épomophore de Franquet (*Epomops franqueti*), l'hypsipate monstrueux (*Hypsipathus monstrosus*), le megaloglosse de Woermann (*Megalochirus woermannii*), le myonyctère à collier (*Myonycteris torquata*) et l'épomophore de Zenker (*Scotonycteris zenkeri*). La seule chauve-souris insectivore identifiée est un verspertilionidé : le gloconyctère de Béatrix (*Gloconycteris beatrix*). Le potamogale commun (*Potamogale velox*) est aussi présent dans ce parc.

Les musaraignes ou soricidés sont représentées par 10 espèces dont une, la crocidure de Schouteden (*Paracrocidura schoutedeni*) n'a pas été rencontrée dans d'autres parcs nationaux. Les écureuils ou sciuridés sont représentés par huit espèces. Les rats et les souris sont représentés par un dendromuridé et 12 muridés. Le pangolin commun (*Phataginus tricuspis*) et le pangolin à longue queue (*Uromanis tetradactyla*) sont également présents. L'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis*) est assez abondant.

Les carnivores sont représentés par le chacal flancs rayés (*Canis adustus*), la loutre à cou tacheté (*Lutra maculicollis*), quatre espèces de mangoustes dont la mangouste ichneumon (*Herpestes ichneumon*), la panthère (*Panthera pardus*), le chat doré (*Caracal auratus*), la civette (*Civettictis civetta*) et la genette servaline (*Genetta servalina*). La nandinie (*Nandinia binotata*), le lamantin (*Trichechus senegalensis*) et l'hippopotame (*Hippopotamus amphibius*) sont également présents. Le potamochère rouge (*Potamochoerus porcus*) et le chevrotain aquatique (*Hyemoschus aquaticus*) sont en nombre important. Les bovidés sont représentés par neuf espèces, notamment le buffle de forêt (*Synacerus caffer nanus*), le sitatunga (*Tragelaphus spekei*), le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), le céphalophe bleu (*Cephalophus monticola*), le céphalophe à dos jaune (*C. silvicultor*), le céphalophe de Peters (*C. callipygus*), le céphalophe bai (*C. dorsalis*), le céphalophe d'Ogilby (*C. ogilbyi*).

La faune compte 382 espèces, principalement forestières (Vande weghe, 2012). En tout, 12 espèces ne sont pas connues d'autres parcs nationaux du Gabon : l'inséparable à tête rouge (*Agapornis pullarius*), l'hirondelle d'Angola (*Hirundo angolensis*), le rougegorge de forêt à dos olive (*Stiphrornis pyrrholaemus*), le mélocichle à moustaches (*Melocichla mentalis*), le cratérope fléché (*Turdoides jardinei*), le tchagra des marais (*Antichromus minutus*), le tisserin à lunettes (*Ploceus ocularis*), l'oeuplecte veuve- noire (*Euplectes ardens*), le beaumarquet melba (*Pytilia melba*), le sénégali brun (*Clytospiza monteiri*), l'amarante flambé (*Lagonosticta rubricata*) et le bengali zébré (*Amandava subflava*).

Les reptiles comptent au moins 44 espèces. Beaucoup ont une large distribution, comme le varan orné (*Varanus ornatus*), le python de seba (*Python sebae*), le crocodile nain (*Osteolaemus tetraspis*), la vipère du Gabon (*Bitis gabonica*) et le cobra noir et blanc (*Naja melanoleuca*), mais dix espèces n'ont pas été trouvées dans d'autres parcs nationaux du Gabon : la péluse de Maran (*Pelusios marani*), la couleuvre à lèvres branches (*Crotaphopeltis hotamboeia*), la couleuvre arboricole d'Underwood (*Dipsadoboia underwoodi*), la couleuvre arboricole de Weiler (*Dipsadoboia weileri*), l'actraspide corpulente (*Atractaspis corpulenta*), le bothrophthalme brun (*Bothrophthalmus brunneus*), le serpent-lime de Brussaux (*Gonionotophis brussauxi*), le serpent-lime du Cap (*Mehelya guirali*) et la vipère de Lichtenstein (*Causus lichtensteini*).

La liste des amphibiens compte 70 espèces (Vande weghe, 2012) dont la rainette verrueuse (*Acanthixalus spinosus*), la rainette frangée commune (*Alexteroon obstetricans*), le xénope de Peters (*Xenopus petersii*), la cécilie de séraphin (*Geotrypetes seraphini*) et la cécilie du Gabon (*Herpele squalostoma*).

La PNMD est soumis à d'importants gradients climatiques. En ce qui concerne la pluviométrie annuelle moyenne, le PNMD subit 2000 mm de précipitation dans l'extrême nord et seulement 1600 mm dans le sud. Les observations météorologiques fragmentaires récoltées durant les recherches menées en 2000 ont clairement indiqué que les précipitations augmentent au-delà de 450 à 500 m (Vande weghe, 2006). La distribution mensuelle des pluies varie d'un mois à l'autre. En effet, la saison sèche dure de quatre à cinq mois (mai à septembre) centré sur juillet et la saison des pluies de sept à huit, allant d'octobre à avril ou mai et pratiquement ininterrompue (Takenoshita *et al.*, 2008; Ebang et Juichi, 2014).

Les températures varient en fonction des saisons. En effet, la différence entre les mois les plus frais et les mois les plus chauds (mars et avril) est de l'ordre de 3 à 4°C. Par ailleurs, la différence entre la température journalière maximale et minimale augmente avec l'altitude. Ainsi, la température maximale varie entre 21,3°C et 24,1°C en saison sèche et entre 29,3°C et 33,7 °C en saison des pluies.

2.10. METHODES DE CAPTURE

2.10.1 Choix des pièges utilisés

Plusieurs types de pièges pouvaient être utilisés dans cette étude, notamment :

1. le piège Vavoua (Laveissière et Grebaut, 1990) qui permet la capture des stomoxes, des glossines et des tabanidés, en particulier les *Chrysops*, vecteurs de la loase ;
2. le piège Nzi (Mihok, 2002) qui est particulièrement efficace pour la capture des tabanidés ;
3. le piège Biconique Challier-Laveissière (Bouyer *et al.*, 2005) très efficace pour la capture des glossines ripicoles (groupe palpalis) ;
4. le piège Pyramidal Gouteux-Lancien (Bouyer *et al.*, 2005) très efficace pour les glossines ripicoles (*G. palpalis*, *G. tachinoides* et *G. fuscipes*) ;
5. l'Ecran piège Gouteux (Bouyer *et al.*, 2005).

Le choix de n'utiliser que le piège Vavoua et le piège Nzi dans ce travail a été déterminé par leur efficacité reconnue et par le budget. En effet, sous contrainte de coût, le dispositif d'échantillonnage optimal a été celui basé sur ces deux pièges.

2.10.2 Description et principe de fonctionnement des pièges utilisés

Nous avons utilisé dans ce travail le piège Vavoua et le piège Nzi

2.10.2.1 Le piège Vavoua

Le piège Vavoua est un piège monoconique mis au point par Laveissière et Grébaut (1990) dans le foyer forestier de Vavoua en Côte d'Ivoire pour lutter contre les glossines. Ce piège est constitué d'un cône en tulle moustiquaire qui coiffe trois écrans se coupant à 120° (Laveissière et Grébaut, 1990). La partie centrale de chaque écran est noire et la partie externe bleue phtalogène (Figure 8). Le piège est fixé au sol par un piquet en bois, en fer à béton, en bambou, etc. Il mesure 80 centimètres de diamètre et 118 centimètres de hauteur (Bouyer *et al.*, 1991).

Le principe de ce piège est basé sur l'attractivité visuelle (Bouyer *et al.*, 2002). Celle-ci dépend principalement de la longueur d'onde du rayonnement réfléchi et repose sur le jeu de deux couleurs ; le bleu phtalogène attire l'insecte et le noir favorise la pose de ce dernier (Laveissière et Grébaut, 1990, Bouyer *et al.*, 1991).

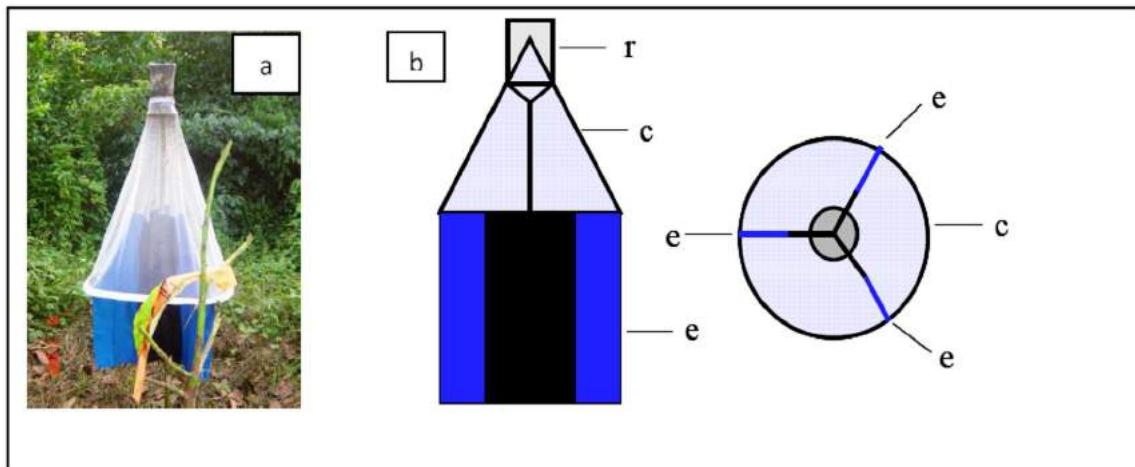


Figure 8 : Piège Vavoua :(a) Piège Vavoua en activité, (b) schéma d'un piège Vavoua (vue de face et vue de dessus) ; [c = cône de tulle moustiquaire, e = écran en tissu noir et bleu phtalogène, r = récipient de capture]. (Photographie : J. F. Mavoungou, 2007).

2.10.2.2 Le piège Nzi

Le piège Nzi (Figure 9) présente une façade constituée d'un panneau rectangulaire horizontal bleu et de deux panneaux rectangulaires verticaux bleus, fixés sur des piquets, qui forment une arche constituant l'entrée du piège sur un angle d'environ 120° (Doutoum *et al.*, 2002 ; Mihok, 2002 ; Piazzy *et al.*, 2014). Vers l'intérieur, les panneaux bleus sont reliés à des panneaux noirs constituant un cône de pénétration (Bouyer *et al.*, 2005). L'arrière du piège tendu par un piquet est en tulle moustiquaire pour l'attraction finale des insectes vers le fond du piège; l'ensemble est surmonté d'une pyramide de tulle moustiquaire (la lumière qui passe à travers attire les insectes vers le fond puis vers le haut), puis d'un cône (dispositif anti-retour) les faisant pénétrer dans la cage finale de capture (Piazzy *et al.*, 2014). Au total, le piège ainsi décrit est fixé par 3 piquets externes et un piquet central ou une baguette de bois souple (Mihok, 2002). Il est adapté au piégeage des glossines, des tabanides et des stomoxes (Bouyer *et al.*, 2005). Le principe de fonctionnement de ce piège est également basé sur l'attractivité visuelle comme le pour le piège Vavoua.



Figure 9 : Piège Nzi (photographie : Zinga, 2012)

PARTIE II : RESULTATS OBTENUS

**CHAPITRE 1: DIVERSITÉ ET ECODISTRIBUTION DES MOUCHES
PIQUEUSES DANS LE PARC NATIONAL DE LéVINDO ET PARC
NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU**

**ARTICLE 1 : PREMIERE EVALUATION DE LA DIVERSITE
SPECIFIQUE DES GLOSSINES, VECTEURS DES TRYPANOSOMOSES
HUMAINES ET ANIMALES, DANS LE PARC NATIONAL DE
MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST DU GABON)**

**(ARTICLE SOUS PRESSE DANS LA REVUE AFRIQUE SCIENCE 2015, 00 : 000-
000)**

**PREMIERE EVALUATION DE LA DIVERSITE SPECIFIQUE DES
GLOSSINES, VECTEURS DES TRYPANOSOMOSES HUMAINES ET
ANIMALES, DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU
(SUD-OUEST DU GABON)**

Franck MOUNIOKO^{1*}, Serge Ely. DIBAKOU¹, Christophe Roland. ZINGA KOUMBA^{2,3},

Ornella Anaïse MBANG NGUEMA¹, Genevieve ACAPOVI-YAO⁴, Shango.

MUTAMBWE³, Jacques F. MAVOUNGOU^{1,2}

- (1) Université des Sciences et Techniques de MASUKU, BP 941, Franceville, Gabon ;
(2) Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon ;
(3) Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts
et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo ;
(4) Université Félix Houphouët - Boigny, UFR Biosciences 22, BP : 582 ; Abidjan 22,
Côte d'Ivoire ;

Auteur correspondant

Franck MOUNIOKO. BP 943, Université des Sciences et Techniques de MASUKU,

Département de Biologie

Tel : + 241 04 54 38 54/email : fmounioko@yahoo.fr/ Libreville, Gabon

Résumé

L'abondance et la diversité spécifique des glossines ont été évaluées par des captures d'insectes à l'aide de pièges Vavoua durant la grande saison sèche, du 17 juillet au 22 aout 2014, dans deux types de biotope : Savane et village (Milieu anthropisé), dans le parc national de Moukalaba Doudou au Gabon. Au total 1535 glossines ont été récoltées durant 37 jours de captures, soit une densité apparente par piège et par jour (DAP) de 2,96 g/p/j. Les glossines capturées ont été identifiées comme appartenant aux taxons suivant : *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1911, *G. palpalis palpalis* Robineau-Desvoidy, 1830, *G. frezili* Gouteux, 1987, *G. nashi* Potts, 1955, *G. tachinoides* Westwood, 1850. *G. f. fuscipes* Newstead, 1911 a été de bien loin, l'espèce la plus abondante avec un pourcentage de capture proche de 94%. Les autres espèces *G. palpalis palpalis* Robineau-Desvoidy, 1830 (2,34%), *G. frezili* Gouteux, 1987 (1,62%), *G. nashi* Potts, 1955 (1,56%) et *G. tachinoides* Westwood, 1850 (0,19%) ont constitué les espèces moins abondantes. La plus forte abondance de glossines a été obtenue au village qui représente le milieu anthropisé (60,6%) et la plus faible en savane (39,4%).

Mots clés : Vavoua, Glossines, Doussala, Moukalaba Doudou, Gabon

Abstract: First evaluation of the specific diversity of Tsetse, Human Animal Trypanosomes vectors and, in the National Park Moukalaba Doudou (South-west of Gabon).

The abundance and species diversity of flies was evaluated by catching insects with Vavoua traps during the long dry season, from July 18 to August 21, 2014, in two types of habitat: Savannah and village within and surrounding the national park Moukalaba Doudou, Gabon. In total 1,535 flies were harvested over 37 days of capture, an apparent density per trap per day (DAP) 2, 96 g / p / d. The flies captured were identified as belonging to the taxa *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1911, *G. palpalis palpalis* Robineau-Desvoidy, 1830, *G. frezili* Gouteux, 198, *G. nashi* Potts, 1955, *G. tachinoides* Westwood, 1850. *G. f. fuscipes* Newstead, 1911 (94.26%) was the single most abundant species. Other species *G. palpalis palpalis* Robineau-Desvoidy, 1830 (2.34%), *G. frezili* Gouteux, 1987 (1.62%), *G. nashi* Potts, 1955 (1.56%) and *G. tachinoides* Westwood, 1850 (0.19%) were the least abundant species. The highest abundance of flies was obtained in the village environment, which represents anthropogenic habitat (60.6%) and lowest in the savanna (39.4%).

Keywords: Vavoua, Tsetse, Doussala, Moukalaba Doudou, Gabon

1. Introduction

Les glossines ou mouches tsé-tsé sont des insectes hématophages, c'est-à-dire qui se nourrissent du sang des vertébrés. Ils sont potentiellement vecteurs de plusieurs agents pathogènes [1-4]. Chez l'Homme, elles transmettent la Trypanosomose Humaine Africaine (THA) ou maladie du sommeil qui est une affection parasitaire due à la présence dans le sang, (la lymphé) et/ou le liquide céphalo-rachidien d'un protozoaire flagellé du genre *Trypanosoma* [1, 2, 5, 6]. Par ailleurs, ces insectes transmettent également la Trypanosomose Animale Africaine (TAA) aussi appelée Nagana [1, 2, 6].

Actuellement, environ 60 millions de personnes sont exposées à cette parasitose et on estime en moyenne 400 000 le nombre de personnes atteintes [7]. La THA est une maladie importante en Afrique centrale. En effet, elle représente plus de 87 % du nombre total de malades diagnostiqués dans toute l'Afrique [8].

Plusieurs travaux ont montré que la transmission de la THA est fortement liée à la compétence vectorielle de la glossine, au comportement des animaux hôtes nourriciers et aux faciès écologiques [5, 9, 10, 11]. Ainsi, la diversité des gîtes de glossines et des situations épidémiologiques ont permis, de définir globalement deux faciès éco-épidémiologiques majeurs en Afrique occidentale et centrale [12]. Il s'agit d'une part de la savane où les glossines vivent dans les galeries forestières et s'en éloignent peu. Et d'autre part de la forêt où les glossines sont ubiquistes, même si leur concentration est plus importante le long des cours d'eau, dans les zones humides et dans les sous-bois dégagés (sentiers en franchissement des cours d'eau, plantations, etc.). En milieu anthropisé la THA est essentiellement une maladie liée à l'homme et à son comportement dans l'espace, en particulier aux pratiques culturelles, aux modes d'habitations, aux modes d'approvisionnement en eau, à la mobilité de la population, etc. [13, 14].

Au Gabon, de nombreux foyers historiques sont connus dans plusieurs provinces dont celle de la Nyanga [15] qui abrite le Parc National de Moukalaba-Doudou (PNMD). Ces foyers de THA connus au Gabon n'ont pas été prospectés depuis plus de 15 ans, en raison de l'insuffisance de moyens financiers dont dispose le Programme National de Lutte contre la Trypanosomose (PNLT) de ce pays [15]. De plus les travaux antérieurs conduits dans cette province ont montré la présence de glossines dans le parc de PNMD [16]. Cette situation amène à s'interroger sur les risques liés à la présence de glossines, vecteurs des trypanosomoses humaine et animale, dans le PNMD.

Le risque de transmission de la THA existe même dans des espaces où la pression humaine est faible, dès lors que les conditions environnementales favorisent la survie des glossines et que la mobilité humaine permet un contact étroit entre les hommes (réservoirs de parasites) et les vecteurs [17].

En outre, la meilleure valorisation des parcs nationaux du Gabon en termes d'écotourisme passe nécessairement par la connaissance de la distribution et de l'abondance des différentes espèces d'insectes vecteurs de pathogènes (Glossines, Tabanides et Stomoxes). Cette connaissance est indispensable dans la perspective d'élaboration de stratégies de contrôle de ces insectes.

Pour recueillir des données sur la distribution et l'abondance des glossines, une enquête entomologique de nature transversale a été réalisée dans deux biotopes différents du Parc National de Moukalaba-Doudou : Village Doussala et la savane. L'objectif de cette enquête était de déterminer les densités apparentes des glossines dans le village Doussala et dans la savane attenante au village mais faisant partie intégrante du PNMD.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans le Parc National de Moukalaba-Doudou (PNMD) située dans la province de la Nyanga au sud-est du Gabon. Ce parc couvre une superficie de 5028 km² (figure 1). Il est formé de quatre principaux types de milieux à savoir les milieux humides, les savanes, les forêts et les formations rocheuses y compris les grottes. Le paysage floristique de la région est riche et comprend de nombreuses espèces [16]. Le milieu anthropisé est constitué par le village Doussala et le campement Boutsiana. La population de Doussala est estimée à 200 habitants [16].

La rivière Moukalaba est le principal affluent de la Nyanga. Elle serpente dans une plaine couverte d'une mosaïque de forêts et de savanes. La grande faune est représentée par plusieurs espèces de mammifères dont les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), les buffles (*Syncerus caffer nanus*), les chimpanzés (*Pan troglodytes*), les gorilles (*Gorilla gorilla*) et les céphalophes (*Cephalophus spp.*). L'avifaune comprend de nombreuses espèces dont l'œulepate monseigneur (*Euplectes hordeaceus*), qui ne se rencontrent qu'au Gabon.

Le climat de cette région est de type équatorial caractérisé par une saison sèche de quatre à cinq mois (mai à septembre) centrée en juillet et une saison des pluies étalée sur sept à huit mois (octobre à avril ou mai) et se déroulant de façon pratiquement ininterrompue [18, 19]. Le PNMD subit une pluviométrie annuelle moyenne de 2000 mm de précipitations dans sa partie extrême nord et seulement 1600 mm dans la partie sud. Les températures varient en fonction de des saisons. La différence entre les mois les plus frais et les mois les plus chauds (mars et avril) est de l'ordre de 3 à 4 °C. La différence entre la température journalière maximale et minimale augmente avec l'altitude.

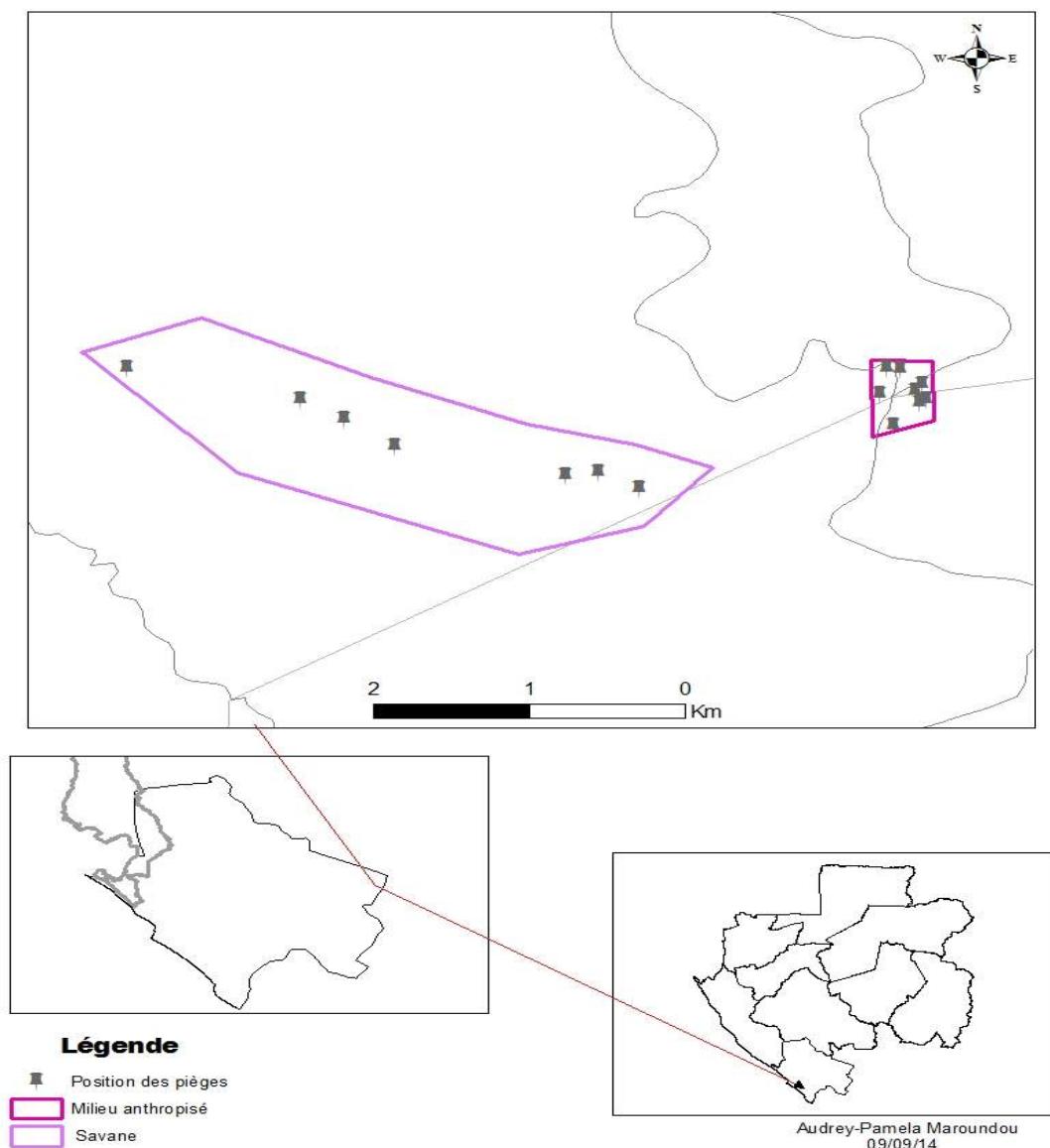


Figure 1 : Localisation la zone d'étude

2-2. Enquête entomologique

Les prospections se sont déroulées pendant la grande saison sèche durant la période allant du 17 juillet au 21 août 2014. Les glossines ont été capturées à l'aide de pièges Vavoua, comme recommandé par Laveissière et Grebaut [20].

Le piégeage des glossines pouvait se faire à l'aide d'un grand nombre de pièges tels que le piège Vavoua, le piège Biconique [21] très efficace pour les captures des glossines ripicoles (groupe *palpalis*), le piège pyramidal [22] efficace pour les glossines (*G. palpalis*, *G. tachinoides*, *G. fuscipes*), et le piège Nzi [23]. Le choix de n'utiliser que le piège Vavoua dans cette étude a été déterminé par le budget. En effet, sous contrainte de coût à ne pas dépasser, le dispositif d'échantillonnage optimal a été celui basé sur le seul piège Vavoua (moins couteux).

Au total, 14 pièges Vavoua ont été déployés dans les deux biotopes à raison de 7 pièges en savane et 7 pièges en milieu anthropisé (village Doussala). Chaque piège a été posé à un point précis dans les milieux explorés et resté actif pendant 37 jours consécutifs. Chaque piège ou point de capture était séparé des autres par une distance d'eau moins 500 m.

La relève et la récolte des spécimens ont été effectuées chaque jour à partir de 17 heures. Lors de la relève des pièges, les cages de capture ou cage Roubaud ont été étiquetées avec le numéro du piège et la date, en suivant le même itinéraire que lors de la pose. Les insectes capturés ont été conservés dans les flacons contenant de l'alcool éthylique à 96°..

2-3. Identification des insectes

Les identifications jusqu'au niveau espèce ont été réalisées au laboratoire d'écologie vectorielle à l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (LEV-IRET).

Au laboratoire les glossines ont été séparées des autres insectes capturés, puis identifiés morphologiquement et dénombrés sous la loupe binoculaire à l'aide des clés d'identifications publiées par Brunhes et *al* [24] (1998) et Pollock [25]. La forme des forcipules inférieurs a permis de discriminer l'espèce *G. palpalis palpalis* de *G. fuscipes fuscipes*.

2-4. Analyse des données

L'abondance de chaque espèce des Glossines capturée a été estimée à travers la Densité Apparente des mouches par piège et par jour (DAP). Cette densité apparente se calcule par la formule suivante :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{Nombre de pièges} \times \text{Nombre de jours de capture}} \quad (1)$$

La diversité spécifique des glossines dans les milieux explorés a été déterminée par l'indice de diversité de Shannon, qui permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu. Cet indice a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$H\phi = - \frac{1}{N} \sum (N_i/N) \times \log_2 (N_i/N) \quad (2)$$

Avec N_i le nombre d'individus d'une espèce donnée et N le nombre total d'individus.

Le test du χ^2 a été effectué pour comparer la distribution des différentes espèces en fonction du biotope.

3. Résultats

Au total 1535 glossines ont été récoltées en 37 jours de captures, soit une densité apparente par piège et par jour (DAP) de 2,96 g/p/j. Les 1535 glossines capturées ont été identifiées comme appartenant aux taxons *G. fuscipes fuscipes* Newstead, 1911 (94,26%), *G. palpalis palpalis* Robineau-Desvoidy, 1830 (2,34%), *G. frezili* Gouteux, 1987 (1,62%), *G. nashi* Potts, 1955 (1,56%), *G. tachinoides* Westwood, 1850 (0,19%) (Figure 2).

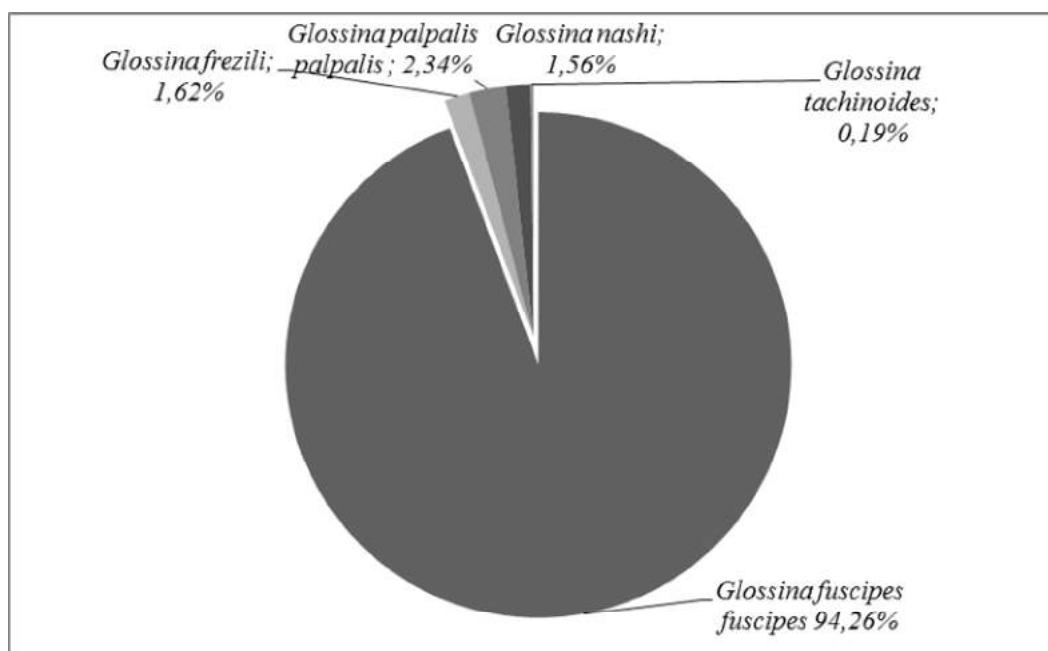


Figure 2 : Pourcentage spécifique des glossines capturées dans les deux milieux

Abondance relative des glossines en fonction des biotopes étudiés

Le maximum de capture a été obtenu au village ou milieu anthropisé avec 930 spécimens soit environ 61% et le minimum de capture en milieu de savane avec 605 spécimens soit un pourcentage de capture d'environ 39%. La DAP au village ou milieu anthropisé a été de 3,6 g/p/j contre 2,3 g/p/j en savane. La diversité du peuplement des glossines est plus élevée en savane ($H=0,44$) qu'en milieu anthropisé ($H=0,15$).

Au village ou milieu anthropisé, cinq espèces de glossine ont été capturées : *G. fuscipes fuscipes* Newstead, 1911 (97,09%), *G. palpalis palpalis* Robineau-Desvoidy, 1830 (2,04%), *G. frezili* Gouteux, 1987 (0,32%), *G. nashi* Potts, 1955 (0,32%), *G. tachinoides* Westwood, 1850 (0,21%). En savane ces mêmes espèces sont présentes avec des abondances différentes : *G. fuscipes fuscipes* (89,91%), *G. frezili* (3,63%), *G. nashi* (3,47%), *G. palpalis palpalis* (2,8%), *G. tachinoides* (0,16%). Dans les deux milieux l'espèce *G. fuscipes fuscipes* Newstead, 1911 a été l'espèce la plus abondante (Figure 3).

Le résultat du test du chi 2 a révélé qu'il existe une différence significative dans la distribution des différentes espèces selon les biotopes ($\chi^2 = 2,31 * 10^{-10}$; $ddl = 4$; $p < 0,001$).

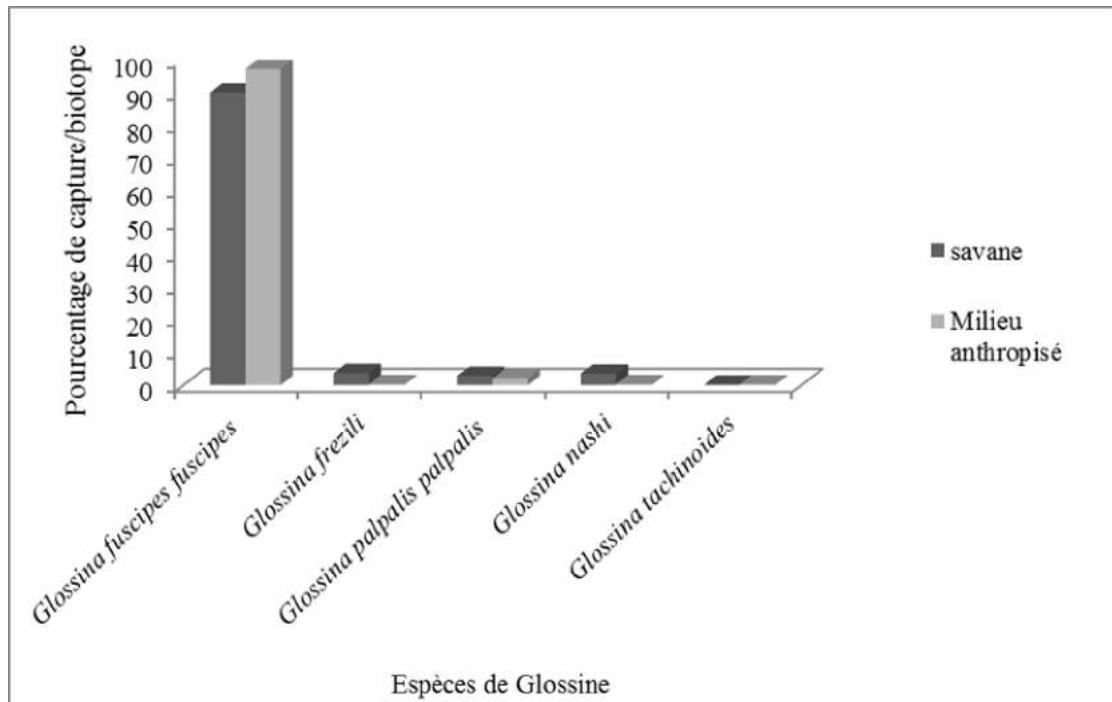


Figure 3 : Répartition spécifique des glossines en fonction des biotopes prospectés.

4. Discussion

Les résultats obtenus dans cette étude constituent les premières données relatives à l'abondance et à la diversité spécifique des glossines dans le PNMD en particulier en milieu anthropisé (village) et en milieu de savane qui sont des biotopes prospectés au cours de l'enquête. La composition entomofaunique dans cette étude a été faite par l'utilisation d'un seul type de piège. Bien que l'efficacité du piège vavoua pour la capture des glossines soit importante [26, 27, 28], l'utilisation d'autres pièges, Nzi [23], grand tétra et petit tétra [29] ainsi que l'adjonction d'octénol seul [30, 31, 32] ou en association avec le métacrésol [33, 34] ou des phénols [30], auraient probablement permis d'augmenter la taille des captures. Par ailleurs, les faibles captures obtenues dans les zones prospectées pourraient aussi s'expliquer par le fait qu'un grand nombre de sites n'ont pas été visités et que seulement 14 points de captures ont été explorés, pendant une période relativement courte et à une seule saison (saison sèche).

Les densités apparentes observées dans les différentes zones prospectées seraient en relation avec les conditions de survie des glossines. La conjugaison de plusieurs facteurs tels le climat, une végétation dense, la présence d'hôtes nourriciers, serait à l'origine de la forte densité de glossines dans une zone donnée [22, 35]. Cependant le maximum de capture a été observé au village et le minimum en savane. Cette répartition pourrait être liée à la différenciation des paysages et à la structure des milieux pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement des glossines. En effet, l'infestation d'un milieu par les glossines est conditionnée par l'intégration de divers facteurs environnementaux (température comprise entre 15 °C et 25 °C, luminosité, humidité relative) et la présence des vertébrés hôtes nourriciers [36, 37, 38]. Ces conditions semblent se retrouver au village ou milieu anthropisé où la présence humaine est permanente et où l'on note la présence d'une rivière qui traverse le village (rivière Moukalaba). Alors qu'en savane, les faibles abondances des glossines observées pourraient s'expliquer par la raréfaction des animaux (hôtes nourriciers) en cette période de l'année (saison sèche) et par l'assèchement des points d'eau où viennent se abreuver les animaux.

Les espèces zoophiles telles que *G. frezili* Gouteux, 1987, *G. nashi* Potts, 1955, *G. tachinoides* Westwood, 1850 plus exigeantes du point de vue écologique et les espèces anthropophiles qui font montre d'un plus grand pouvoir d'adaptation comme *G. p. palpalis* sont rares. Cette raréfaction pourrait s'expliquer par la compétition interspécifique entre *G.*

palpalis et *G. fuscipes* qui a déjà été démontrée au Cameroun [39, 40] et au Congo [10]. En effet, *G. f. fuscipes* a été la seule glossine capturée avec plus de 80% de la population provenant des deux milieux prospectés.

Les glossines ont été capturées, au village, pour la plupart au bord des rivières qui constituent les principaux points de baignade des populations. De tels biotopes sont favorables au développement des glossines qui y trouvent, non seulement de l'humidité, mais aussi des possibilités d'alimentation. On constate que *G. f. fuscipes* y est présent avec des densités très importantes, tandis que *G. p. palpalis* est presque absente. Par ailleurs, Ces biotopes constituent les principaux gîtes de *G. f. fuscipes* où cette espèce trouve des possibilités de repos et de reproduction [3]. En conséquence, les abords des cours d'eau présentent un risque de transmission primaire très important à cause des conditions écologiques favorables, au développement des glossines et par la présence régulière des humains pour les baignades et les occupations ménagères [3].

Quant à l'indice de Shannon qui traduit la diversité spécifique des espèces dans un milieu, il est très faible en milieu anthropisé ($H=0,15$). Cette faiblesse pourrait s'expliquer par le fait que *G. f. fuscipes* constitue l'espèce la plus abondante et domine les autres espèces de glossines. Tandis qu'en savane cet indice est plus élevé ($H=0,44$).

La richesse spécifique et l'abondance de l'entomofaune en un lieu donné est définie par une plus ou moins grande diversité des espèces [41]. Les espèces identifiées au village et en savane sont des espèces ayant un caractère alimentaire anthropophile ou ubiquiste (*G. palpalis palpalis*). La présence de *G. palpalis palpalis* et de *G. f. fuscipes*, vecteurs de la maladie du sommeil, à proximité des habitations et à l'intérieur de la savane évoque l'existence fort probable de risque sanitaire dans cette zone.

5. CONCLUSION

Cette étude a montré que la transmission de la THA dans les biotopes prospectés pourrait être assurée par une population abondante de glossines présentes le long des cours d'eau et représentée principalement par *G. f. fuscipes* et dans une moindre mesure par *G. palpalis palpalis*. Ainsi dans une stratégie de lutte antivectorielle, les points d'eau doivent être ciblés en premier pour limiter les risques de transmission de la THA.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique de l'Université des Sciences et Techniques de MASUKU (USTM), l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET-CENAREST), le Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV-IRET), le Projet pour la Conservation De La Biodiversité En forêt Tropicale A Travers La Coexistence Durable Entre L'Homme Et L'Animal (PROCBAH), l'Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT-UNIKIN) et la CEEAC/PACEBO. Nous remercions LOGNO NZABA Roye pour son aide technique sur le terrain et Madame MAROUNDOU Audrey Pamela pour la réalisation de la carte.

Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse de Mr. Karl HENGA BOTSIKA BOBE, Mr. Clency MIKALA, Mr Ephrem NZENGUE, Mr. Nathaniel KOUMBA, Mlle BELL Rayna Camille et Mr. Patrick ONDO OKAMA dont les remarques, suggestions et corrections ont permis d'améliorer ce manuscrit.

REFERENCES

- [1] ó D. KABA, Étude des glossines vectrices des trypanosomiases africaines et lutte antivectorielle au 43ème BIMA, Abidjan Port-Bouët, Côte d'Ivoire, Mémoire de DEA, CEMV, (1990) 70 p.
- [2] ó K. ALLOU, G. ACAPOVI-YAO, D. KABA, V.H. KOSSON, P. SOLANO, E.K. NGORAN, Chorologie et infection par les trypanosomes de *Glossina palpalis palpalis* dans la forêt du banco et ses reliques, Abidjan (Côte d'Ivoire). *Parasite*, 16, (2009) 289-295.
- [3] ó J.A.M. MBIDA, R. MIMPFOUNDI, F. NJIOKOU, L. MANGA et C. LAVEISSIERE, Distribution et écologie des vecteurs de la trypanosomose humaine africaine de type savanique en zone de forêt dégradée au sud Cameroun : cas du foyer de Doumé. *Bulletin de la Société Pathologique Exotique* **102**, (2009) 101-105.
- [4] ó G. ACAPOVI-YAO, K. ALLOU, J.F. MAVOUNGOU, D. ZOH, M.L. DIA, K.E. NGORAN, Distribution géographique et infection de *Glossina palpalis palpalis* (Diptera, Glossinidae) par les trypanosomes dans des reliques forestières de la ville

d'Abidjan-Côte d'Ivoire. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales* **11**, (2013) 37-42.

- [5] ó S. AKSOY, Control of tsetse flies and trypanosomes using molecular genetics. *Veterinary Parasitology* **115**, (2003) 125-145.
- [6] ó F. COURTIN, S. DUPONT, D.G. ZEZE, V. JAMONNEAU, B. SANE, B. COULIBALY, G. CUNY et P. SOLANO, Trypanosomose Humaine Africaine : Transmission urbaine dans le foyer de Bonon (Côte d'Ivoire). *Tropical Medicine and International Health* **10**, (2005) 340-346.
- [7] ó OMS, *Control and surveillance of African Trypanosomiasis*. Report of a WHO Expert Committee, WHO Technical Report Series, (1998).881
- [8] - WHO-WORLD HEALTH ORGANIZATION, Weekly epidemiological record-Relevé Epidémiologique hebdomadaire, **81** (2006) 69-80.
- [9] ó C. LAVEISSIÈRE, B. SANE et A.H. MEDA, Measurement of risk in endemic areas of human African trypanosomiasis in Côte d'Ivoire. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **88** (1994) 645-648.
- [10] ó C. LAVEISSIERE, B. SANE, P.B. DIALLO, P. TRUC et A.H. MEDA, Le risque épidémiologique dans un foyer de la maladie du sommeil en Côte d'Ivoire. *Tropical Medicine & International Health*, **8** (1997) 729-732.
- [11] ó S.K. MOLOO, J.M. KABATA, F. WAWERU et R.H. GOODING, Selection of susceptible and refractory lines of *Glossina morsitans centralis* for *Trypanosoma congolense* infection and their susceptibility to different pathogenic *Trypanosoma* species. *Medical and Veterinary Entomology* **12** (1998) 391-398.
- [12] ó A. CHALLIER, La transmission de la trypanosomose humaine en Afrique occidentale : Ecologie et contrôle des vecteurs. *Annale de la Société Belge Médecine Tropicale*, **51** (1971) 549-558.
- [13] ó C. LAVEISSIERE, D. COURET et J.P. HERVOUËT, Localisation et fréquence du contact homme/ glossines en secteur forestier de Côte d'Ivoire. 1. Recherche des

points épidémiologiquement dangereux dans l'environnement végétal. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 24 (1986a), 21635.

- [14] - C. LAVESSIÈRE, D. COURET et J.P. HERVOUËT, Localisation et fréquence du contact homme/glossine en secteur forestier de Côte d'Ivoire. 2. Le facteur humain et la transmission de la trypanosomiase. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 24 (1986b) 45657.
- [15] ó L. KOHAGNE TONGHE, K.R. GOUNOUE, M.P. MENGUE, D. KABA, F.J. LOUIS et R. MIMPFOUNDI, Enquête entomologique dans le foyer historique de trypanosomose humaine africaine de Bendjé (gabon). *Parasite*, 18 (2011) 1-7.
- [16] ó J.P. VANDE WEGHE, Moukalaba-Doudou, Agence National des Parcs Nationaux (ANPN), Libreville, Gabon. (2012) 296 p.
- [17] ó F. FOURNET, A. KONE, A.H. MEDA, S. TRAORE et J.P HERVOUËT, Intégration des facteurs démographiques à la caractéristique d'un espace à risque de maladie du sommeil en Côte d'Ivoire. *Médecine Tropicale*, 61 (2001) 372-375.
- [18] ó Y. TAKENOSHITA, C. ANDO, Y. IWATA et J. YAMAGIWA, Fruit phenology of the great habitat in the Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *African Study Monograph Supplementary*, 39 (2008) 23639
- [19]- G.W. EBANG ELLA et JUICHI YAMAGIWA, Use of tool sets by chimpanzees for multiple purposes in Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *Primates*, (2014) 6pp. DOI 10.1007/s10329-014-0431-5.
- [20] ó C. LAVESSIÈRE et P. GRÉBAUT, The trapping of tsetse flies (Diptera: Glossinidae). Improvement of a model: the Vavoua trap. *Tropical Medicine and Parasitology*, 41 (1990) 185-192.
- [21] ó A. CHALLIER et C. LAVESSIÈRE, Un nouveau piège pour la capture des glossines (Glossina : Diptera, Muscidae); description et essais sur le terrain. *Cahier. ORSTOM, Serie Entomologie Médicale et Parasitologique*, 11 (1973) 251-262.
- [22] ó J.P. Gouteux et J.P. Kiénou, Observations sur les glossines d'un foyer forestier de trypanosomiase humaine en Côte d'Ivoire. 5. Peuplement de quelques biotopes

caractéristiques: Plantations, forêts et galeries forestières, en saison des pluies. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, **20** (1982) 41661.

[23] ó S. MIHOK, The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. *Bulletin of Entomological Research*, **92** (2002) 385-403.

[24] ó J. BRUNHES, D. CUISANCE, B. GEOFFROY et J.P. HERVY, Les glossines ou mouches tsé-tsé. Logiciel d'identification et d'enseignement. *Eds ORSTOM*, Montpellier, France, (1998)

[25] ó J.N. POLLOCK, Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1 : Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. F.A.O; Rome, (1992) 310 p.

[26] ó R.C. ZINGA KOUMBA, G.L. ACAPOVI-YOA, J.F. MAVOUNGOU, L. KOHAGNE TONGUE, O.A. MBANG NGUEMA, P. OBAME ONDO KUTOMY et S. MUTAMBWE, Influence de la saison sur l'écodistribution des glossines, tabanides, stomoxes du Baï de Momba Makokou, Gabon. *Agronomie Africaine*, **25** (2013a) 149-158.

[27] ó R.C. ZINGA KOUMBA, J. BOUYER, J.F. MAVOUNGOU, G.L. ACAPOVI-YAO, L. KOHAGNE TONGHE, O.A. MBANG NGUEMA, P. OBAME ONDO KUTOMY et S. MUTAMBWE, Évaluation de la diversité des diptères hématophages dans une clairière marécageuse du Gabon à l'aide des pièges Vavoua et Nzi. *Revue Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, (2013b) 66, 91-96.

[28] ó C.R. ZINGA KOUMBA, O.A. MBANG NGUEMA, L. KOHAGNE TONGHE, G.L. ACAPOVI-YAO, O.K.P. OBAME, S. MUTAMBWE et J.F. MAVOUNGOU, Contribution à l'évaluation de la diversité des vecteurs biologiques de la Trypanosomose Humaine Africaine et de leur activité journalière dans le Parc National de l'Idjwi (Nord-est Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, **80** (2014) 7060-7070.

[29] ó M.L. DIA, M. DESQUESNES, S. HAMADOU, J. BOUYER, W. YONI et A.S. GOURO, Piège Tétra : Evaluation d'un modèle de petite taille pour la capture des vecteurs des trypanosomoses animales. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **159** (2008), 17-21.

- [30] ó T.G. JAENSON, R.C. DOS SANTOS et D.R. HALL, Attraction of *Glossina longipalpis* (Diptera: Glossinidae) in Guinea-Bissau to odor baited biconical traps. *Journal of medical Entomology*, **28** (1991) 284-286.
- [31] ó C.E. Schreck, D.L. Kline, D.C. Williams et M.A. Tidwell Field evaluations in malaise and canopy traps of selected targets as attractants for tabanid species (Diptera: Tabanidae). *Journal of the American Mosquito Control Association* **9**, (1993) 182-8.
- [32] ó S. MIHOK, E.K. KANGØTHE et G.K. KAMAU, Trials of traps and attractants for Stomoxys (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, **32** (1995) 283-289.
- [33] ó A. DJITEYE, Efficacité comparée des différents types de pièges et / ou associations d'odeurs sur les tabanides, stomoxes et glossines présentes en zone soudano-guinéenne (Mali) *G.m. submorsitans*, *G. tachinoides*, *G. p. gambiensis*. Résumé Rapport d'étape, LCV de Bamako (Mali) (1994).
- [34] ó S. AMSLER et J. FILLEDIER, Attractivité pour les Tabanidae de l'association métacrésol/octénol : Résultats obtenus au Burkina Faso. *Revue Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays Tropicaux*, **47** (1994) 93-96.
- [35] ó C. LAVEISSIERE et J.P. HERVOUËT, Population de glossines et occupation de l'espace. Enquête entomologique préliminaire dans la région de la Lobo, (Côte d'Ivoire). *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, **19** (1981) 247-260.
- [36] ó L.D. FOIL et J.R. Gorham, Mechanical transmission of disease agents by arthropods. In: B.F. Eldridge and J.D. Edman, *Medical Entomology*. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers, (2000) 461-514.
- [37] ó P. SOLANO, J. BOUYER, J. ITARD et D. CUISANCE, The cyclical vectors of trypanosomes. *Infectious and para diseases of livestock*, **13** (2010) 155-183.
- [38] ó R. DARCHEN, Les populations *d'Asgelena consociata* Denis, araignée sociale, dans la forêt primaire gabonaise. Leur répartition et leur densité. *Annales de sciences naturelles, Zoologie*, Paris 14, (1978) 19-26.

[39] ó J. MOUCHET, J. GARIOU et J. RATEAU, Distribution géographique et écologique de *Glossina palpalis palpalis* et *Glossina fuscipes fuscipes* au Cameroun. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **51** (1958) 652-661.

[40] - SANE BOCAR, C. LAVEISSIERE et HONORE A. MEDA, Diversité du régime alimentaire de *Glossina palpalis palpalis* en zone forestière de Côte d'Ivoire: relation avec la prévalence de la trypanosomiase humaine africaine. *Tropical Medicine and International Health*, **5** (2000), 73678.

[41] ó M. DESQUESNES, M.L. DIA, G.L. ACAPOVI-YAO, W. YONI, L. FOIL et R. PIN, Les vecteurs mécaniques des trypanosomoses animales : Généralités, morphologie, biologie, impacts et contrôle. Identification des espèces les plus abondantes en Afrique de l'Ouest. *Editions Cirdes*, Burkina Faso ; (2005) 68p.

**ARTICLE 2 : CHOROLOGIE DES STOMOXYINAE (DIPTERA) DANS
LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST
GABON)**

**(Article sous presse dans International Journal of Biological and Chemical Science,
2015 : 80 : 000-000)**

CHOROLOGIE DES STOMOXYINAE (DIPTERA) DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON)

Ely S. DIBAKOU^{1*}, Franck MOUNIOKO¹, Christophe R. ZINGA-KOUMBA^{2,3}, Ornella A. MBANG-NGUEMA¹ , Geneviève ACAPOVI-YAO⁴, Bertrand MØBATCHI¹, Jacques F. MAVOUNGOU^{1,2}

- (1) Université des Sciences et Techniques de MASUKU, BP 941, Franceville, Gabon ;
- (2) Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon ;
- (3) Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo ;
- (4) Université Félix Houphouët - Boigny, UFR Biosciences 22, BP : 582 ; Abidjan 22, Côte d'Ivoire ;

*Auteur correspondant : DIBAKOU Ely Serge, email : sergeely@yahoo.fr

RESUME

Bien que l'importance des glossines dans la transmission des trypanosomes soit connue au Gabon, elle a longtemps masqué celle des stomoxes. C'est dans ce cadre qu'une étude sur la chorologie des Stomoxyinae a été conduite, en grande saison sèche et à l'aide de pièges Vavoua, dans un ancien foyer de la Trypanosomose Humaine Africaine (THA) en particulier dans le Parc National de Moukalaba Doudou (PNMD). Au total 14 pièges Vavoua ont été placés dont 7 au village Doussala et 7 en forêt, qui sont les deux biotopes prospectés dans le PNMD. L'enquête entomologique a permis de mettre en évidence six (6) espèces de stomoxes qui vivent en sympatrie avec des densités apparentes (DAP) différentes suivant les espèces. En effet, *Stomoxys omega* avec une densité apparente par piège de 47,94 a été l'espèce la plus abondante, suivi de *Stomoxys niger niger* (DAP=19,49). Les autres espèces à savoir *Stomoxys xanthomelas*, *Stomoxys niger bilineatus*, *Stomoxys calcitrans* et *Stomoxys transvittatus* ont été très faiblement représentées avec des densités apparentes respectives de 0,25 ; 0,23 ; 0,012 et 0,004. La forte abondance des stomoxes dans ce parc nous interpelle à considérer ces insectes dans la lutte contre la THA dans cet ancien foyer.

Mots clés : Stomoxes, Vavoua, Doussala, Parc, Gabon.

INTRODUCTION

La zone équatoriale d'Afrique centrale ou « bassin du Congo », abrite la plus grande forêt tropicale humide du monde après l'Amazonie (Bergonzini et Lanly, 2000, PFBC, 2006 ; IRD, 2011). La diversité des conditions écologiques ainsi que les singularités de son histoire biogéographique lui confèrent une importance stratégique pour la préservation de la biodiversité africaine et mondiale (FAO, 2002 ; PFBC, 2006 ; Akoma, 2014). Aussi, le Gabon pour répondre à cet enjeu majeur, a mis en place treize (13) parcs nationaux (Vande weghe, 2006, 2012). Plus de 10% de la superficie du pays leur est consacré afin de préserver la biodiversité et promouvoir l'écotourisme. Dans ces parcs, les animaux sont protégés et par voie de conséquence la taille des populations animales va augmenter et les contacts entre populations humaines et animales seront facilités. De plus, certains de ces parcs, tel que le Parc National de Moukalaba Doudou (PNMD), se trouvent dans les foyers historiques de Trypanosomose Humaine Africaine (THA) (Amblard, 1996). Par ailleurs, les connaissances portant sur les vecteurs biologiques et/ou mécaniques de cette parasitose demeurent faibles sinon fragmentaires dans ces anciens foyers. En effet, de nombreux foyers historiques sont connus dans plusieurs provinces, mais ces foyers n'ont pas été prospectés depuis plus de 15 ans en raison de l'insuffisance de moyens financiers dont dispose le programme national de lutte contre la trypanosomose humaine africaine du pays (Kohagne *et al.*, 2011). Pourtant, des études récentes, conduites dans l'un des anciens foyers de THA ont montré que des cas sporadiques de THA sont diagnostiqués de manière passive par les structures sanitaires de la ville (Kohagne *et al.*, 2011).

Un grand nombre d'agents pathogènes pour l'homme (virus, bactéries, parasites) sont transmis par des arthropodes dans ces parcs et anciens foyers de THA (Wilcox et Ellis, 2006 ; Mavoungou, 2007). De plus, avec les changements globaux (climatiques, écologiques, démographiques et économiques) que nous observons, on assiste à une résurgence des maladies vectorielles ou encore l'émergence de nouvelles endémies (Wilcox et Ellis, 2006). Par ailleurs, avec l'arrivée importante des touristes dans ces parcs, les contacts entre populations humaines et animales seront facilités. Finalement, l'une des conséquences possibles de ces contacts sera une augmentation de la probabilité de rencontres hôtes-vecteurs et donc des échanges de pathogènes entre l'Homme, la faune et le milieu (Wilcox et Ellis, 2006). Cependant, aucune stratégie de lutte n'est efficace à long terme si les populations vectorielles cibles ne sont pas bien connues. Une meilleure connaissance des systèmes

vectoriels permet de rationaliser la lutte en diminuant le rapport coût-efficacité du contrôle tout en étant attentif à l'environnement, dans la perspective du développement durable (IRD, 2011).

Bien que l'importance des glossines dans la transmission des trypanosomes soit connue (Kohagne *et al.*, 2011), elle a longtemps masqué celle des stomoxes (Mihok, 2002 ; Desquesnes *et al.*, 2005). Pourtant, ces derniers, qualifiés de vecteurs mécaniques, ont des effets directs et indirects (transmission de pathogènes) qui peuvent avoir d'importantes conséquences médicales et même économiques dans les zones d'élevage (Mihok, 2002 ; Desquesnes *et al.*, 2005 ; Jacquiet *et al.*, 2014).

C'est dans ce cadre qu'une étude sur l'inventaire des stomoxes a été réalisé dans le PNMD en particulier dans deux biotopes différents : village Doussala et la forêt attenant à ce village. L'objectif de cette étude était de déterminer la densité apparente (DAP) et la diversité spécifique des stomoxes dans ces biotopes afin de connaître leur rôle potentiel dans la transmission de la THA dans cet ancien foyer.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été menée dans le Parc National de Moukalaba-Doudou situé dans la partie sud-ouest du Gabon. Ce parc couvre une superficie de 5028 km² (Figure 1). Il comprend plusieurs types d'habitats dans les plus importants sont : les milieux humides, les savanes, les forêts et les formations rocheuses et les grottes. Le milieu anthropisé est constitué par le village Doussala. Par ailleurs, le paysage floristique de la région comprend de nombreuses espèces qu'on ne voit pas ou rarement ailleurs au Gabon (Vande weghe, 2012). La rivière Moukalaba constitue le principal affluent de la Nyanga. Elle serpente dans une plaine couverte d'une mosaïque de forêts et de savanes. La faune sauvage est représentée par plusieurs espèces de grands mammifères dont les buffles (*Syncerus caffer nanus*), les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), les chimpanzés (*Pan troglodytes*), les gorilles (*G. gorilla gorilla*) et les céphalophes (*Cephalophus spp.*). L'avifaune comprend plusieurs espèces dont l'œuplecte monseigneur (*Euplectes hordeaceus*) (Vande weghe, 2012).

Le climat de cette région est de type équatorial caractérisé par une saison sèche de quatre à cinq mois, de mai à septembre; et une saison des pluies de sept à huit mois, allant d'octobre à mai pratiquement ininterrompue (Takenoshita *et al.*, 2008; Ebang et Juichi, 2014). La pluviométrie annuelle moyenne du parc est de 2000 mm de précipitations dans l'extrême nord et seulement 1600 mm dans le sud. Les températures varient en fonction des saisons. La différence entre les mois les plus frais et les mois les plus chauds (mars et avril) est de l'ordre de 3 à 4 °C. La différence entre la température journalière maximale et minimale augmente avec l'altitude.

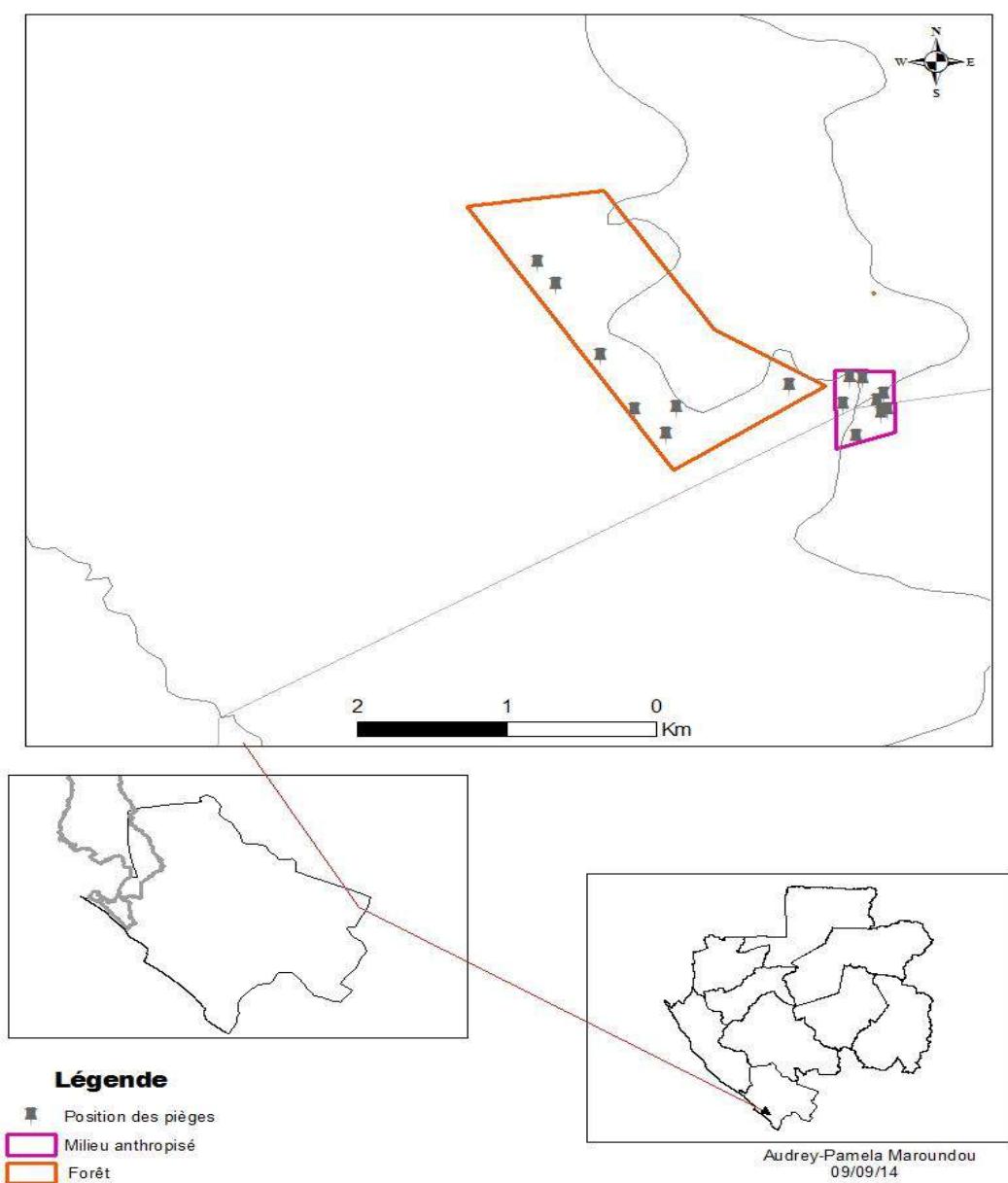


Figure 1 : Localisation du site d'étude au Gabon.

Capture des stomoxes

Les stomoxes ont été capturés à l'aide des pièges Vavoua (Laveissière et Grebaut, 1990). Toutes les captures ont été réalisées entre le 17 juillet et le 22 août 2014, c'est à dire pendant la grande saison sèche.

Au total 14 pièges ont été placés dans le PNMD dont 7 au village Doussala (milieu anthropisé) et 7 en forêt. Chaque piège était distant de l'autre d'au moins 500 m. Ces pièges ont été laissés sur place durant toute la période de l'étude. Par ailleurs, les informations relatives à l'abondance de la végétation, à la présence des animaux sauvages et domestiques, à l'ensoleillement et à la présence humaine nous ont permis de choisir chaque site de piégeage.

Les relevés quotidiens des pièges se faisaient toujours à la même heure c'est-à-dire le matin avant 7 heures. Les insectes récoltés ont été ramenés au laboratoire pour identification et dénombrement.

Identification des stomoxes

Au laboratoire, les stomoxes ont été séparés des autres insectes. Ensuite, la discrimination entre les différentes espèces de stomoxes a été faite à l'aide de la clé de Zumpt (1973) et du caractère morphologique complémentaire décrit par Garros et al. (2004) pour mieux séparer *S. calcitrans* et *S. niger*.

Analyse des données

La diversité spécifique des stomoxes dans les milieux explorés a été déterminée par l'indice de diversité de Shannon, qui permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu. Cet indice a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$H = - (N_i/N) \times \log (N_i/N)$$

Avec N_i le nombre d'individus d'une espèce donnée et N le nombre total d'individus.

L'abondance de chaque espèce de glossine capturée a été définie par la densité apparente (DAP) représentée par le nombre d'individus par piège et par jour et calculée selon la formule suivante :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{Nombre de pièges} \times \text{nombre de jours de capture}}$$

RESULTATS

Au total 35189 stomoxes ont été capturés en 37 jours de capture, soit une densité apparente de 67 stomoxes/piège/jour. Sur ce total, 34936 (99%) spécimens ont été obtenus en forêt et 253 (1%) au village Doussala (milieu anthropisé). Le maximum de capture a été obtenu en forêt et le minimum au village Doussala.

Sur l'ensemble des biotopes prospectés, six (6) espèces de stomoxes ont été identifiées avec des abondances variables suivants les espèces. En effet, *Stomoxys omega* (DAP=47,94) a été l'espèce la plus abondante, suivi de *S. niger niger* (DAP=19,49). Les autres espèces à savoir *S. xanthomelas*, *S. niger bilineatus*, *S. calcitrans* et *S. transvittatus* ont été très faiblement représentées avec des DAP respectives de 0,25 ; 0,23 ; 0,012 et 0,004. En terme de pourcentage *S. omega* (31%) et *S. niger niger* (29%) ont été les espèces les plus rencontrées. Les autres espèces ont été faiblement capturées (Figure 2).

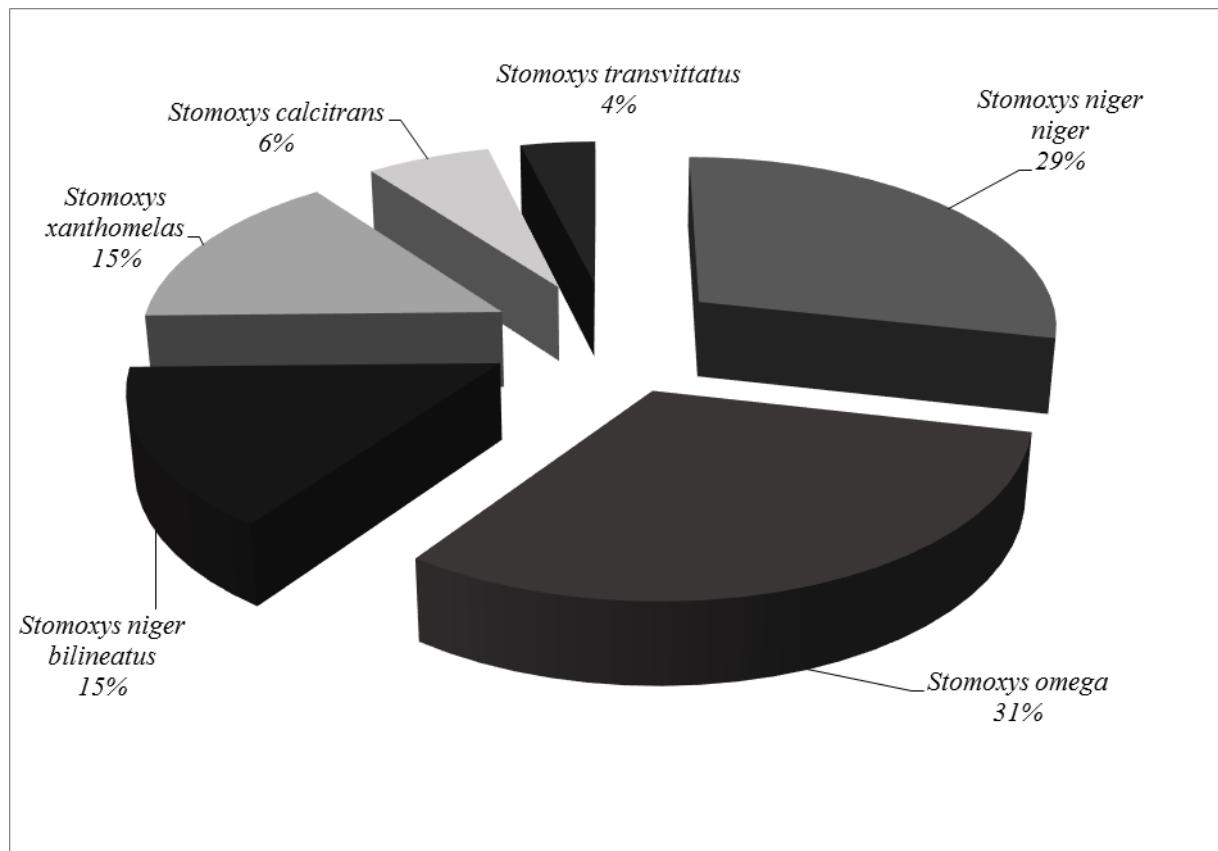


Figure 2 : Répartition spécifique des espèces de stomoxes capturés.

Distribution des stomoxes en fonction des biotopes échantillonnés

Au village quatre espèces de stomoxes ont été identifiées avec des densités apparentes variables suivant l'espèce. En effet, *S. niger niger* (DAP=0,70) a été l'espèce la plus abondante, suivi de *S. omega* (DAP= 0,26). *S. xanthomelas* et *S. bilineatus* ont été les espèces les moins représentées avec la même densité apparente (DAP=0,001).

En forêt, une forte richesse spécifique a été observée par la présence de six (6) espèces : *S. omega*, *S. niger niger*, *S. xanthomelas*, *S. niger bilineatus*, *S. calcitrans* et *S. transvittatus*. *S. omega* et *S. niger niger* ont été les espèces les plus représentées avec des densités apparentes respectives de 95,63 et 38, 28. Les quatre autres espèces ont présenté de très faibles densités apparentes : *S. xanthomelas* (DAP=0,49), *S. niger bilineatus* (DAP=0,46), *S. calcitrans* (DAP=0,02) et *S. transvittatus* (DAP=0,001) (Figure 3).

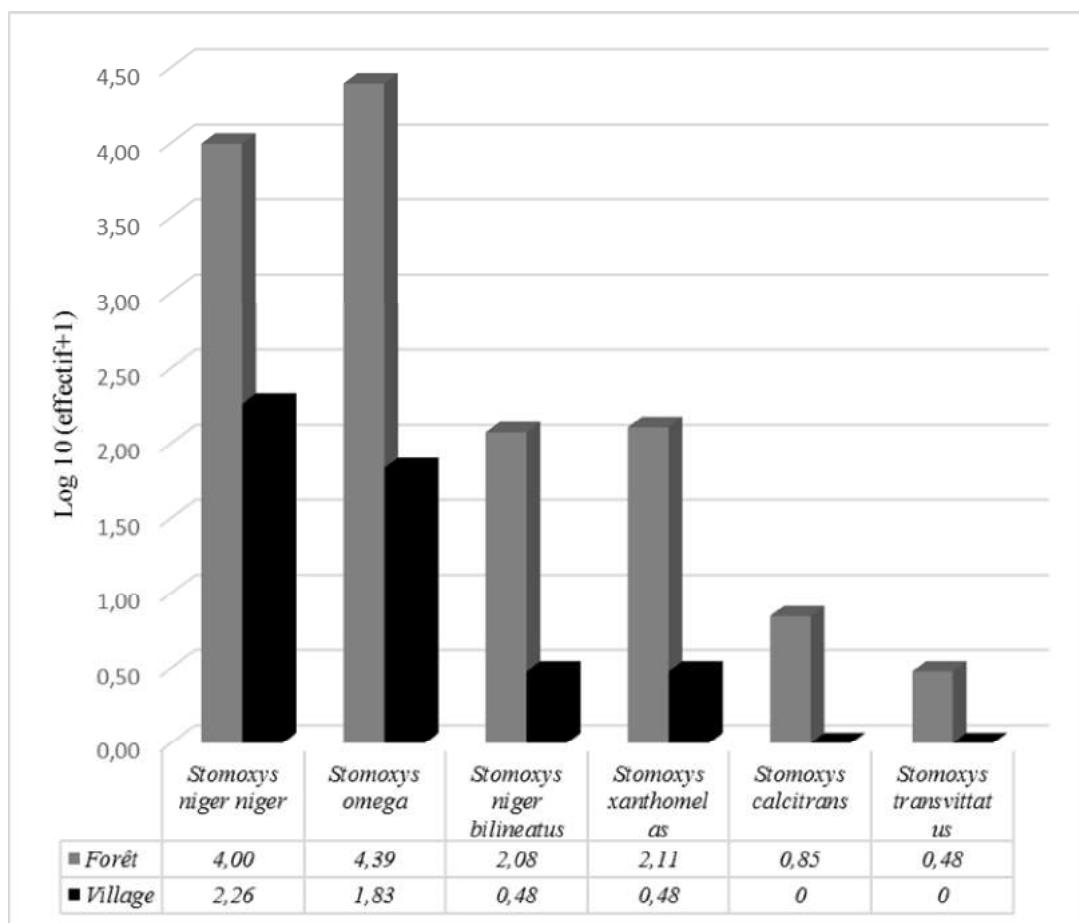


Figure 3 : Distribution spécifique des espèces de stomoxes capturées en fonction du biotope.

Toutes les espèces capturées au village ont été aussi présentes en forêt mais avec des abondances différentes. Aussi, la diversité du peuplement des stomoxes dans les deux biotopes prospectés a été évaluée par l'indice de diversité de Shannon ($H\phi$). Cet indice a été de 0,87 en forêt et 0,43 en milieu anthropisé.

DISCUSSION

Les résultats de cette étude constituent des données préliminaires relatives aux stomoxes capturés dans le parc national de Moukalaba Doudou en particulier dans deux biotopes différents. Ces biotopes sont représentés par la forêt perturbée et le village Doussala attenant à cette forêt. Ces insectes sont réputés être les vecteurs mécaniques des trypanosomes, ils sont aussi vecteurs potentiels de plusieurs agents pathogènes pour l'Homme et pour les animaux (Mramba *et al.*, 2007 ; Baldacchino *et al.*, 2013).

L'enquête a été réalisée à l'aide d'un seul type de piège pendant une période relativement courte à une saison unique (grande saison sèche), de ce fait ces résultats d'inventaire ne peuvent être complets donc exhaustifs. Par ailleurs, seulement 14 points de captures ont été explorés. Cela n'exclut donc pas la présence d'autres espèces présentes par exemple en saison des pluies. De plus, des études conduites par Mavoungou (2007, 2008) à Makokou dans le parc National de l'Ivindo durant trois ans ont pu montrer la présence de sept (7) espèces de stomoxes qui cohabitent. Aussi, des études précédentes ont montré que l'association de plusieurs types de pièges et l'ajout d'un olfactif, octénol ou dioxyde de carbone (CO_2), augmenteraient considérablement les captures des mouches hématophages (Krmar, 2005 ; Krmar *et al.*, 2006; Krmar, 2007). Ainsi, des captures longitudinales avec plusieurs types de pièges et des attractifs dans un plus grand nombre de sites sont nécessaires pour avoir une liste complète des différentes espèces de stomoxes présentes dans le parc national de Moukalaba Doudou.

En forêt six espèces (6) ont été identifiées contre quatre en milieu anthropisé, aussi le maximum de spécimens a été observé en forêt et le minimum au village. Ces différences pourraient s'expliquer par les facteurs environnementaux tels que le degré d'anthropisation du milieu, le faciès botanique, la présence de la faune sauvage et domestique, et la nature de la couverture végétale du sol. En effet, la forêt primaire est plus riche en espèces de diptères hématophages que le milieu anthropisé qui lui est adjacent. Cette diversité d'espèces serait en relation avec la stabilité du milieu forestier (omniprésence de l'humus, température plus ou moins constante, etc.), l'abondance de la grande faune, hôtes nourriciers des insectes

hématophages (Broce *et al.*, 2005) ; et la présence des gîtes larvaires potentiels des stomoxes (litière en forêt, crottes d'éléphants, crottes de chimpanzé, herbes en décomposition, etc.) (Mavoungou, 2007). Ces résultats corroborent ceux obtenus par Mavoungou *et al.* (2008) et Zinga *et al.* (2014a, 2014b) qui ont montré que les stomoxes sont plus abondants en forêt qu'en milieu anthropisé. De plus, le microclimat pourrait jouer aussi un rôle dans la répartition et l'abondance des différentes espèces de stomoxes.

Le substrat idéal pour assurer la ponte et le développement larvaire chez les stomoxes est un mélange de boue, de déjections (fèces, crotte et urine) et de végétaux en décomposition (Mavoungou *et al.* 2007, 2008 ; Jacquiet *et al.*, 2014). Aussi, dans les conditions optimales de température, entre 25 et 35°C selon les espèces, les œufs éclosent en 24 heures et la durée totale du cycle est comprise entre 15 jours et 1 mois (Cauquil, 2011). Ces conditions semblent se retrouver dans la forêt et pourraient expliquer l'abondance de *S. omega* et de *S. niger niger*. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Mavoungou (2007), qui a montré que *S. niger niger* est abondant dans les zones où la présence humaine est manifeste. En effet, la forêt attenant au village Doussala, constitue un milieu de chasse et de plantation pour les populations autochtones. De plus, par le passé cette forêt a été largement exploitée par une entreprise forestière dénommée la compagnie équatoriale des bois (CEB) (Takenoshita *et al.*, 2008; Ebang et Juichi, 2014). Quant à *S. omega*, elle demeure une espèce ubiquiste. Ainsi, les modifications apportées par l'Homme à cette forêt semblent être favorables au développement de ces deux espèces. Nos résultats corroborent également ceux obtenus par Rodriguez *et al.* (2005) qui ont indiqué que la perturbation des milieux favorise la croissance rapide des populations des stomoxes.

Les faibles abondances des autres espèces en forêt pourraient être liées à leurs exigences écologiques. En effet, *S. niger bilineatus* se retrouve beaucoup plus en zone de savane, alors que *S. xanthomelas* est inféodé à la canopée dans les zones forestières (Mavoungou, 2008). Quant à *S. calcitrans*, il est inféodé aux activités humaines liées aux élevages (Jacquiet *et al.*, 2014). *S. transvittatus* étant une espèce ubiquiste mais les modifications apportées à cette forêt ne semblent pas être favorables à son développement.

En milieu anthropisé, on a noté de très faibles abondances et une richesse spécifique moindre. Cette faible abondance et faible richesse spécifique pourraient s'expliquer par la différenciation du paysage, à la structure du milieu pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement des espèces de stomoxes (Cauquil, 2011 ; Jacquiet *et al.*, 2014).

CONCLUSION

L'importance des glossines dans la transmission des trypanosomes a longtemps masqué celle des stomoxes. Pourtant, ces derniers, qualifiés de vecteurs mécaniques ont des effets directs et indirects (transmission de pathogènes) qui peuvent avoir d'importantes conséquences médicales et même économiques dans les zones d'élevage (Epstein *et al.*, 1993). Connaître les densités apparentes et la composition spécifique des mouches hématophages dans les anciens foyers de THA (Amblard, 1996) et dans les parcs nationaux constituent un élément important pour la lutte anti vectorielle. Par ailleurs, la meilleure valorisation des parcs nationaux au Gabon en termes d'écotourisme passe nécessairement par la connaissance de la distribution et l'abondance des différentes espèces d'insectes vecteurs de pathogènes (Rodhain et Perez, 1985).

Le travail sur les stomoxes du PNMD, s'inscrit dans l'étude des insectes vecteurs de pathogènes dans les parcs nationaux et dans les anciens foyers de la THA. Aussi, la problématique des arthropodes hématophages est devenue d'actualité dans le cadre de l'impact des changements globaux sur les sociétés humaines, en particulier des maladies émergentes. Au total six (6) espèces de stomoxes qui vivent en sympatrie ont été identifiées dans le PNMD. L'abondance et la diversité spécifique de ces espèces varient suivant le biotope. De plus, la forte abondance des stomoxes dans ce parc nous interpelle à considérer ces insectes dans la lutte contre la THA dans cet ancien foyer. Cependant, ce résultat d'inventaire ne peut être exhaustif, car un seul type de piège a été utilisé pendant une période relativement courte (Djiteye, 1992 ; Amsler & Filledier 1994; Krmar, 2005 ; Krmar *et al.* 2006; Krmar, 2007). Par conséquent, une étude plus approfondie de la distribution spatio-temporelle de ces insectes doit être entreprise pour connaître leur dynamique saisonnière et leur impact potentiel dans la transmission de la THA dans cet ancien foyer.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui institutionnel, financier et logistique de l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET-CENAREST), l'Université des Sciences et Techniques de MASUKU (USTM), le Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV-IRET), le Projet pour la Conservation De La Biodiversité En forêt Tropicale A Travers La Coexistence Durable Entre L'Homme Et l'Animal (PROCOBAH), l'Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT-UNIKIN) et la CEEAC/PACEBO.

Les auteurs remercient Mr LOGNO NZABA Roye pour son aide technique très précieuse sur le terrain et Madame MAROUNDOU Audrey Pamela pour la réalisation de la carte.

Nos sincères remerciements sont également dirigés à l'adresse de Mr. Ephrem NZENGUE, Mr. Clency MIKALA, Mr. Karl HENGA BOTSIKA BOBE, Mr. Nathaniel KOUUMBA, Mlle BELL Rayna Camille et Mr. Patrick ONDO OKAMA dont les remarques, suggestions et corrections ont permis d'améliorer ce manuscrit.

REFERENCES

- Akoma Mintsa R. 2014. Mammifères de la forêt guinéo-Congolaise : Partage. Edition du CENAREST. 267p.
- Amsler S, Filledier J. 1994. Attractivité pour les Tabanidae de l'association métacrésol/octénol : Résultats obtenus au Burkina Faso. *Revue Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays Tropicaux.*, **47** : 93-96.
- Amblard J. 1996. Situation de la trypanosomiase humaine africaine au Gabon. Etude sur la période 1993-1995. Rapport interne du service des grandes endémies, Ministère de la santé, Gabon, 18p.
- Baldacchino F., Desquesnes M., Desoli F., Charoenviriyaphap T., Duvallet G., 2013. Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*, 20: 26. 13p.
- Bergonzini JC, Lanly JP. 2000. Les forêts tropicales. Cirad-Montpellier. 164 p.
- Broce A.B, Hogsette J, Paisley S. 2005. Winter feeding sites of hay in round bales as major developmental sites of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in pastures in spring and summer. *Journal of Economic Entomology*, **98**: 2307-2312.
- Cauquil L. 2011. Mise en place d'un élevage de *Stomoxys calcitrans* et de *Stomoxys indicus* et étude des sites de développement larvaire des *Stomoxys indicus* en Thaïlande. Thèse de doctorat, Université de Toulouse. 80 p
- Desquesnes M, Dia ML, Acapovi GL, Yoni W, Foil L, Pin R. 2005. *Les Vecteurs Mécaniques des Trypanosomoses Animales : Généralités, morphologie, Biologie, Impacts et Contrôle. Identification des Espèces les plus Abondantes en Afrique de l'Ouest.* Editions Cirdes, Imprimerie de l'Avenir : Burkina Faso ; 68 p.
- Djiteye A. 1992. Aperçu sur l'efficacité comparative de différents pièges et odeurs contre les mouches piqueuses (Diptera : Tabanidae et Muscidae) d'importance vétérinaire. In *Premier séminaire International sur les Trypanosomoses Animales non Transmises par les Glossines*, Annecy (France), 14-16 octobre 1992.

Ebang Ella GW, Juichi Yamagiwa. 2014. Use of tool sets by chimpanzees for multiple purposes in Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *Primates*, 6pp. DOI 10.1007/s10329-014-0431-5.

Epstein PR, Ford T.E, Colwell RR. 1993. Marine ecosystems: emerging diseases as indicators of change. *Lancet*, **342**: 1217-1219.

FAO. 2002. Global forest resources assessment 2000 Main report. *FAO, forestry paper n°140. Eds. Lavoisier.*

Garros C, Gilles J, Duvallet G. 2004. Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *S. niger* (Diptera : Muscidae). Comparaison de populations de l'île de La Réunion. *Parasite*, **11**: 329-332.

IRD (Institute de Recherche pour le Développement). 2011. L'IRD en Afrique centrale : Cameroun - Centrafrique - Congo - Gabon - Guinée équatoriale - R.D. Congo. IRD/DIC, Mai 2011. 62 p.

Jacquiet P, Rouet D, Bouhsira, Salem A, Liénard E, Franc M. 2014. Population dynamics of *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) in southwestern France. *Revue de Médecine Vétérinaire*. **165**, 9-10, 267-271.

Kohagne Tongue L, Gounoue Kamkuimo R, Mengue Mœyi P, KABA D, Louis F J, Mimpfoundi R. 2011. Enquête entomologique dans le foyer historique de trypanosomose Humaine Africaine de Bendjé (Gabon). *Parasite*, **18**: 7p.

Krmar S. 2005. Reponse of horse flies (Diptera, Tabanidae) to different olfactory attractants. *Biologia*. **60**: 611-613

Krmar S, Mikuska A, Merdic E. 2006. Response of Tabanidae (Diptera) to different natural attractants. *Journal of Vector Ecology*. **31**: 262-265.

Krmar S. 2007. Reponse of horse flies (Diptera, Tabanidae) to canopy traps baited with 4-methylphenol, 3-isopropylphenol, and naphthalene. *Journal of Vector Ecology*. **32**: 188-192.

Mavoungou JF. 2008. Ecologie et rôle vecteur des stomoxes (Diptera : Muscidae) au Gabon. Thèse de doctorat. Université Montpellier III. 137 p.

Mavoungou JF, Jay-robert P, Gilles J, Atsame Edda A, Duvallet G. 2008. Ecologie des stomoxes (Diptera: Muscidae) au Gabon. I. Premier inventaire dans différentes zones écologiques. *Parasite*, **15**: 27-34.

Mihok S. 2002. The development of multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. *Bull. Entomol. Res.* **92**: 385-403.

Mramba F, Broce AB, Zurek L. vector competence of stable flies, *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae), for *Enterobacter sakazakii*. *Journal of vector Ecology*. **32** (1): 134-139.

PFBC (Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo). 2006. Les forêts du Bassin du Congo : Etat des Forêts 2006. PFBC, 256 p

Rodhain F, Perez C. 1985. Les Muscidae Stomoxinae. In : *Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire*. Paris, France, Maloine, p 394-395.

Rodriguez-Batista Z, Leite RC, Oliveira PR, Lopes CML, Borges LMF. 2005. Populational dynamics of *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus) (Diptera : Muscidae) in three biocenosis, Minas Gerais, Brazil. *Veterinary Parasitology*. **130**: 343-346.

Takenoshita Y, Ando C, Iwata Y, Yamagiwa J. 2008. Fruit phenology of the great habitat in the Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *African Study Monograph Supplementary*. **39**: 23-39.

IUCN. 1996. Guide de la Convention sur la Diversité Biologique. 193 p.

Vande Weghe JP. 2006. Ivindo et Mwagna. Eaux noires, forêts vierges et baïs. Wildlife Conservation Society, Libreville, Gabon: 272 pp.

Vande Weghe J.P. 2012. MOUKALABA DOUDOU. Agence National des Parcs Nationaux (ANPN), Libreville, Gabon. 296 p.

Wilcox BA, Ellis B. 2006. Les forêts et les maladies émergentes chez l'homme. *Unasylva*. **57** : 11-18.

Zinga Kouumba CR, Mbang Nguema OA, Kohagne TL, Acapovi-Yao GL, Obame OKP, Mutambwe S, Mavoungou JF. 2014a. Contribution à l'évaluation de la diversité des vecteurs biologiques de la Trypanosomose Humaine Africaine et de leur activité journalière dans le Parc National de l'Okendo (Nord-est Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, 80:7060-7070.

Zinga kouumba CR, Mbang Nguema OA, Mavoungou JF, Obame Ondo KP. 2014b. Ecodistribution des tabanidés, glossines et stomoxes le long d'un transect forêt Primaire-village au Gabon. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 8 (1): 167-181

Zumpt F. 1973. Diptera: Muscidae; Taxonomy and biology of species. In *The Stomoxynae Biting flies of the World*. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Germany; 20-97.

**ARTILCE 3 : EVALUATION DE LA DIVERSITÉ DES DIPTÈRES
HÉMATOPHAGES DANS UNE CLAIRIÈRE MARÉCAGEUSE DU
GABON À L'AIDE DES PIÈGES NZI ET VAVOUA**

(Article publié dans la Revue d'Elevage et de Medecine Vétérinaire des pays Tropicaux
2013, 66 (3) : 1-6.)

EVALUATION DE LA DIVERSITE DES DIPTERES HEMATOPHAGES DANS UNE CLAIRIERE MARECAGEUSE DU GABON A L'AIDE DES PIEGES NZI ET VAVOUA

R.C. Zinga Koumba^{1,2} J. Bouyer ^{3,4} J.F. Mavoungou^{1,5} G.L. Acapovi Yao⁶ L. Kohagne Tongué⁷ O.A. Mbang Nguema^{1,5} K.P.O. Ondo¹ S. Mutambwe²

(1) Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon.

(2) Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo.

(3) Cirad, UMR Contrôle des Maladies Animales Exotiques et Emergentes, Montpellier, France.

(4) Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Laboratoire National d'Elevage et de Recherches, Vétérinaires, BP 2057, Dakar à Hann, Sénégal.

(5) Université des Sciences et Techniques de Masuku, BP 941, Franceville, Gabon

(6) Université Félix Houphouët - Boigny, UFR Biosciences 22, BP : 582 ; Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

(7) Association de Promotion pour la Lutte contre les Parasitoses (APLP), BP 2816, Yaoundé, Cameroun.

Auteur correspondant

Roland C. Zinga Koumba. BP 13 354, Institut de Recherche en Ecologie Tropicale, Tel : + 241 04 40 49 23/email : zinga.koumba@yahoo.fr / Libreville, Gabon

Résumé

L'objectif de ce travail était d'étudier la diversité des insectes hématophages présents dans les clairières forestières du Gabon à l'aide de deux types de pièges, Nzi et Vavoua. Vingt pièges (10 Nzi et 10 Vavoua) ont été placés dans et autour du *Baï* de Momba pendant 7 jours consécutifs durant le mois de juin 2012. Dans chacun de ces deux biotopes, cinq paires de pièges (un Vavoua et un Nzi, espacés l'un de l'autre de 30 m environ) ont été posés à intervalles de 250-400 m. Un total de 662 glossines, 42 tabanides et 20 stomoxes a été collecté. Le piège Vavoua a capturé beaucoup de glossines et de stomoxes, alors que le piège Nzi a capturé plus de tabanides. Compte tenu de la faible durée de capture, une prolongation du suivi de ces insectes a été effectuée pour préciser leur importance relative et leur dynamique saisonnière.

Mots clés : Piège Vavoua, piège Nzi, Glossines, Stomoxes, *Baï* de Momba, Gabon

Abstract:

The diversity of bloodsucking Diptera was studied in a swampy clearing of Gabon, the Momba *Baï*, using two types of traps, Nzi and Vavoua. A total of 20 traps, 10 nzi and 10 Vavoua, were set within and around the Momba *Baï* during 7 consecutive days in June 2012. In each of these two habitats, 5 pairs of traps (one Nzi and one Vavoua, placed 30 m apart) were set at 250-400 m intervals. A total of 662 tsetse, 42 tabanids and 20 stable flies have been collected. Captures of tsetse and stomoxes were higher in the Vavoua trap whereas the Nzi trap captured more tabanids. Given the short duration of capture, an extended follow-up of these insects has been done to determine their relative importance and their seasonal dynamics.

Keywords: Vavoua Trap, Nzi Trap, Tsetse, Stable flies, Tabanids, *Baï* of Momba, Gabon

Introduction

Le piégeage des diptères hématophages, en l'occurrence les tabanides, les stomoxes et les glossines, constitue un moyen de capture économique permettant d'obtenir des échantillons de population plus représentatifs que ceux obtenus par capture au filet (12). Par ailleurs, le piégeage représente un outil efficace d'étude, de surveillance, de protection et de lutte écologique contre les vecteurs (8). Enfin, par sa simplicité, le piégeage constitue l'une des alternatives les plus adaptées pour assurer la participation communautaire et le respect du milieu (6, 13, 19).

Les diptères hématophages ont un rôle extrêmement important en santé humaine et animale (24). En effet, ces insectes, en raison de leur mode d'alimentation, représentent un fléau à la fois par leur nuisance directe (harcèlement et préation) (7, 9) et par leur rôle de vecteur potentiel de divers agents pathogènes (5, 14, 15, 40). Ils sont impliqués dans la transmission biologique et/ou mécanique de nombreuses maladies comme la fièvre de la vallée du Rift, l'anaéplasmose bovine et les trypanosomoses africaines (humaine et animale) (1, 2, 16). Il est donc important d'en étudier la diversité.

De nombreux travaux ont évalué l'efficacité des techniques de capture des tabanides, des glossines et des stomoxes, et les pièges Nzi et Vavoua se sont révélés très efficaces, respectivement pour les vecteurs mécaniques et pour les glossines (8, 16, 18, 27). Des études comparatives de l'efficacité des pièges ont été effectuées en Afrique de l'Ouest et plus rarement en Afrique de l'Est (3, 4, 15, 22, 27, 35, 36). En revanche, les connaissances concernant la diversité des insectes hématophages dans les clairières forestières du Gabon sont rares et anciennes. L'étude présentée ici avait pour objectif d'identifier les principales espèces de diptères hématophages dans deux biotopes ne présentant pas le même degré d'ouverture de la végétation. En raison de sa durée limitée, il sera cependant nécessaire de poursuivre l'étude à différentes saisons pour compléter l'inventaire des espèces présenté ici. L'utilisation simultanée de plusieurs types de piége a permis de réaliser des inventaires plus complets de la diversité rencontrée. Toutefois, l'efficacité des deux types de piéges utilisés n'a pas pu être comparée car nous n'avons pas réalisé de carré latin.

MATERIELS ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée au *Baï* (clairière forestière) de Momba (latitude 0.027080° et longitude 13.424310°), situé dans le nord-est du Gabon à environ 160 kilomètres de la ville de Makokou, et dans la forêt primaire qui l'entoure (figure 1).

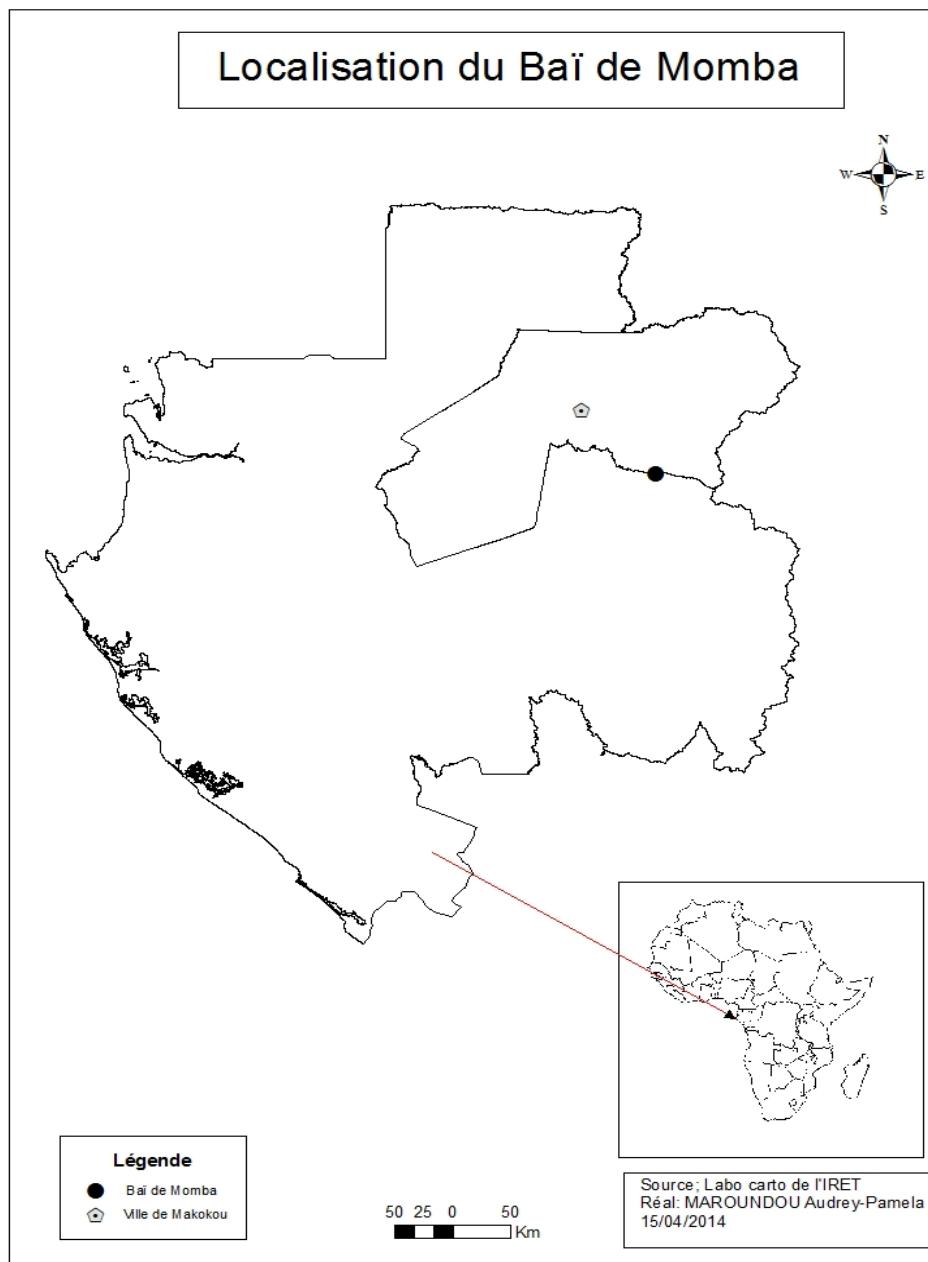


Figure 1 : Localisation du Baï de Momba au Gabon / Location of Momba Bai in Gabon

Le climat de cette région est de type équatorial caractérisé par la double alternance de saisons sèches (de mi-décembre à mi-mars, puis de mi-juin à mi-septembre) et de saisons des pluies (mi-mars à mi-juin puis mi-septembre à mi-décembre). La température moyenne est de 24°C avec un minimum de 21,7°C en juillet et un maximum de 25°C en avril. Les amplitudes thermiques annuelles et journalières sont faibles (environ 3,3°C). La pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 1700 mm, les plus fortes précipitations ayant lieu en octobre et novembre, puis de mars à mai (38). Le paysage est caractérisé par une végétation dominée par des *Cyperaceae*, des *Poaceae* et des *Rubiaceae*. La grande faune est représentée par plusieurs espèces de mammifères dont les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), les buffles (*Syncerus caffer nanus*) et les sitatungas (*Tragelaphus spekei*).

Capture des mouches hématophages

Deux types de pièges ont été utilisés : le piège Vavoua (21), qui permet la capture des glossines riveraines et des stomoxes ; et le piège Nzi (15, 28), qui est particulièrement efficace pour la capture des tabanides.

Deux biotopes ont été prospectés. D'une part, la lisière du *Baï* (milieu ouvert) qui fait moins d'1 km². Les pièges y ont été posés sur environ 1 km. D'autre part, la forêt primaire qui le borde (milieu fermé), étudiée sur une profondeur d'environ 1,25 km. Dans chacun de ces biotopes, 10 pièges (5 Vavoua et 5 Nzi) ont été posés par groupes de deux pièges (un Vavoua et un Nzi, espacés d'environ 30 m). Les deux pièges de chaque groupe constituaient chacun un point de capture d'un site de piégeage, ces sites étant distants des autres sites de piégeage de 250 m à 400m. Les pièges Nzi posés en lisière de *Baï* ont été orientés vers la forêt.

La durée de piégeage a été de 7 jours consécutifs et l'effort global de capture dans la journée a été de 10 heures. Les pièges ont été activés le matin avant 7 heures et relevés le soir après 17 heures. Lors de la relève des pièges, les cages de capture ont été étiquetées avec le numéro du piège et ramenées au laboratoire temporaire aménagé pour la circonstance non loin du site d'étude, à environ 2 km. Toutes les captures ont été réalisées durant le mois de juin 2012, c'est-à-dire à la période marquant la fin de la saison des pluies et le début de la saison sèche.

Identification des insectes

Au laboratoire, les glossines, stomoxes et tabanides ont été séparés des autres spécimens, puis dénombrés et identifiés sous une loupe binoculaire à l'aide des clefs d'identification publiées par Oldroyd (30, 31, 32, 33), Zumpt (41), Surcouf et Ricardo (37), Garros *et al.* (17), Matyas (23) et à l'aide du logiciel d'identification des glossines (10).

Analyse des données

L'abondance de chaque espèce de mouche hématophage étudié a été traduite par sa densité apparente par piège et par jour (DAP). Les DAP ont ensuite été analysées par des modèles linéaires généralisés à effets mixtes (librairie lme4 du logiciel gratuit R) (34) se basant sur une distribution de Poisson. Les paysages et types de pièges et leurs interactions ont été considérés comme des effets fixes, les sites de piégeages comme des effets aléatoires. Les analyses ont été effectuées à l'échelle des familles, puis des quelques espèces de glossines les plus abondantes. L'indice de diversité de Margalef été calculé pour déterminer la diversité des espèces capturées par chacun des pièges dans les deux biotopes, selon la formule $D = (S-1)/\log N$, avec S le nombre d'espèces et N le nombre d'individus récoltés (1, 2).

Résultats

Densité apparente des insectes étudiés à l'échelle des familles

Au total, dans les deux biotopes prospectés, 724 mouches piqueuses ont été capturées : 662 glossines, 42 tabanides et 20 stomoxes (tableau I). Le piège Vavoua a montré une affinité supérieure au piège Nzi ($p < 10^{-3}$) pour la capture des glossines et la densité de ces dernières a été supérieure dans la clairière qu'en forêt ($p < 10^{-3}$). Quant aux tabanides, le piège Nzi s'est avéré plus efficace ($p=0.029$). En ce qui concerne les stomoxes, seul le piège Vavoua en a capturés, dans la clairière uniquement. Dans ces deux cas, les différences de densité entre les deux biotopes n'étaient pas significatives, en raison des faibles effectifs capturés (figure 2).

Tableau 1 : Densités apparentes par piège et par jour de glossines, stomoxes et tabanides et signification des différences entre biotopes (p<10⁻³ ; *p<0.05 ; NS p>0.05).**

Taxa	Clairière	Forêt	Global	Différence entre biotopes
<i>Glossina frezili</i>	0.37 (0.97)	0.03 (0.17)	0.20 (0.71)	*
<i>Glossina fusca congolensis</i>	1.31 (2.86)	0.17 (0.45)	0.74 (2.11)	***
<i>Glossina fuscipes fuscipes</i>	0.26 (0.95)	0.26 (0.74)	0.26 (0.85)	NS
<i>Glossina nashi</i>	2.00 (4.92)	0.26 (0.89)	1.13 (3.62)	***
<i>Glossina palpalis palpalis</i>	5.91 (9.88)	2.09 (3.58)	4.00 (7.63)	***
<i>Glossina sp</i>	0.66 (1.41)	0.26 (0.61)	0.46 (1.10)	*
Glossinidae	10.51 (18.06)	3.06 (4.61)	6.79 (13.61)	***
<i>Stomoxys inornatus</i>	0.09 (0.37)	—	0.04 (0.27)	NS
<i>Stomoxys niger niger</i>	0.34 (1.30)	—	0.17 (0.93)	NS
<i>Stomoxys omega</i>	0.14 (0.85)	—	0.07 (0.60)	NS
Stomoxyinae	0.57 (2.10)	—	0.29 (1.50)	NS
<i>Ancala fasciata</i>	0.14 (0.55)	—	0.07 (0.39)	NS
<i>Chrysops longicornis</i>	0.11 (0.53)	0.14 (0.36)	0.13 (0.45)	NS
<i>Chrysops silacea</i>	—	0.20 (0.90)	0.10 (0.64)	NS
<i>Tabanus dilutius</i>	0.03 (0.17)	—	0.01 (0.12)	NS
<i>Tabanus obscufumalus</i>	0.03 (0.17)	—	0.01 (0.12)	NS
<i>Tabanus par</i>	0.23 (0.73)	—	0.11 (0.53)	NS
Tabanidae	0.57 (1.70)	0.34 (0.94)	0.46 (1.37)	NS

Les densités des glossines et stomoxes sont celles mesurées dans les pièges Vavoua et celles des tabanides dans les pièges Nzi. Ecart-type indiqué entre parenthèses. / Apparent densities per trap per day of tsetse, stomoxes and tabanides and significance of the differences between biotopes (**p<10⁻³ ; *p<0.05 ; NS p>0.05). Densities of tsetse and stomoxes are given for the Vavoua traps and those of tabanides for the Nzi trap. Standard deviation in brackets.

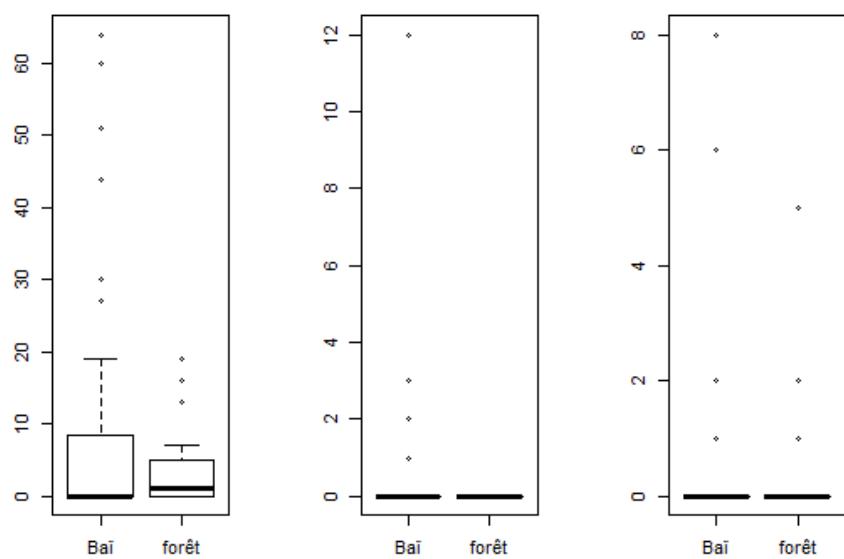


Figure 2 : De gauche à droite, densités apparentes par piège et par jour des glossines (piège Vavoua), des stomoxes (piège Vavoua) et des tabanides (piège Nzi) dans la clairière de Momba et la forêt attenante. / From the right to the left, apparent densities per trap per day of tsetse (Vavoua trap), stomoxes (Vavoua trap) and tabanides (Nzi trap).

Diversité spécifique en fonction du type de piège

L'indice de Margalef représente la diversité des espèces capturées par type de piège. Cet indice a montré que le maximum d'espèces de mouches hématophages était capturé avec le piège Vavoua (figure 3). Seules deux espèces de tabanides, *Ancala fasciata* et *Tabanus dilutius*, n'ont pas été capturées par le piège Vavoua, alors que le piège Nzi n'a capturé aucun stomoxe. Les tabanides présentaient la biodiversité la plus importante, suivis par les glossines puis les stomoxes. Chez les glossines, *Glossina palpalis palpalis* représentait plus de 50% des captures à elle seule.

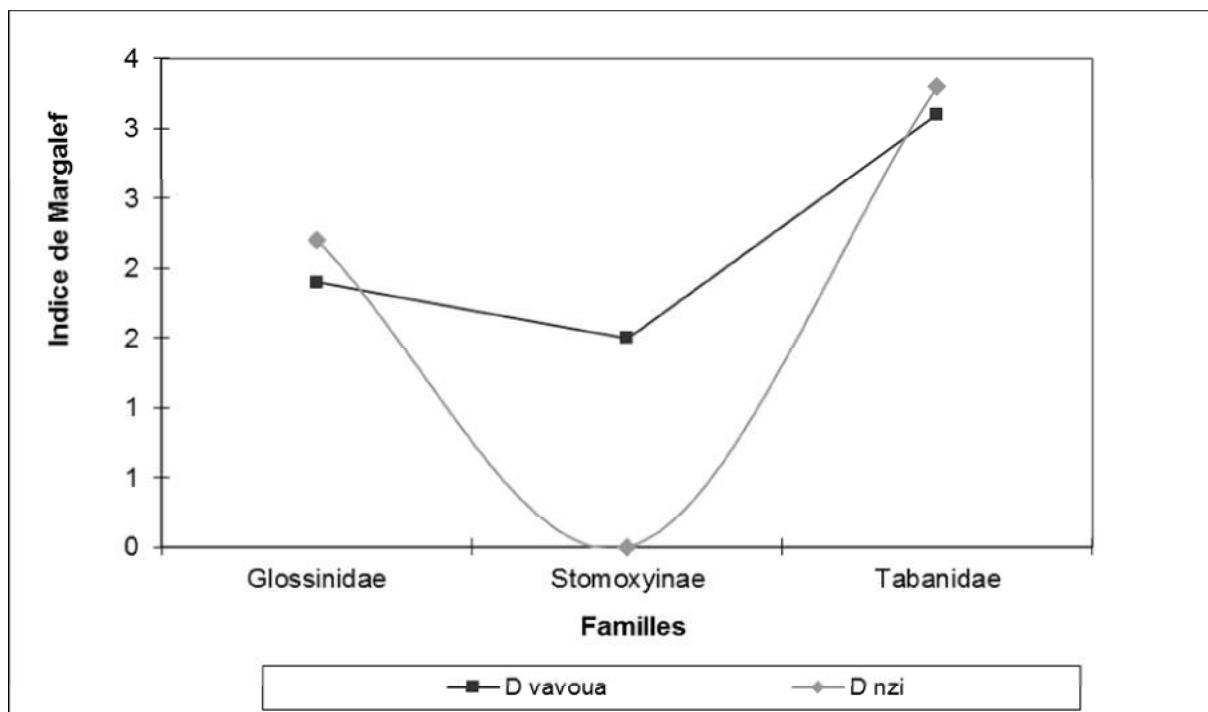


Figure 3: Densité d'insectes capturés selon le type de pièges/Density of insects caught according to the type of trap.

Composition et abondance spécifique des insectes en fonction du biotope

Cinq (5) espèces de glossines ont été capturées avec le piège Vavoua. Il s'agissait, par ordre d'importance décroissant, de *Glossina palpalis palpalis* (59% des captures), *G. nashi* (17%), *G. fusca congolense* (11%), *G. fuscipes fuscipes* (4%) et *G. frezili* (3%). Ces mêmes espèces ont été capturées par le piège Nzi, avec des abondances plus faibles. Sept pour cent des individus n'ont pas pu être identifiés.

Le tableau I présente la densité moyenne par piège et par jour (DAP) des différentes espèces en fonction du biotope et la signification des différences entre ces biotopes (résultats des modèles linéaires généralisés à effets mixtes). On peut noter que les captures étaient globalement significativement supérieures en clairière pour toutes les espèces de glossines.

Six espèces de tabanides (*Ancala fasciata*, *Chrysops longicornis*, *Chrysops silacea*, *Tabanus dilitius*, *Tabanus obscufumalus*, et *Tabanus par*) ont été capturées avec le piège Nzi contre quatre avec le piège Vavoua (*Chrysops longicornis*, *Chrysops silacea*, *Tabanus obscufumalus*, et *Tabanus sp*). Un seul individu n'a pas pu être identifié à l'espèce. Aucune différence significative entre biotopes n'a été observée au niveau des espèces, mais il est intéressant de constater que les *Chrysops* étaient présents en densité égale à supérieure en

forêt, contrairement aux autres espèces, ce qui correspond bien à l'écologie comportementale de ces tabanides.

Les stomoxes capturés avec le piège Vavoua ont été identifiés et appartiennent aux espèces *Stomoxys niger niger* (60%), *S. omega* (25%) et *S. inornatus* (15%). Aucune différence significative entre biotopes n'a été observée.

Discussion

Cette étude constitue un travail préliminaire sur l'inventaire spécifique des glossines, stomoxes et tabanides dans les clairières forestières au Gabon. Les glossines étaient largement prédominantes et capturées en densité trois fois supérieure en lisière de clairière qu'à l'intérieur de la forêt, ce qui souligne le risque de transmission trypanosomienne associé à ce site. Cette répartition peut être liée aux paysages. En effet, la forêt primaire est caractérisée par de très grands arbres (jusqu'à 50 m de haut et plus de 2 m de diamètre) dont les cimes forment une canopée qui obscurcit le sous-bois et atténue considérablement la température ; d'autre part, la visibilité des pièges, et donc leur efficacité, y est réduite. Par contre, la clairière présente une végétation plus basse, les températures y sont alors relativement élevées en relation avec un temps d'éclairage plus important. Nos résultats corroborent ainsi des études conduites par Mavoungou *et al.* (25) dans la réserve de biosphère d'Ipassa-Makokou au Gabon qui ont montré que le maximum de capture d'insectes hématophages est observé dans les milieux ouverts.

Les résultats obtenus dans cette étude indiquent que les pièges Vavoua sont qualitativement supérieurs pour piéger les glossines et les stomoxes dans ces biotopes, alors que les pièges Nzi sont plus efficaces pour les tabanides. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Gilles *et al.* (18) et par Lindh *et al.* (22). Cependant, en l'absence de rotation des pièges entre sites (carré latin), il n'est pas possible de comparer les efficacités quantitativement, même si les différences observées étaient significatives, en raison de possible effets « site de capture ». L'utilisation de deux types de piège a permis d'augmenter le nombre d'espèces piégées, le Nzi n'ayant pas capturé de stomoxes mais ayant piégé plus de tabanides que le Vavoua. Ces résultats confirment l'efficacité du piège Nzi dans la capture des tabanides et du piège Vavoua pour la capture des stomoxes et des glossines dans les clairières forestières (28).

La faible abondance des stomoxes et des tabanides dans cette étude pourrait s'expliquer par l'absence de pluies (étude réalisée en saison sèche). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Mavoungou *et al.* (24, 26) qui ont montré l'importance des précipitations sur l'augmentation de la taille des populations des diptères hématophages. Dans d'autres pays cependant, les densités de tabanides et de stomoxes sont maximales en début de saison sèche (20).

Les travaux conduits par Mavoungou *et al.* (24, 26) à Makokou au Gabon ont révélé la présence de sept espèces de stomoxes. Dans notre étude, trois espèces seulement ont été capturées. Cela traduit une richesse spécifique apparemment plus faible au Baï de Momba, au moins pendant la saison sèche. On ne peut cependant pas conclure pour le moment car notre étude a été effectuée pendant seulement une semaine à raison de 10 heures par jour.

Les faibles abondances de tabanides, en particulier du genre *Chrysops*, pourraient s'expliquer par une faible attractivité des pièges utilisés. Des études précédentes conduites par Noireau *et al.* (29), Caubère et Noireau (11) en République du Congo, et par Wandji *et al.* (39) au Cameroun ont montré que les meilleures captures pour ces espèces s'obtenaient au filet en présence d'un feu de bois, notamment pour *C. silacea* et *C. dimidiata*. Toutefois, ces deux espèces ont été abondantes en forêt, ce qui corrobore les résultats de Noireau *et al.* (29) et Caubère et Noireau (11). Une prolongation du suivi de ces insectes a été effectuée pour préciser leur importance relative et leur dynamique saisonnière (40).

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique de l'Union Européenne *via* le projet ACP-FORENET, l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET/CENAREST), l'Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrée des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT) à travers la bourse CEEAC/PACEBO et de la bourse de Wallonie-Bruxelles International. Nous remercions Audrey Pamela MAROUNDOU pour la réalisation et l'illustration de la carte du Baï de Momba. Nous tenons aussi à remercier le Dr Alfred NGOMANDA, Dr Joseph OKOYI OKOYI, Dr Nestor ENGONE OBIANG, M. Karl HENGA BOTSIKA BOBE, M. Clency MIKALA, Mr Ephrem NZENGUE et M. Patrick ONDO OKAMA pour leurs précieux et rigoureux conseils. Merci également à Nicolas EMBA YAO et à Stéphane ESSASOU BADJI pour leur aide technique sur le terrain.

Références

1. ACAPOVI G.L., YAO Y., NORAN E., DIA L., DESQUESNES M., 2001. Abondance relative des tabanidés dans la région des savanes de Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **54**: 109-114.
2. ACAPOVI-YAO G.L., 2005. Identification et bioécologie des Tabanidés, vecteurs mécaniques potentiels de la transmission de la trypanosomose bovine dans les régions de savane en Côte-d'Ivoire (Odienné et Korhogo). Thèse Doct., Université d'Abidjan, Côte-d'Ivoire.
3. AMSLER S., FILLEDIER J., 1994a. Attractivité pour les Tabanidae de l'association méta-crésol/octénol. Résultats obtenus au Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **47** : 93-96.
4. AMSLER S., FILLEDIER J., 1994b. Comparaison de différents systèmes de collecte avec deux types de pièges pour la capture des glossines et des Tabanidés. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **47**: 387-396.
5. BALDACCHINO F., DESQUESNES M., DESOLI F., CHAROENVIRIYAPHAP T., DUVALLET G., 2013. Transmission of pathogens by Stomoxys flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*, **20**: 26. 13p.
6. BAUER B., AMSLER-DELAFOSSÉ S., KABORE I., KAMUANGA M., 1999. Improvement of cattle productivity through rapid alleviation of African trypanosomosis by integrated disease management practices in the agropastoral zone of Yale, Burkina Faso. *Trop. Anim. Health. Product.*, **31**: 89-102.
7. BISHOPP F.C., 1913. The stable fly (*Stomoxys calcitrans*), an important live-stock pest. *Journal of Economic Entomology*, **6**: 112-126.
8. BOUYER J., DESQUESNES M., KABORE I., DIA M.L., GILLES J., YONI W., CUISANCE D., 2005. Le piégeage des insectes vecteurs. *Santé animale en Afrique de l'Ouest. Fiche nr 20*, Cirdes-mars 2005.
9. BOUYER J., GRIMAUD Y., PANNEQUIN M., ESNAULT O., DESQUESNES M., 2011. Importance épidémiologique et contrôle des stomoxes à la Réunion. *Bulletin épidémiologique*. **43** : 53-58.
10. BRUNHES J., CUISANCE D., GEOFFROY B., HERVY J.P., 1998. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Logiciel d'identification et d'enseignement. *Eds ORSTOM*, Montpellier, France.

11. CAUBERE P., NOIREAU F., 1991. Effect of attraction factors on the sampling of *Chrysops silacea* and *C. dimidiata* (Diptera: Tabanidae), Vectors of *Loa loa* (Filaroidea: Onchocercidae) Filariasis. *Jour Med Entomol.*, **28** (2) : 263-265.
12. CHALLIER A., EYRAUD M., LAFAYE A., LAVEISSIÈRE Claude., 1977. Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera, Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, Sér. Ent. Méd. et Parasitol. vol. XV, no 3: 283-286.
13. CUISANCE D., 1989. Le piégeage des tsé-tsé. Collection Etudes et synthèses IEMVT. Maisons-Alfort. Editions IEMVT, n°32: 172 pages.
14. CUISANCE D., BARRE N., De DEKEN R., 1994. Ectoparasites des animaux : méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **1133** : 1305-1356.
15. DESQUESNES M., DIA M.L., ACAPOVI G.L., YONI W., FOIL L., PIN R., 2005. Les vecteurs mécaniques des trypanosomoses animales : Généralités, morphologie, biologie, impacts et contrôle. Identification des espèces les plus abondantes en Afrique de l'Ouest. Editions Cirdes, Imprimerie de l'Avenir, Burkina Faso ; 68 pages.
16. DIA M.L., M. DESQUESNES., S. HAMADOU., J. BOUYER., W. YONI., A.S. GOURO., 2008. "Piège Tétra: Evaluation d'un modèle de petite taille pour la capture des vecteurs des trypanosomoses animales". *Revue de Médecine Vétérinaire.*, **159** (1): 17-21.
17. GARROS C., GILLES J., DUVALLET G., 2004. Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *S. niger* (Diptera : Muscidae). Comparaison de populations de l'île de La Réunion. *Parasite.*, **11** : 329-332.
18. GILLES J., DAVID J.F., DUVALLET G., DE LA ROCQUE S., TILLARD E., 2007. Efficiency of traps for *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger niger* on Reunion Island. *Méd. Vét. Ent.*, **21**: 65-69.
19. KAMUANGA M., SIGUE H., SWALOW B., BAUER B., DETEREN G., 2001. Farmers' perceptions of the impacts of tsetse and trypanosomosis control on livestock production: Evidence from southern Burkina Faso. *Trop. An. Health Prod.*, **33**: 141-153.
20. KONE N., E. K. N'GORAN., SIDIBE I., KOMBASSERE A.W., BOUYER J., 2011. "Spatio-temporal distribution of tsetse (Diptera: Glossinidae) and other biting flies (Diptera: Tabanidae and Stomoxinae) in the Mouhoun River Basin, Burkina Faso." *Med Vet Entomol.*, **25**: 156-168.

21. LAVESSIÈRE C., GRÉBAUT P., 1990. The trapping of tsetse flies (Diptera: Glossinidae). Improvement of a model: the Vavoua trap. *Ann Trop. Med & Paras.*, **41** (2): 185-192.
22. LINDH J. M., S. J. TORR, VALE GA., LEHANE M J., 2009. "Improving the Cost-Effectiveness of Artificial Visual Baits for Controlling the Tsetse Fly *Glossina fuscipes fuscipes*." *Plos Tropical Neglected diseases* **3** (7): e474.
23. MATYAS P.A., 1958. Tabanidae. Extrait Fauna Hungariae Vol. XVI óDiptera I ó 9 fasc., 1958, Akademiai Kiado Budapes. Traduction (1965) d'E. Simonkovich., 122: 43-74.
24. MAVOUNGOU J.F., JAY-ROBERT P., GILLES J., ATSAME E.A., DUVALLET G., 2008. Ecologie des stomoxes (Diptera: Muscidae) au Gabon. I. Premier inventaire dans différentes zones écologiques. *Parasite.*, **15**: 27-34.
25. MAVOUNGOU J.F., MAKANGA B., ACAPOVI Y.G., DESQUESNES M., MBATCHI B., 2012. Chorologie des Tabanidae (Diptera) dans la réserve de Biosphère IPASSA-MAKOKOU (GABON) en saison des pluies. *Parasite.*, **19**: 165-171.
26. MAVOUNGOU J.F., PICARD .N., KOHAGNE L.T., MBATCHI B., GILLES..J., DUVALLET G., 2013. Spatio-temporal variation of biting flies, *Stomoxys* spp.(Diptera: Muscidae), along a man-made disturbance gradient, from primary forest to the city of Makokou (North-East, Gabon). *Med. Vet. Entomol.*, **27** (3): 339-345.
27. MIHOK S., KANGETHE E.K., KAMAU G.K., 1995. Trials of Traps and Attractants for Stomoxys spp. (Diptera, Muscidae). *J Med Ent.*, **32** (3): 283-289.
28. MIHOK S., 2002. The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. *Bull. Entomol. Res.*, **92**: 385-403.
29. NOIREAU.F., NZOULANI. A., SINDA. D., ITOUA. A., 1990. *Chrysops silacea* and *C. dimidiata*: fly densities and infection rates with *Loa loa* in the Chaillu mountains, Congo Republic. *Society of tropical medicine and hygiene*. **84**: 153-155.
30. OLDROYD H., 1952. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. *British Museum (Natural History), London.* vol. I, 226 p.
31. OLDROYD H., 1954. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. *British Museum (Natural History), London.* vol. II, 341p.
32. OLDROYD H., 1957. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. *British Museum (Natural History), London.* vol. III, 489p.

33. OLDROYD H., 1973. Tabanidae in Smith (K. G. V.): Insects and other arthropods of medical importance. *British Museum. (Natural History)*, London, 195-202.
34. R CORE TEAM (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <http://www.R-project.org>
35. RAYAISSE J.B., J ESTERHUIZEN., I TIRADOS., D KABA., E SALOU., A DIARRASSOUBA., GLYN A. VALE., M J. LEHANE., S J. TORR., P SOLANO., 2011. "Towards an Optimal Design of Target for Tsetse Control: Comparisons of Novel Targets for the Control of Palpalis Group Tsetse in West Africa." *Plos Tropical Neglected diseases* **5** (9): e1332.
36. RAYAISSE J. B., T. KRÖBER., A McMULLIN., P SOLANO., S MIHOK., P M. GUERIN., 2012. "Standardizing Visual Control Devices for Tsetse Flies: West African Species *Glossina tachinoides*, *G. palpalis gambiensis* and *G. morsitans submorsitans*." *Plos Neglected Tropical diseases* **6** (2): e1491.
37. SURCOUF J., RICARDO G., 1909. Étude monographique des Tabanides d'Afrique. Eds MASSON et CIE (Paris), 292 p.
38. VANDE WEGHE J.P., 2006. Ivindo et Mwagna. Eaux noires, forêt vierge et baïs. *Wildlife conservation Society*, Libreville, Gabon, 272p.
39. WANJI S., TENDONGFOR.N., EYONG ESUM.M., ENYONG.P., 2002. Chrysops silacea biting densities and transmission potential in an endemic area of human loasis in south-west Cameroon. *Trop Med Inter Health.*, **7** (4) : 3716377.
40. ZINGA K.R.C., MAVOUNGOU J.F., ACAPOVI-YAO G.L.; TONGUE K., Mbang N.O.A., Obame O.K.P., Shango M., 2013. Influence de la saison sur l'écodistribution des glossines, tabanides, stomoxes du Baï de Momba Makokou, Gabon. *Agronomie Africaine* **25** (2) : 149 - 158
41. ZUMPT F., 1973. The Stomoxinae biting flies of the world. Taxonomy, biology, economic Importance and control measures. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 175 pp.

**ARTICLE 4 : INFLUENCE DE LA SAISON SUR L'ÉCODISTRIBUTION
DES GLOSSINES, TABANIDES, STOMOXES DU BAÏ DE MOMBA
MAKOKOU, GABON**

**(ARTICLE PUBLIE DANS LA REVUE AGRONOMIE AFRICAINE 2013, 25 (2) : 149-
158)**

**INFLUENCE DE LA SAISON SUR L'ECODISTRIBUTION DES
GLOSSINES, TABANIDES, STOMOXES DU BAÏ DE MOMBA
MAKOKOU, GABON**

C.R Zinga Koumba ^{1,5} , J.F. Mavoungou ^(1,3), G.L Acapovi Yao ⁽⁶⁾, Kohagne Tongué^(1,2,3)
O.A. Mbang Nguema ^(1,3), K.P. Obame Ondo ⁽¹⁾, Mutambwe Shango⁽⁵⁾

- (1) Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon
- (2) Association de Promotion pour la Lutte contre les Parasitoses (APLP), BP 2816, Yaoundé, Cameroun;
- (3) Université des Sciences et Techniques de Masuku, BP 941, Franceville, Gabon
- (4) Agence Nationale des Parcs Nationaux (ANPN), BP : 20 379, Libreville, Gabon
- (5) Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo
- (6) Université Félix Houphouët - Boigny, UFR Biosciences 22, BP : 582 ; Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Auteur correspondant : Geneviève ACAPOVI ò YAO

Email : acapovi_yao@yahoo.fr, Tél : 00 225 02 00 17 89

Résumé

La dynamique saisonnière des glossines, tabanidés et stomoxes du *baï* de Momba a été évaluée durant la saison des pluies et la saison sèche. Dix pièges Vavoua ont été utilisés durant 7 jours consécutifs soit un effort de piégeage de 70 pièges-jours. Un total de 2641 stomoxes (57%), 1680 glossines (36%) et 325 tabanidés (7%) ont été capturés durant ces deux saisons. La plus forte densité a été obtenue avec les glossines indépendamment des saisons, soit une DAP=5,91 glossines/piège/jour en saison des pluies et DAP =6,09 glossine/piège/jour en saison sèche. L'indice de Shannon a montré que la plus forte diversité spécifique de glossines a été observée en saison sèche (0,58) et la plus faible en saison des pluies (0,48). Les tabanidés ont une DAP de 2,02 tabanidés/piège/jour et une DAP de 0,3 tabanidé/piège/jour respectivement en saison des pluies et en saison sèche. L'indice de Shannon est de 0,69 en saison des pluies et de 0,68 en saison sèche. Tandis que les stomoxes ont une DAP de 18,69 stomoxes/piège/jour en saison des pluies et une DAP de 0,18 stomoxe/piège/jour en saison sèche. L'indice de Shannon de ces espèces est de 0,4 en saison des pluies et de 0,23 en saison sèche. La présence de ces vecteurs de parasitoses comme les trypanosomoses humaines et animales suggère d'inclure des stratégies de contrôle dans le processus de valorisation du *baï* de Momba en termes d'écotourisme.

Mots clés: Glossines, Tabanidés, Stomoxes, *baï* Momba, Gabon

Abstract:

Seasonal distribution of *Glossina*, Tabanids and *Stomoxys* from the *baï* of Momba has been assessed during the rainy and dry seasons. Ten Vavoua Trap were used for seven days consecutively so a trapping effort of 70 traps/day. Thus, 2,641 *Stomoxys* (57%), 1,680 *Glossina* (36%) and 325 Tabanids (7%) have been caught during the two seasons. High apparent density of flies was obtained with *Glossina* whatever the season, with a respective value of ADP=5.91 *Glossina*/trap/day in rainy season and ADP = 6.09 *Glossina*/trap/day in dry season. The Shannon index showed that the peak of species diversity of *Glossina* was observed in dry season (0.58) and the least in rainy season (0.48). From Tabanids, ADP was 2.02 tabanids/trap/day and 0.3 tabanids/trap/day respectively in rainy and dry season. The Shannon index was 0.69 in rainy season and 0.68 in dry season. *Stomoxys* flies showed an ADP of 18.69 *Stomoxys*/trap/day in the rainy season and 0.18 *Stomoxys*/trap/day in dry season. Their respective Shannon index was 0.4 in the rainy season and 0.23 in the dry season. The presence of vectors of parasitosis as with trypanosomoses human and animals suggests to involve strategies of flies control in the process of valorization of the *baï* of Momba for ecotourism.

Keys words: *Glossina*, Tabanids, *Stomoxys*, *baï* of Momba, Gabon

Introduction

Les *baï* ou clairières forestières sont des ouvertures naturelles que l'on retrouve dans la canopée de la forêt dense (Noupa & Nkongmeneck, 2008). Ces clairières forestières sont des milieux naturels riches en biodiversité, regroupant des associations animales et végétales particulières (Vande Weghe, 2006 ; Vanleeuwe *et al.*, 1998). La flore y est dominée par les Cyperaceae et la végétation de type prairie semi aquatique (Boupoya, 2010). Ce sont des pôles importants de concentration animale pour les grands herbivores, notamment les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*) et les buffles (*Syncerus caffer nanus*) qui y trouvent une végétation digestible à croissance rapide, disponible tout le long de l'année (Nganongo, 1999, 2000). La richesse des *baï* en sels minéraux (sodium, calcium et magnésium) et en eau constituent pour ces animaux ainsi que d'autres tels les Sitatungas (*Tragelaphus spekei*) et le gorille (*Gorilla gorilla*) une source en compléments alimentaires (Magliocca *et al.*, 1999). La fréquentation régulière du *baï* de Momba par diverses espèces animales fait de ce milieu un espace écotouristique intéressant du parc national de l'Ovindo dans le Nord-Ouest du Gabon.

Malgré l'importance écologique et biologique que revêtent les *baï*, les connaissances globales sur la biodiversité de ces milieux et leur dynamique d'évolution restent encore fragmentaires.

Au Gabon, la diversité spécifique des insectes hématophages des *baï* et particulièrement celui de Momba est peu étudiée. Pourtant, ces insectes sont d'un grand intérêt en médecine humaine et vétérinaire du fait de leur rôle de vecteur dans la transmission de nombreux pathogènes (Bouyer *et al.*, 2011). La valorisation du *baï* de Momba en termes d'écotourisme passe donc nécessairement par l'identification spécifique des vecteurs potentiels de parasitoses endémiques dans la localité (Milleliri, 2009).

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui nous a permis de présenter les résultats de l'inventaire des glossines, des tabanidés et des stomoxes récoltés dans le *baï* de Momba.

Matériel et méthodes

Site d'étude

Le *baï* de Momba est situé dans le Nord-Est du Gabon, à environ 160 kilomètres de la ville de Makokou, accessible après 3 jours de navigation des rivières Ivindo et Bougnandji. Situé à 500 m d'altitude (figure 1), sa superficie est de 25 hectares.

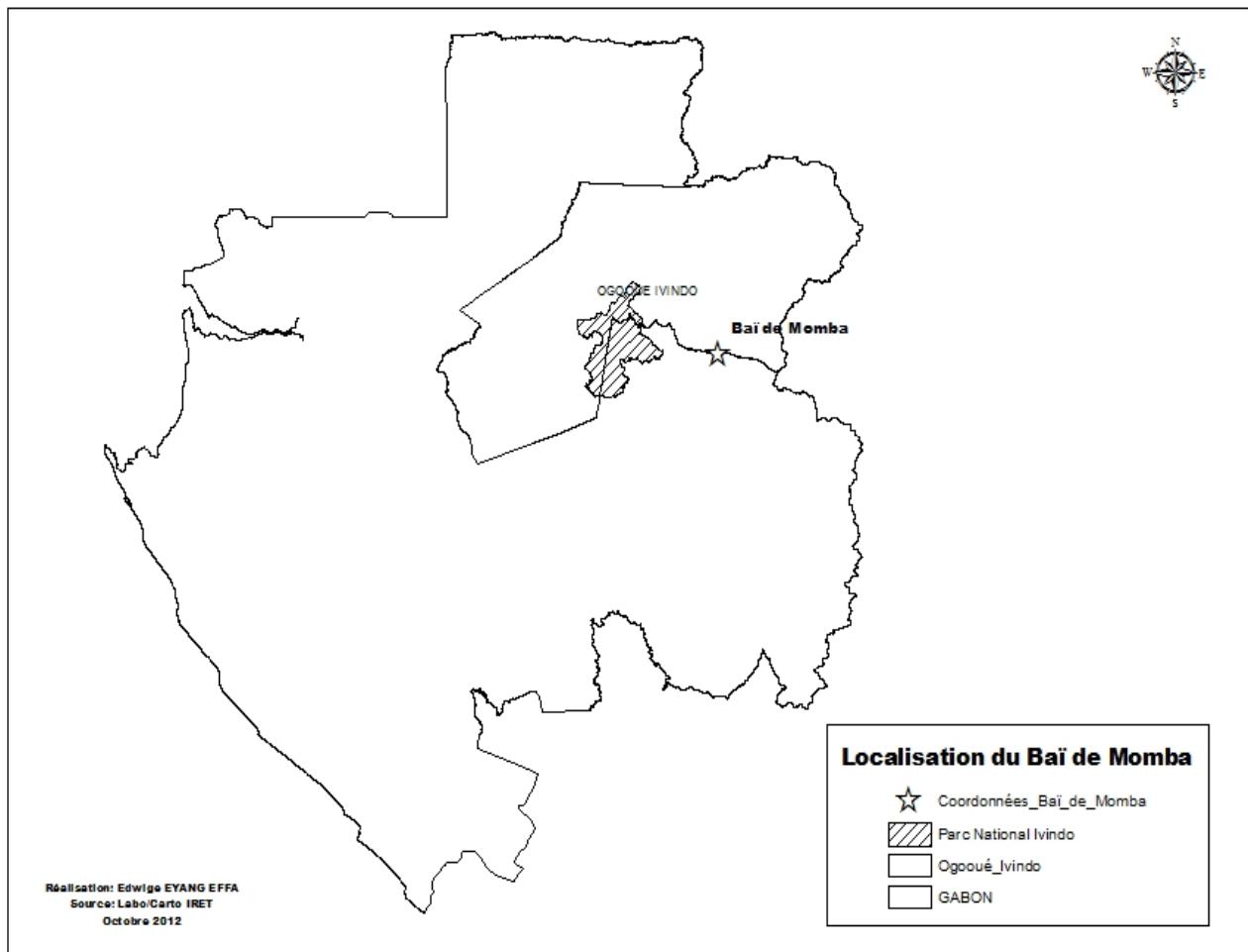


Figure 1 : Localisation du baï de Momba

Son climat est de type équatorial caractérisé par la double alternance des saisons sèches (mi-décembre à mi-mars puis de mi-juin à mi-septembre) et des saisons des pluies (mi-mars à mi-juin puis mi-septembre à mi-décembre). La température moyenne est de 24°C avec un minimum de 21,7°C en juillet et un maximum de 25°C en avril. Les amplitudes thermiques et journalières sont faibles (environ 3,3°C). Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1700 mm avec des pics en octobre et novembre puis de mars à mai (Vande Weghe,

2006). La végétation est dominée surtout par les Cyperaceae suivis des *Graminae* et des *Rubiaceae*. La faune est représentée majoritairement par trois grands mammifères : éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), buffles (*Syncerus caffer nanus*) et sitatungas (*Tragelaphus spekei*).

Moyens de capture des insectes

Il s'agit d'un piégeage à l'aide de pièges Vavoua (Laveissière & Grébaut, 1990). Ce type de piège, initialement mis au point en Afrique pour capturer des glossines, a montré également son efficacité pour les stomoxes à l'île de La Réunion (Gilles *et al.*, 2005) et pour les tabanidés au Gabon (Mavoungou *et al.*, 2012).

Les captures ont été réalisées d'abord en mi-juin et ensuite en août 2012, correspondant à la saison sèche ; puis en septembre-octobre et enfin en novembre-décembre 2012, couvrant la saison des pluies.

Pour chaque session de piégeage un total de 10 pièges Vavoua a été utilisé distant l'un de l'autre d'au moins 500 m sur un transect de plus de 5 km. La durée de piégeage a été de 7 jours consécutifs par session de piégeage. Ce qui correspond à un effort global de 70 pièges-jours par session de piégeage (10 pièges X 7 jours = 70 pièges-jours). Les pièges ont été activés le matin avant 7 heures et relevés le soir après 17 heures. Lors de la relève des pièges, les cages de capture ont été étiquetées avec le numéro du piège et ramenées au laboratoire temporaire aménagé pour la circonference non loin du site d'étude, à environ 2 km.

Identification des insectes

Au laboratoire, les glossines, stomoxes et tabanidés ont été séparés des autres insectes puis dénombrés et identifiés sous une loupe binoculaire à l'aide des clefs d'identification publiés par Pollock (1992), Oldroyd (1952, 1954, 1957, 1973), Zumpt (1973), Garros *et al.* (2004) et Brunhes *et al.* (1998).

Toutes les glossines identifiées ont été ensuite disséquées dans une goutte de solution saline (NaCl 9%) sous la loupe binoculaire. La forme des forcipules inférieurs nous a permis de distinguer *Glossina palpalis palpalis* de *Glossina fuscipes fuscipes*.

Analyse des données

L'abondance de chacun de ces insectes hématophages étudiés est traduite par sa densité apparente par piège et par jour (DAP) calculée selon la formule suivante :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{nombre de pièges} \times \text{nombre de jours de capture}}$$

Quant à l'indice de diversité de Shannon, qui permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu, il a été défini selon la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

H' : indice de biodiversité de Shannon

i : une espèce du milieu d'étude

pi : proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu étudié.

Le test du Chi carré (χ^2) a été effectué pour comparer la distribution des différentes espèces étudiées selon les saisons.

Résultats

Densité apparente des insectes étudiés

Au total, 4646 mouches piqueuses ont été capturées dont 2641 stomoxes (57%), 1680 glossines (36%) et 325 tabanidés (7%). Sur ce total, 919 spécimens ont été capturés en saison sèche et 3727 en saison des pluies. La comparaison des abondances moyennes par une analyse de variance ANOVA relève qu'il existe une différence significative ($F = 6,78$; $ddl = 1$; $p < 0,01$) dans la répartition des insectes capturés en fonction des saisons. En effet, les captures de tous ces insectes sont plus importantes en saison des pluies qu'en saison sèche (figure 2).

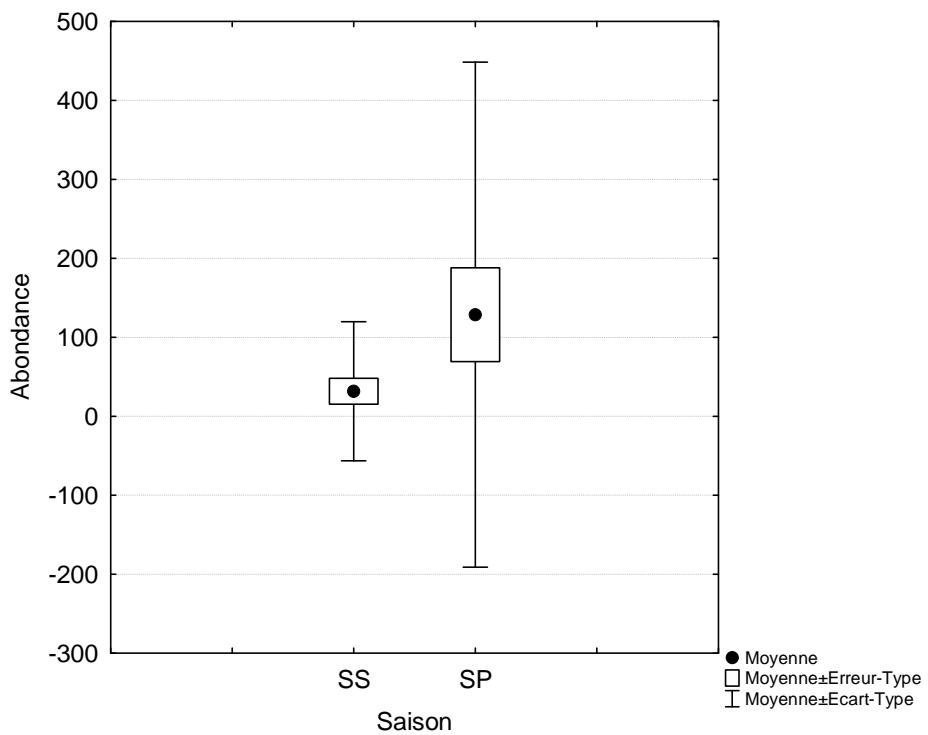


Figure 2 : Abondance saisonnière des insectes étudiés

En saison sèche, les glossines ont présenté une densité apparente (DAP) de 6,1 glossines/piège/jour, les stomoxes une DAP de 0,2 stomoxe/piège/jour et les tabanidés une DAP de 0,3 tabanidé/piège/jour. Alors qu'en saison des pluies, les glossines ont une DAP de 5,9 glossines/piège/jour, les stomoxes une DAP de 18,7 stomoxes/piège/jour et les tabanidés une DAP de 2 tabanidés/piège/jour. Les indices de diversité observés en saison sèche et en saison des pluies chez les Glossinidae sont respectivement 0,6 et 0,5. Chez les Tabanidae, ces indices sont de 0,4 en saison des pluies et de 0,2 en saison sèche tandis que chez les Stomoxyinae, elles sont de 0,4 en saison des pluies et de 0,5 en saison sèche (figure 3).

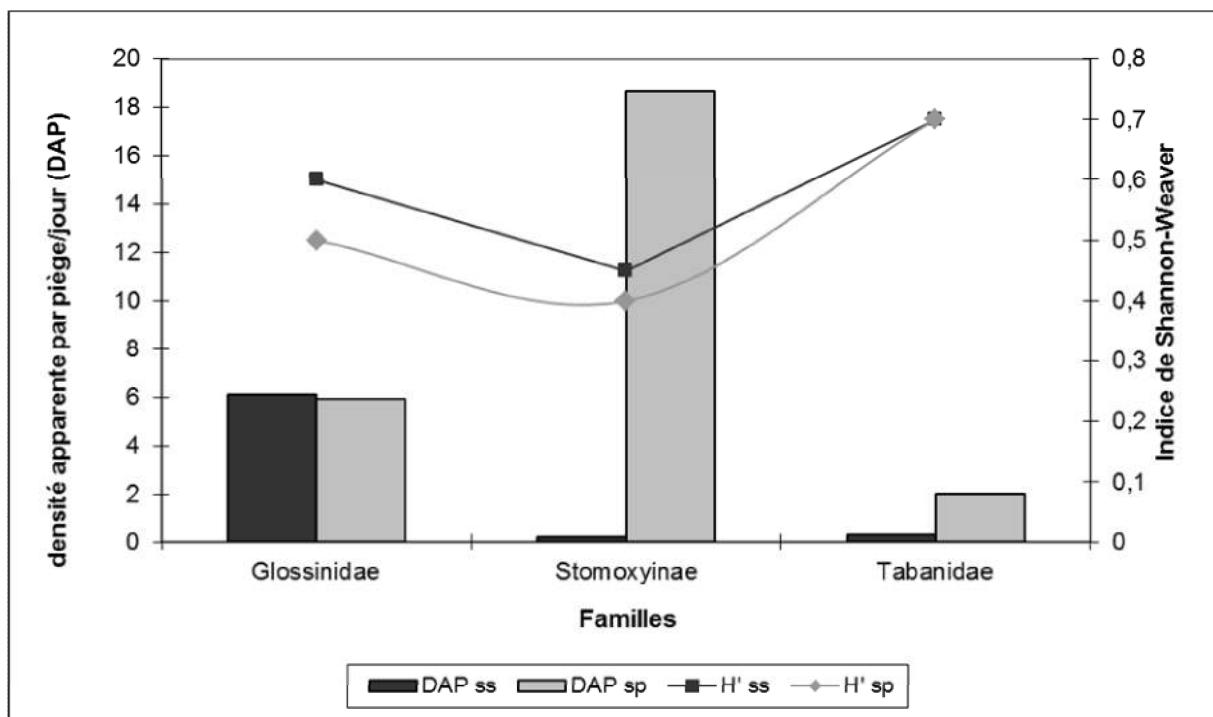


Figure 3 : Densité apparente par piège et par jour et diversité des insectes capturés selon les saisons.

En saison sèche :

- les Glossinidae qui constituent plus de 90% de l'échantillonnage obtenu ont été majoritairement capturées en mi-juin (80%). Leur densité apparente a été de 9,5 glossines/piège/jour en mi-juin et de 2,7 glossines/piège/jour en août.
- Les Tabanidae ont présenté une DAP de 0,6 tabanidé/piège/jour en mi-juin et de 0,01 tabanide/piège/jour en août.
- Les Stomoxinae ont une DAP de 0,3 stomoxe/piège/jour et 0,1 stomoxe/piège/jour respectivement en mi-juin et en août.

En saison des pluies

- Les Glossinidae ont présenté une DAP de 10,4 glossines/piège/jour en septembre-octobre et de 1,4 glossine/piège/jour en novembre-décembre.
- Les Tabanidae, ont présenté une DAP de 3,2 tabanidés/piège/jour en septembre-octobre et une DAP de 0,9 en novembre -décembre.

- Les Stomoxinae ont constitué près de 70% des captures avec des DAP de 36 stomoxes/piège/jour et de 1,4 stomoxe/piège/jour respectivement en septembre-octobre et en novembre-décembre.

Composition et abondance spécifique des insectes en fonction des saisons

Sept espèces de glossines ont été identifiées durant la saison sèche : *G. palpalis palpalis* (50,7%), *G. nashi* (23,9%), *G. fusca congolensis* (13,7%), *G. fuscipes fuscipes* (5%), *G. tachinoides* (3,8%), *G. frezili* (2,6%) et *G. tabaniformis* (0,2%). Alors qu'en saison des pluies seules cinq espèces ont été capturées : *G. palpalis palpalis* (52,8%), *G. fusca congolensis* (33,1%), *G. fuscipes fuscipes* (11%), *G. tachinoides* (3%), et *G. tabaniformis* (0,1%). On constate que les abondances de ces mouches ne sont pas uniformément reparties selon les saisons (figure 4).

En ce qui concerne les Tabanidae, en saison des pluies, 14 espèces appartenant à 3 genres ont été capturées. Soulignons qu'à cela s'ajoute une espèce appartenant au genre *Chrysops*, qui n'a pas pu être identifiée faute d'absence de spécimens correspondants dans les collections de référence. Ces 14 espèces sont : *Tabanus taeniola* (40,6%), *T. ricardae* (32,2%), *Chrysops silacea* (10,6%), *T. gratus* (6%), *T. boueti* (2,5%), *T. sudeticus* (2,5%), *T. ruficrus* (1,4%), *T. par* (1,1%), *Atylotus albipalpus* (0,7%), *A. fuscipes* (0,7%), *T. biguttatus* (0,4%), *T. brumpti* (0,4%), *C. longicornis* (0,4%) et *A. agrestis* (0,4%).

En saison sèche, 7 espèces ont été capturées et identifiées ce sont : *C. silacea* (40%), *T. gratus* (19%), *T. sudeticus* (19%), *Ancala fasciata* (12%), *T. dilitius* (5%), *T. obscurumalus* (2%) et *T. ricardae* (2%) (Figure 5).

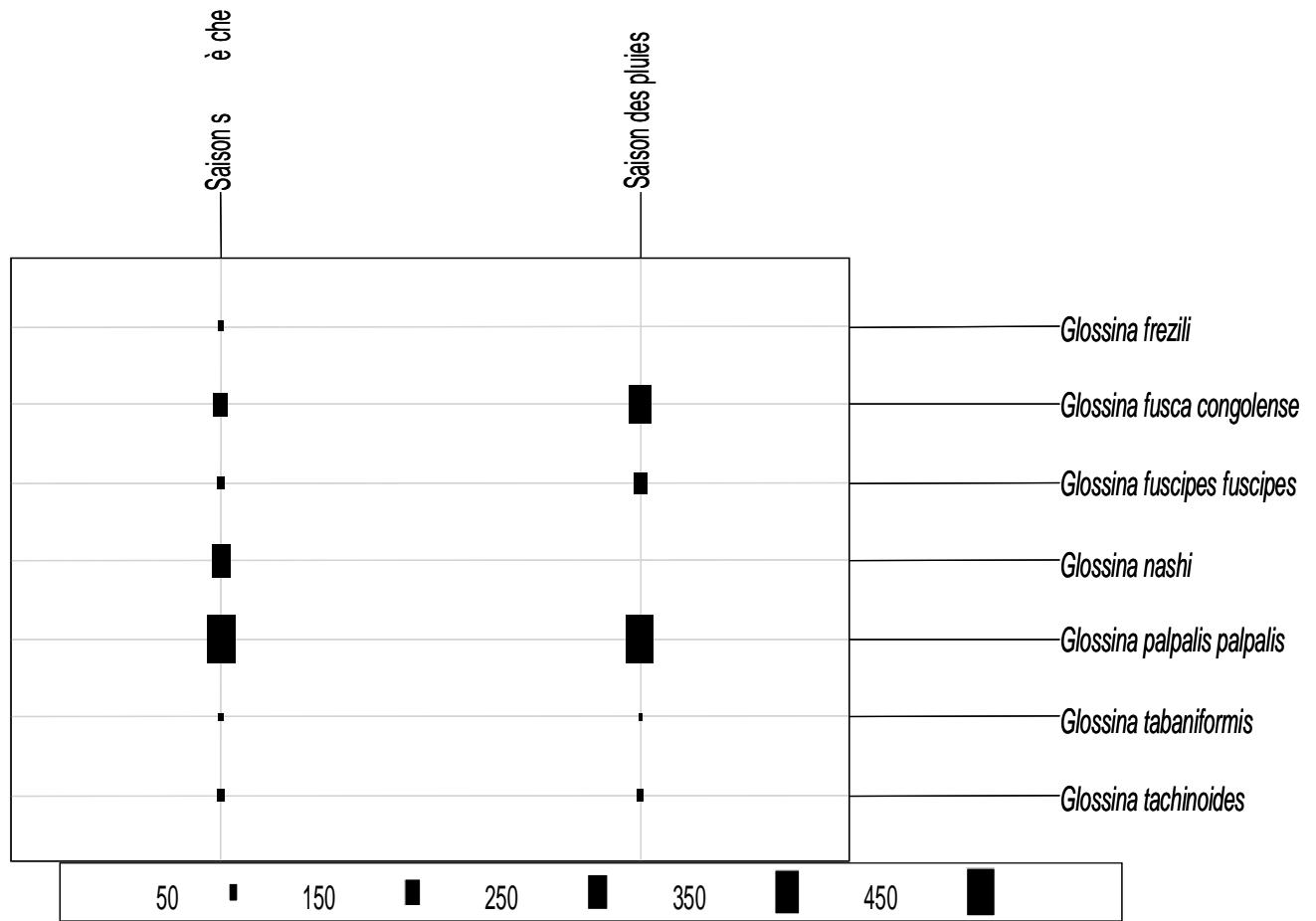


Figure 4. Distribution des différentes espèces de glossines en fonction des saisons

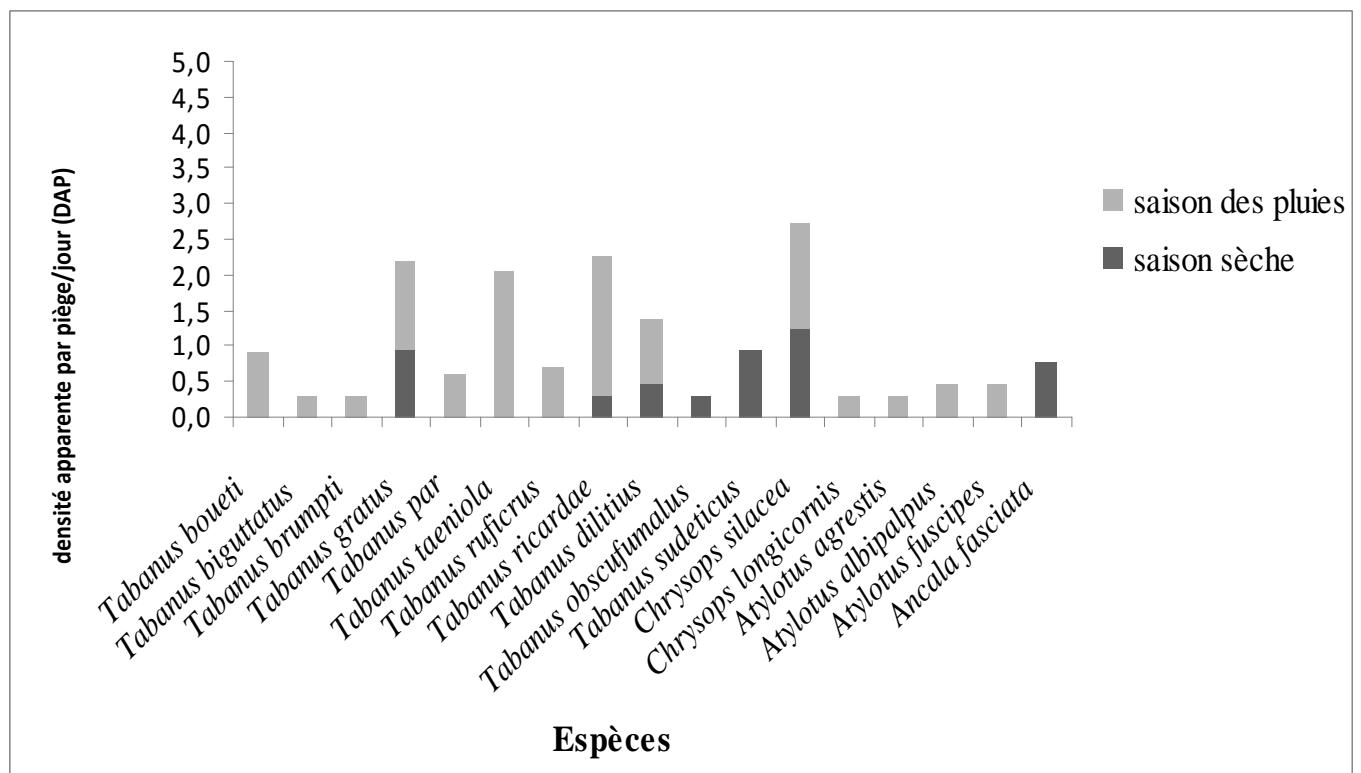


Figure 5 : Distribution des espèces de Tabanidae en fonction des saisons

Quant aux Stomoxyinae, quatre espèces ont été capturées : *Stomoxys niger niger* (62%), *S. niger bilineatus* (20%) et *S. omega* (18%) en saison des pluies et *S. niger niger* (48%), *S. inornatus* (32%) et *S. omega* (20%) en saison sèche (Figure 6). Seules *S. niger niger* et *S. omega* sont présentes aussi bien en saison des pluies qu'en saison sèche.

Au niveau statistique, les résultats du test du X^2 montrent que des différences significatives existent dans la distribution des glossines (ddl=2, p<0,05), stomoxes (ddl=2, p<0,05) et tabanidés (ddl=2, p<0,05) selon les saisons.

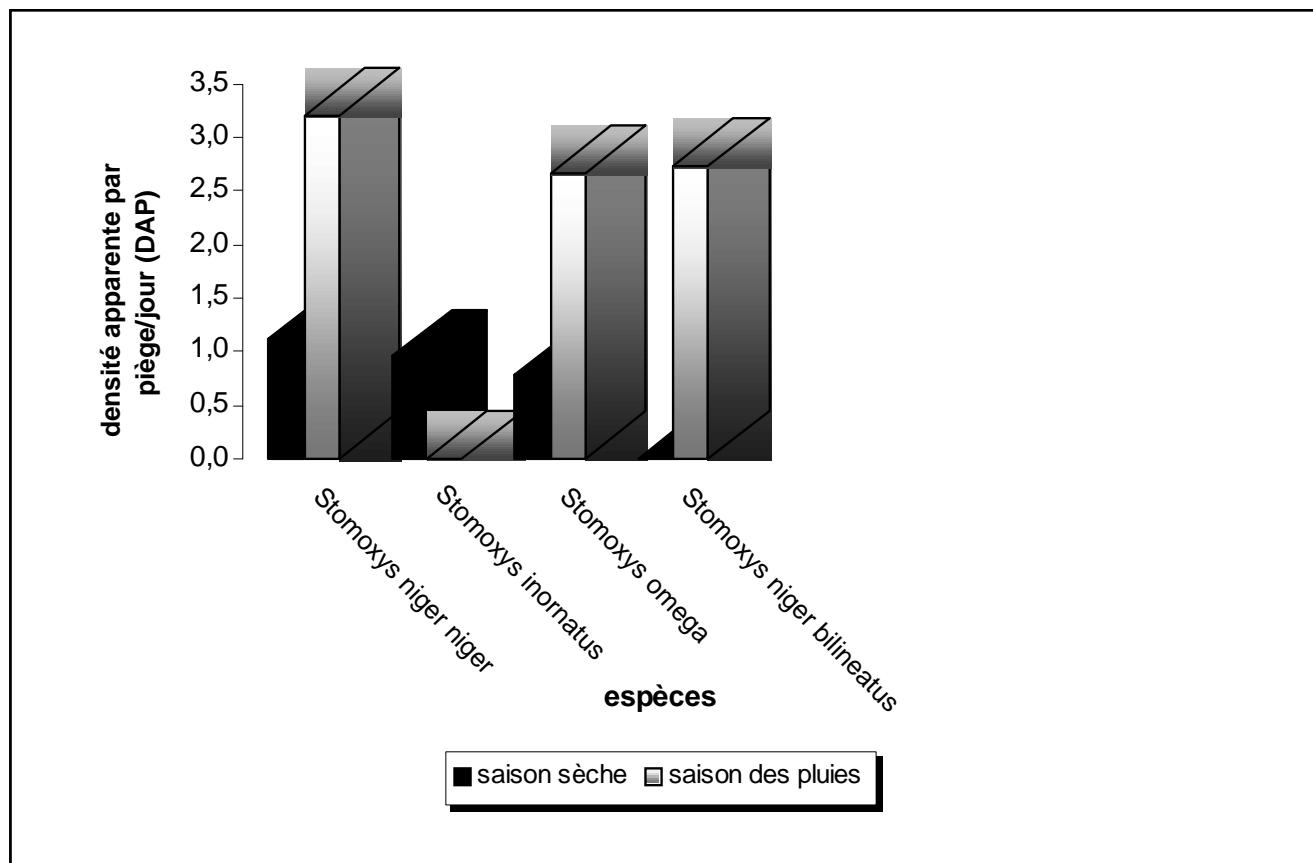


Figure 6 : Distribution des espèces des Stomoxes en fonction des saisons

Discussion

Cette étude est un travail préliminaire pour inventorier des Diptères hématophages présents dans les *baï* des parcs nationaux du Gabon. Les résultats obtenus révèlent la présence des glossines, tabanidés et stomoxes dans le *baï* de Momba. Ils confirment également l'efficacité du piège Vavoua dans la capture de ces insectes comme l'avaient déjà signalé de nombreux auteurs (Amsler & Filledier, 1994 ; Mihok, 2002 ; Acapovi, 2005 ; Desquesnes *et al.*, 2005 ; Gilles *et al.*, 2005).

La richesse spécifique de l'entomofaune en un lieu se traduit par une plus ou moins grande diversité des espèces présentes (Desquesnes *et al.*, 2005). La richesse spécifique des insectes étudiés varie en fonction des saisons, cette variabilité serait consécutive aux variations climatiques qui conditionnent étroitement la survie de nombreux groupes de Diptères. La forte présence des insectes étudiés serait due à la fois à la structure paysagère du *baï*, à la présence quasi-permanente des animaux vertébrés, des hôtes nourriciers aux mouches hématophages.

Chez les Stomoxyinae, l'abondance et la diversité spécifique des populations varient en fonction des saisons. En effet, en saison des pluies trois espèces de stomoxes ont été capturées avec des abondances variables alors qu'en saison sèche seules deux espèces ont été capturées. Toutefois le maximum de captures a été obtenu en saison des pluies. Ces résultats de forte abondance observés en saison des pluies corroborent ceux d'autres auteurs Zumpt (1973) qui indiquent une forte affinité de ces espèces pour les zones humides. Ces résultats sont aussi similaires à ceux obtenus par Masmeatathip *et al.* (2006) et Mavoungou *et al.* (2008) qui ont montré que les stomoxes sont plus abondants en saison des pluies.

Le pic d'abondance des Tabanidés a été observé en septembre-octobre, saison des pluies. Ce pic semble être lié d'une part à la pluviométrie, et d'autre part, à la présence de *Tabanus taeniola* et de *T. ricardae* qui sont très présents à cette saison (Raymond *et al.*, 1980). Ce pic d'abondance pourrait également s'expliquer par le comportement erratique de ces espèces à la recherche d'un hôte nourricier (Rodhain & Perez, 1985), facilement retrouvée à l'intérieur du *baï*. Les résultats de cette étude ont montré que le genre *Tabanus* avait la plus forte abondance, suivi des genres *Chrysops*, *Atylotus* et *Ancala*. Ces résultats sont similaires à ceux observés par Acapovi (2005) et par Mavoungou *et al.* (2012) qui ont noté de telles différences d'abondance dans le cadre d'étude sur les Tabanidae.

L'infestation d'un milieu par les glossines est conditionnée par la présence des facteurs environnementaux adéquats (température comprise entre 15°C et 25°C, luminosité, humidité relative), des vertébrés hôtes nourriciers (Laveissière *et al.*, 2000 ; Solano *et al.*, 2010) et d'une végétation dense (Gouteux & Kienou, 1982 ; Laveissière & Hervouët, 1991). De telles conditions sont présentes dans le *baï* durant les deux saisons et expliqueraient la distribution des glossines qui y est observée. Cependant, la densité apparente par piège et par jour (DAP) des Glossinidae est légèrement plus élevée durant la saison sèche. Ce pic d'abondance pourrait s'expliquer par la présence quasi permanente des animaux sauvages en cette saison qui constituent une source de repas de sang (Fretil & Carnevale, 1976) à l'intérieur du *baï*.

Ces vecteurs dits biologiques et/ou mécaniques sont impliqués dans la transmission de certains pathogènes tels que les trypanosomes, les filaires, etc. Les tabanidés appartenant au genre *Chrysops* sp sont des vecteurs de la filaire *Loa loa*. Leur présence dans le *baï* de Momba, attenant au parc National de l'Ivindo, qui lui est situé dans une zone endémique de la loase (Fain, 1981), invite davantage à investiguer pour déterminer la prévalence probable de

cette parasitose. Les singes Babouins et même les gorilles sont infectés par la filaire *Loa papionis* Treadgold qui est non seulement morphologiquement très proche de la filaire *Loa loa* (humaine), mais peut induire la même pathogénicité chez l'homme que la filaire humaine (Fain, 1978).

La forte abondance des glossines en particulier de *G. palpalis palpalis*, vecteur majeur de la Trypanosomose Humaine Africaine, la localisation du *baï* de Momba dans le bassin de l'Ivindo autrefois endémique de Trypanosomose Humaine Africaine (Milleliri, 2009) et la fréquentation régulière de cette zone par des chasseurs et par les touristes pourrait présumer une possible endémisation de cette parasitose dans cette localité avec les animaux sauvages comme réservoir (Njiokou, 2006). En effet, de nombreuses espèces de trypanosomes sont transmises par les glossines et la distribution de la maladie suit celle de leurs vecteurs (Vitouley *et al.*, 2007). Ainsi, la valorisation de cet espace forestier comme site écotouristique pourrait favoriser la résurgence de parasitoses par le biais des insectes vecteurs qui favoriseraient des échanges de parasites entre les animaux et les hommes.

Conclusion

Cette étude a permis d'inventorier les espèces de glossines, de tabanidés et de stomoxes vecteurs biologiques et/ou mécaniques de certains pathogènes dans le *baï* de Momba. Au total, 17 espèces de tabanidés, 7 espèces de glossines et 4 espèces de stomoxes ont été identifiées avec des densités apparentes variables suivant les saisons. Ces insectes sont plus abondants en saison de pluies qu'en saison sèche. Une étude longitudinale sur l'abondance et la distribution de ces mouches est en cours afin de compléter les données sur l'inventaire de ces groupes d'insectes.

Ces résultats, bien que préliminaires invitent à présent à élaborer et prendre en compte les stratégies de lutte et de contrôle des vecteurs de parasitoses dans le processus de valorisation du *baï* de Momba dans le cadre du développement de l'écotourisme.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique de l'Union Européenne *via* le projet ACP-FORENET, l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), l'Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT) et la CEEAC/PACEBO. Nous remercions Edwige EFFA EYANG pour la réalisation et l'illustration de la carte du *baï* de Momba. Merci à Nicolas EMBA YAO et à Stéphane ESSASOU BADJI pour leur aide technique sur le terrain.

Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse du Dr Jérémie BOUYER dont les remarques et suggestions ont permis d'améliorer ce manuscrit.

Références

- Acapovi Y. G. 2005. Identification et bioécologie des Tabanidés, vecteurs mécaniques potentiels de la transmission de la trypanosomose bovine dans les régions de savanes en Côte-d'Ivoire (Odienné et Korhogo). Thèse de Doctorat, Université de Cocody Abidjan (Côte-d'Ivoire), 147p.
- Amsler S. et Filledier J. 1994. Attractivité pour les Tabanidae de l'association métacrésol/octénol. Résultats obtenus au Burkina Faso. RMVPT 47 : 93-96.
- Boupoya A. 2010. Flore et Végétation des clairières interforestières sur sol hydromorphe dans le Parc National de l'Ivindo (Nord-est Gabon). Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles (France), 246 p.
- Bouyer J., Grimaud Y., Pannequin M., Esnault O. et Desquesnes M. 2011. Importance épidémiologique et contrôle des stomoxes à La Réunion. Bull. Epid. Santé Anim. Alim., n 43/Special DOM-TOM.
- Brunhes J., Cuisance D., Geoffroy B. et Hervy J.P. 1998. *Les glossines ou mouches tsé-tsé. Logiciel d'identification et d'enseignement*. Editions ORSTOM, Montpellier, France.
- Darchen R. 1978. Les populations d'*Agelena consociate* Denis, araignée sociale, dans la forêt primaire gabonaise. Leur répartition et leur densité. Ann. Sci. Nat. Zoologie, Paris 14 (2) :19-26.

Desquesnes M., Dia M. L., Acapovi G. L. et Yoni W. 2005. Les vecteurs mécaniques des trypanosomoses animales. Edition Cirdes, 67 p.

Fain A. 1978. Les problèmes actuels de la loase. Bulletin de l'OMS, 56 : 155-167.

Fain A. 1981. Épidémiologie et pathologie de la loase. Ann Soc Belg Med Trop, 61 : 277-285.

Fretil J. L et Carnevale P. 1976. Utilisation de la carboglace pour la capture de *Glossina fuscipes quanzensis* Pires, 1948, avec le piège Challier-Laveissière. Conséquences épidémiologiques. *Cahiers ORSTOM, Séries Ent Med et Parasitol*, 14 : 225-233.

Garros C., Gilles J. et Duvallet G. 2004. Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *S. niger* (Diptera : Muscidae). Comparaison de populations de l'île de La Réunion. *Parasite*, 11: 329-332.

Gilles J., David J. F. and Duvallet G. 2005. Temperature effects on the development and survival of two stable flies from *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger niger* (Diptera: Muscidae) in La Réunion island. *Jour Med Ent.*, 42 (3): 260-265.

Goodwin J. T. 1982. The Tabanidae (Diptera) of Mali. Lanham, MD, USA, Misc. Publ. Entomo. Soc. Am., 13: 1-141.

Gouteux J. P. et Kienou J. P. 1982. Observations sur les glossines d'un foyer forestier de trypanosomiase humaine en Côte d'Ivoire. Peuplement de quelques biotopes caractéristiques: Plantations, forêts et galeries forestières, en saison des pluies. *Cahiers ORSTOM, série Ent Med et Parasitol*. 20 : 416-61.

Laveissière C. et Grébaut P. 1990. Recherche sur les pièges à glossines (Diptera : Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège « Vavoua ». *Trop Med Parasitol*. 41 (2) :185-192.

Laveissière C. et Hervouët J. P. 1991. La trypanosomiase humaine en Afrique de l'ouest. Épidémiologie et contrôle. Eds ORSTOM, collection Didactiques.

Laveissière C., Grébaut P., Herder S. et Penchenier L. 2000. *Les glossines vectrices de la Trypanosomiase humaine africaine*. IRD and OCEAC, Yaoundé, Cameroun. 246p.

Leclercq M. 1967. Contribution à l'étude des Trypetidae (Diptera) paléarctiques et de leurs relations avec les végétaux. Bull. Rech. Agron. Gembloux 2(1) : 64-105.

Magliocca F., Querouil S. et Gautier-hion A. 1999. Population structure and group composition of Western lowland gorillas in north-western Republic of Congo. Amer Jour Primatol. 48: 1-14.

Masmeatathip R., Gilles J., Ketavan C. and Duvallet G. 2006. First survey of seasonal abundance and daily activity of Stomoxys spp. (Diptera: Muscidae) in Kamphaengsaen campus, Nakornpathom Province Thailand. Parasite. 13: 245-250.

Mavoungou J. F., Jay-Robert P., Gilles J., Atsame Edda A. et Duvallet G. 2008. Ecologie des stomoxes (Diptera: Muscidae) au Gabon. I. Premier inventaire dans différentes zones écologiques. Parasite. 15 : 27-34.

Mavoungou J. F., Makanga B., Acapovi Y .G. Desquesnes M. et Møbatchi B. 2012. Chorologie des Tabanidae (Diptera) dans la réserve de Biosphère IPASSA-MAKOKOU (GABON) en saison des pluies. Parasite, 19: 165-171.

Matyas P. A. 1958. Tabanidae. Extrait Fauna Hungariae Vol. XVI Diptera I 6 9 fasc., 1958, Akademiai Kiado Budapes. Traduction (1965) d'E. Simonkovich 122: 43-74.

Mihok S. 2002. The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. Bull Ent Rese, 92: 385-403.

Milleliri J.M., Kohagne T L., Mengue M. P. et Louis F.J. 2009. La maladie du sommeil au Gabon. Cent cinquante ans d'une histoire contrastée. 1861-2008. *Sciences et Médecine d'Afrique*, 2 : 119-132.

Nganongo J. B. 1999. Suivi des salines ; Parc national d'Odzala, Congo. Rapports mensuels: Août, septembre, octobre, novembre, décembre.

Nganongo J. B. 2000. Suivi des salines ; Parc national d'Odzala, Congo. Rapport mensuel janvier.

Njiokou F, Laveissière C, Simo G, Nkinin S, Grebaut P, Cuny G, Herder S, 2006 - Wild fauna as a probable animal reservoir for *Trypanosoma brucei gambiense* in Cameroon. *Infection Genetics and Evolution*, **6** (2): 147-153.

Noupa P. et Nkongmeneck. 2008. Influence des clairières forestières sur la répartition spatiale des grands mammifères dans la forêt dense du Bassin du Congo: cas du Parc National de Boumba-Bek (Sud-est Cameroun). *Inter Jour of Biol and Chem Sci*, **2** (2): 185-195.

Oldroyd H. 1952. 1954, 1957. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. British Museum (Natural History), London. vol. I, 226 p., vol. II, 341 p, vol. III, 489 p.

Oldroyd H. 1973. Tabanidae in Smith (K. G. V.): Insects and other arthropods of medical importance. British Museum. (Natural History), London, 195-202 p.

Pollock J. N. 1992. Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1: Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. F.A.O; Rome, 310 p.

Querouil S., Magliocca F and Gautier-hion A. 1999. Structure of population, grouping patterns and density of forest elephants in north-west Congo. *Afri Jour of Ecolo*, **37** :161-167.

Raymond H. L., Taufflieb R., Cornet M., Camicas J. L., Chateau R. et Dieng P.Y. 1980. Listes annotées des Tabanidae (Diptera) du Sénégal et de la Gambie. *Bull. inst. Fr. Afr. Noire*, sér. A, **42** (4) : 812-822.

Rodhain F. S. et Perez C. 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Edition Maloine, Paris, France, 648p.

Solano P., Bouyer J., Itard J. and Cuisance D. 2010. The cyclical vectors of trypanosomiasis. *Infec and para diseases of livestock*, **13**: 155-183.

Surcouf J. et Ricardo G. 1909. Étude monographique des Tabanidés d'Afrique. Eds MASSON et CIE (Paris), 292 p.

Vande Weghe J. P. 2006. Ivindo et Mwagna. Eaux noires, foret vierge et baïs. Wildlife conservation Society, Libreville, Gabon, 272p.

Vanleeuwe H., Cajani S. and Gautier-hion A. 1998. Large mammals at forest clearings in the Odzala National Park, Congo. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 53: 171-180.

Vitouley H. S., Bengaly Z., Lapo R. A., Gbati O. B. et Assane M. 2007. Etude du potentiel d'extraits aqueux de plantes médicinales pour le traitement de la trypanosomose animale africaine. RASPA., 5 : 9-22.

Zumpt F. 1973. Diptera: Muscidae; Taxonomy and biology of species. In: The Stomoxyinae biting flies of the world. Stuttgart, Germany, Gustav Fischer Verlag, p. 20-97.

**ARTICLE 5: ECODISTRIBUTION DES TABANIDES, GLOSSINES ET
STOMOXES LE LONG D'UN TRANSECT FORêt PRIMAIRE à
VILLAGE AU GABON**

**(ARTICLE PUBLIE DANS INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL AND
CHEMICAL SCIENCES 2014, 8 (1) : 167-181)**

Available online at <http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

**ECODISTRIBUTION DES TABANIDES, GLOSSINES ET STOMOXES
LE LONG D'UN TRANSECT FORET PRIMAIRE à VILLAGE AU
GABON**

Christophe Roland ZINGA KOUUMBA ^{1,3*}, Ornella Anaïs MBANG NGUEMA ^{1,2} , Jacques François MAVOUNGOU ^{1,2}, Piazy OBAME ONDO KUTOMY²

¹ Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon

²Université des Sciences et Techniques de Masuku, BP 941, Franceville, Gabon

³Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo.

*Auteur correspondant : zinga.kouumba@yahoo.fr; tel : 00 241 04 40 49 23

Résumé

L'abondance et la diversité spécifique des mouches hématophages ont été évaluées par des captures d'insectes à l'aide des pièges Vavoua et Nzi durant la saison sèche et la saison des pluies dans deux types de biotope au Gabon : Forêt primaire et village. Trois groupes d'intérêt médical et vétérinaire ont été ciblés pour cette étude : les tabanidés, les glossines et les stomoxes. Au total 21 espèces de mouches hématophages ont été identifiées : treize espèces de Tabanidae, cinq espèces de Glossinidae et trois espèces de Stomoxyinae. Les espèces de tabanidés numériquement les plus abondantes ont été : *Chrysops silacea* (19%), *Tabanus obscurehirtus* (13%), *T. taeniola* (12%), *T. dilitius* (9%), *T. par* (7%), *T. socius* (7%), *T. obscurefumalus* (7%), *T. canus* (7%), *T. boueti* (7%) et *T. marmorosus congoicola* (6%). Les espèces les moins abondantes ont été *T. secedens* (2%), *C. dimidiatus* (2%) et *Ancala fasciata* (2%). Les espèces de glossines les plus abondantes ont été *Glossina nashi* (33%) et *G. palpalis palpalis* (33%). Les moins abondantes ont été *G. frezili* (15%), *G. fusca congolensis* (14%) et *G. tabaniformis* (5%). Les espèces de stomoxes ont été représentées par *Stomoxys omega* (43%), *S. niger niger* (43%) et *S. niger bilineatus* (14%). La diversité et l'abondance de la faune d'insectes varient en fonction des saisons et des biotopes. En effet, les plus fortes proportions de mouches hématophages ont été capturées en forêt (74,4%) et les plus faibles au village (25,6%).

Mots clés : tabanides, glossines, stomoxes, piège Nzi, piège Vavoua, saison, Zadié, Gabon

Introduction

La connaissance des insectes hématophages est d'une grande importance en médecine humaine et vétérinaire (Leclercq, 1967). Les diptères hématophages, en l'occurrence tabanides, glossines et stomoxes, de par leur comportement alimentaire et la nature de leurs pièces buccales, sont des vecteurs mécaniques et/ou biologiques de plusieurs agents pathogènes (Oldroyd, 1954 ; Zumpt, 1973). Certains, tels que tabanidés et stomoxes sont impliqués dans la transmission mécanique des trypanosomes (Rodhain & Perez, 1985 ; Foil, 1989 ; Baldacchino et al., 2013) et de la filariose à *Loa loa*. (Van Hoegaerden et al., 1987 ; Touré et al., 1998, 1999). Tandis que les glossines constituent les principaux vecteurs de la Trypanosomose Humaine Africaine (THA) ou maladie du sommeil et de la Trypanosomose Animale Africaine (TAA).

Au Gabon, les connaissances qui entourent les insectes hématophages demeurent encore fragmentaires et peu documentées (Laveissière, 1985 ; Mavoungou et al., 2008, 2012). Aucune information relative aux tabanides, glossines et stomoxes du village de Zadié attenant à la forêt primaire, située dans un foyer « quiescent » de maladie du sommeil (Geogelin, 1923 ; Milleliri, et al., 2009) et dans une zone endémique de loase, n'est disponible de nos jours. Pourtant, ces insectes peuvent représenter un risque pour les populations humaines et animales par leur nuisance directe, mais également par leur rôle de vecteur. Par ailleurs, la meilleure stratégie de contrôle de ces insectes passe nécessairement par la connaissance de la distribution et de l'abondance des différentes espèces vectrices de pathogènes. Aussi, la connaissance sur la distribution et l'abondance des vecteurs potentiels est un préalable à la compréhension du fonctionnement de tout système vectoriel. Nous présentons ici des données préliminaires sur l'écodistribution des tabanides, glossines et stomoxes réalisées dans deux biotopes différents : le village de Zadié et la forêt primaire attenant à ce village.

Matériel et méthodes.

Site d'étude

Le site d'étude est situé dans le nord-est du Gabon, dans la province de l'Ogooué - Ivindo, à 50 km de la ville de Makokou (Figure 1). Les sessions de piégeages se sont déroulées dans le village de Zadié (milieu anthropisé) et dans la forêt primaire (milieu non anthropisé) gérée durablement, par l'entreprise Olam, dans la partie sud du bloc Monts

Belinga, près de la rivière Zadié ($0^{\circ}57'N$, $13^{\circ}10'E$). Les précipitations annuelles moyennes varient entre 1600 et 1700 mm avec deux saisons sèches (juin-août et janvier-mars) et deux saisons des pluies (avril-mai et septembre-décembre). La température moyenne annuelle est de $23,9^{\circ}C$. Le relief est constitué d'un plateau vallonné composé de nombreuses collines, à une altitude d'environ 500 m, sur un socle cristallin archéen. Les sols sont des sols ferralitiques jaunes peu profonds. La végétation appartient à la forêt dense de la région guinéo-congolaise, avec une abondance de *Scyphocephalium mannii*, *Pycnanthus angolensis*, *Pentaclethra eetveldeana*, *Celtis sp.*, *Gilletiodendron pierreanum*, *Gilbertiodendron dewevrei* (TEREA, 2010).

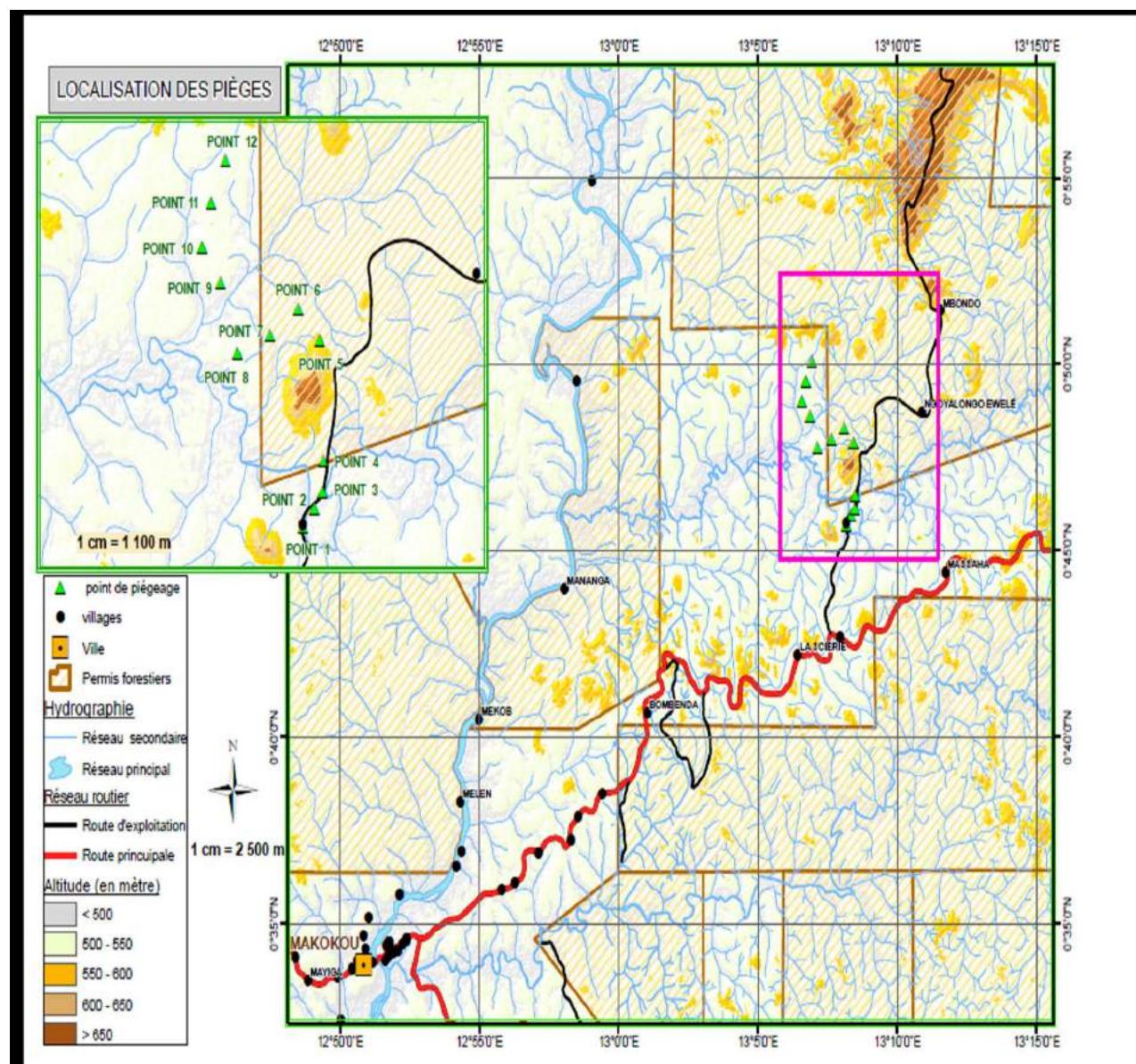


Figure 1 : localisation de la zone d'étude

Capture des mouches hématophages

Deux types de pièges ont été utilisés dans cette étude : les pièges Vavoua et Nzi (Laveissière & Grébaut, 1990 ; Mihok 2002, Mavoungou, 2008 ; Mavoungou *et al.*, 2012).

Le piégeage a consisté en un réseau de 24 pièges dont 12 Vavoua et 12 Nzi, placés aux mêmes points identifiés au préalable le long d'un transect d'environ 12 km, suivant un gradient d'anthropisation allant de la forêt primaire jusqu'au village de Zadié.

Suivant l'importance de la zone prospectée, 8 à 16 pièges ont été utilisés pour chaque biotope. Ainsi, un total de huit pièges dont quatre Vavoua et quatre Nzi ont été posés en milieu anthropisé en respectant la même séquence 1 Vavoua et 1 Nzi par point de piégeage et une distance d'au moins 500 m entre chaque piège. Tandis qu'en forêt primaire 16 pièges dont huit Vavoua et huit Nzi ont été posés toujours en respectant la même séquence comme en milieu anthropisé.

Toutes les captures ont été réalisées entre avril et mai 2012, c'est-à-dire pendant la grande saison des pluies ; et entre août et septembre 2012 période de grande saison sèche. La durée de piégeage a été de 20 jours consécutifs par saison. Soit 40 jours de piégeage durant toute la session de piégeage. Tous les points de capture ont été géoréférencés à l'aide d'un GPS de marque GARMIN. Les pièges ont été activés le matin avant 7 heures et relevés le soir après 17 heures. Lors de la relève des pièges, les cages de capture ont été étiquetées avec le numéro du piège et ramenées au laboratoire pour identification.

Identification des insectes

Les insectes ont été triés au fur et à mesure de leur arrivée au laboratoire. Une première séparation était faite entre stomoxes, tabanides, glossines et les autres insectes sous une loupe binoculaire. La discrimination entre les différentes espèces de stomoxes a été faite à l'aide de la clé de Zumpt (1973), et du caractère morphologique complémentaire décrit par Garros *et al.* (2004) pour mieux séparer *S. calcitrans* et *S. niger*. Les identifications des différentes espèces de tabanides ont été faites à l'aide des clés publiées par Oldroyd (1952, 1954, 1957, 1973). Quant aux glossines, les différentes espèces ont été identifiées sur la base des critères morphologiques (coloration des tarses et de l'abdomen) et de la structure des génitalia (Brunhes *et al.*, 1988 ; Pollock, 1982).

Analyse des données

L'abondance de chacun de ces insectes hématophages étudiés est traduite par sa densité apparente par piège et par jour (DAP) calculée selon la formule suivante :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{nombre de pièges} \times \text{nombre de jours de capture}}$$

L'indice de diversité de Shannon, qui permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu, a été calculé suivant la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Où : H' est l'indice de biodiversité de Shannon ; i une espèce du milieu d'étude et p_i la proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces de mouches étudiées (S) dans le milieu étudié.

Le test du Chi carré (χ^2) a été effectué pour comparer la distribution des différentes espèces étudiées selon les saisons et les biotopes.

Résultats

Au total 1500 mouches hématophages ont été capturées dont 1116 (74,4%) en forêt primaire et 384 (25,6%) au village. Pendant toute la session de piégeage, 21 espèces ont été identifiées (Tableau 1) : soit 13 espèces de Tabanidae, 5 espèces de Glossinidae et 3 espèces de Stomoxyinae.

Tableau 2 : Résultats globaux de la campagne de piégeage.

N°	Spécies de Tabanidae	Village	Forêt primaire	Effectifs total par espèces
1	<i>Ancala fasciata</i>	0	14	14
2	<i>Chrysops dimidiatus</i>	4	8	12
3	<i>Chrysops silacea</i>	119	7	126
4	<i>Tabanus boueti</i>	3	41	44
5	<i>Tabanus canus</i>	0	42	42
6	<i>Tabanus congolensis</i>	20	15	35
7	<i>Tabanus dilitius</i>	0	57	57
8	<i>Tabanus obscurefumatus</i>	0	41	41
9	<i>Tabanus obscurehirtus</i>	25	53	78
10	<i>Tabanus par</i>	12	33	45
11	<i>Tabanus secedens</i>	0	12	12
12	<i>Tabanus socius</i>	2	41	43
13	<i>Tabanus taeniola</i>	7	67	74
Espèces de Glossinidae				
14	<i>Glossina frezili</i>	3	81	84
15	<i>Glossina fusca congolensis</i>	24	56	80
16	<i>Glossina nashi</i>	26	162	188
17	<i>Glossina palpalis palpalis</i>	74	112	186
18	<i>Glossina tabaniformis</i>	0	26	26
Espèces de Stomoxyinae				
19	<i>Stomoxys niger bilineatus</i>	0	43	43
20	<i>Stomoxys niger niger</i>	50	85	135
21	<i>Stomoxys omega</i>	15	120	135
Effectifs totaux par biotope		384	1116	1500

Composition des populations de Tabanidae capturées

Au total 623 tabanides ont été récoltés en 40 jours de piégeage, soit une densité apparente par piège (DAP) de 1,29 tabanide/piège/jour.

Composition par genre

Sur les deux biotopes, le genre *Tabanus* a été le plus abondant (75,6%) suivi du genre *Chrysops* (22,2%). Le genre *Ancala* a été très faiblement représenté avec (2,2%). En forêt primaire le genre *Tabanus* a été le genre le plus représenté avec un taux de 93,3% ; alors qu'au village c'est le genre *Chrysops* qui a été le plus représenté (64,1%) (Figure 2).

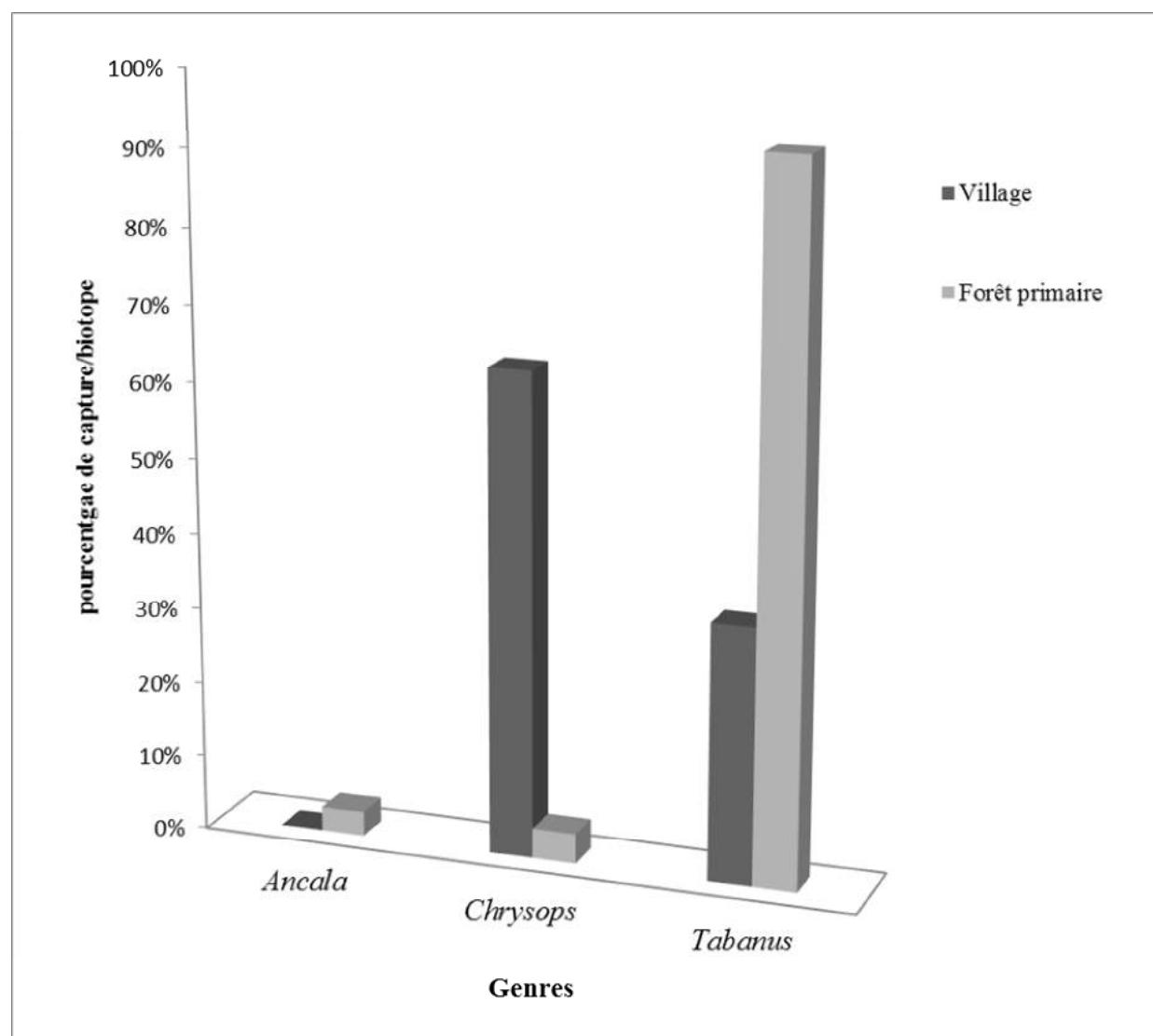


Figure 2 : Répartition des genres de Tabanidés capturés en fonction des biotopes prospectés.

Composition par espèce

Dix espèces du genre *Tabanus* ont été identifiées : *Tabanus obscurehirtus* (13%), *T. taeniola* (12%), *T. dilitius* (9%), *T. par* (7%), *T. socius* (7%), *T. obscurefumatus* (7%), *T. canus* (7%), *T. boueti* (7%), *T. marmorosus congoicola* (6%), *T. secedens* (2%) (Figure 3).

Le genre *Chrysops* comprenait deux espèces : *Chrysops dimidiatus* (2%) et *C. silacea* (19%). Alors que le genre *Ancala* était représenté par une seule espèce : *A. fasciata* (2%).

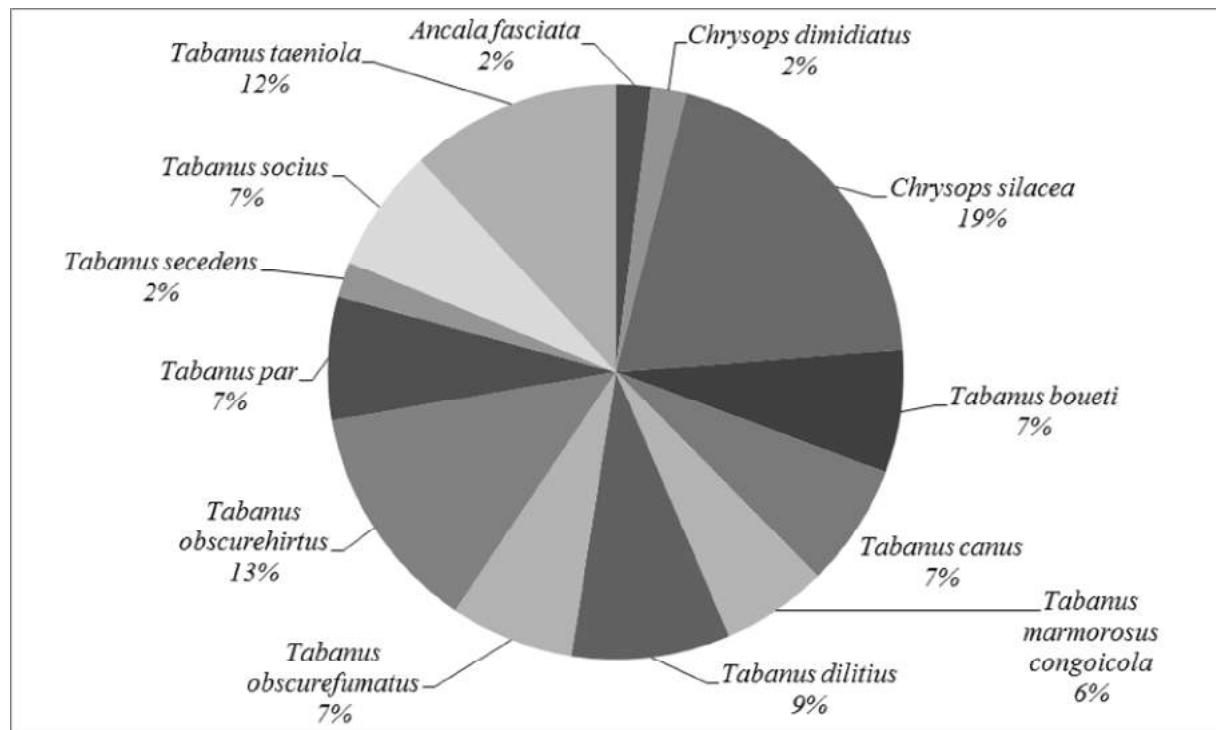


Figure 3 : Répartition spécifique des espèces de tabanidés capturés.

Abondance relative des Tabanidés en fonction des biotopes étudiés

Le maximum des captures a été observé en forêt primaire (70%) et le minimum au village (30%). Les indices de diversité de Shannon, calculés pour chaque milieu ou station de piégeage, permettent de donner une idée de la répartition des espèces en fonction du biotope. La forêt primaire présente la diversité la plus importante avec un indice de diversité de 2,37. Au village cet indice est 1,28.

En forêt primaire, on note une forte richesse spécifique caractérisée par la présence de 13 espèces : *T. taeniola* (16%), *T. dilitius* (13%), *T. obscurehirtus* (12%), *T. canus* (10%), *T. boueti* (10%), *T. socius* (10%), *T. obscurefumalus* (10%), *T. par* (8%), *T. marmorosus congoicola* (3%), *T. secedens* (3%), *A. fasciata* (3%), *C. dimidiatus* (2%) et *C. silacea* (2%).

Dans le village, huit espèces ont été capturées : *C. silacea* (62%), *T. obscurehirtus* (13%), *T. marmorosus congoicola* (10%), *T. par* (6%), *T. taeniola* (4%), *T. boueti* (2%), *C. dimidiatus* (2%) et *T. socius* (1%). *C. silacea* a présenté une forte abondance au village mais était très faible en forêt primaire. A noter que les huit espèces capturées au village sont aussi présentes en forêt primaire avec des abondances variables.

Le résultat du test du χ^2 a révélé une différence hautement significative au seuil de 0,001 p 100 dans la distribution des différentes espèces selon le biotope. ($\chi^2 = 366,55$; *ddl* = 12 ; *p* < 0,001).

Abondance relative des Tabanidés en fonction des saisons

Au village, six espèces de Tabanidés ont été identifiées en saison des pluies : *C. silacea* (57%), *T. obscurehirtus* (18%), *T. marmorosus congoicola* (14%), *T. par* (7%), *T. boueti* (2%) et *T. taeniola* (2%). Alors qu'en saison sèche, cinq espèces ont été capturées : *C. silacea* (76%), *C. dimidiatus* (8%), *T. taeniola* (8%), *T. par* (4%) et *T. socius* (4%). On constate que *Chrysops silacea* et *Tabanus taeniola* ont été capturés durant les deux saisons.

En forêt primaire, 12 (douze) espèces de Tabanidés ont été capturées en saison des pluies : *T. obscurehirtus* (16%), *T. dilitius* (14%), *T. taeniola* (14%), *T. canus* (10%), *T. boueti* (10%), *T. socius* (10%), *T. obscurefumalus* (9%), *T. par* (6%), *T. marmorosus congoicola* (4%), *Ancala fasciata* (4%), *T. secedens* (3%) et *Chrysops silacea* (1%). Tandis qu'en saison sèche, neuf espèces ont été identifiées : *T. par* (26%), *T. taeniola* (23%), *C. dimidiatus* (19%), *T. obscurefumalus* (14%), *C. silacea* (9%), *T. boueti* (2%), *T. socius* (2%), *T. obscurehirtus* (2%) et *T. socius* (2%). On remarque que *Chrysops dimidiatus* n'a pas été capturé en saison des pluies.

Le résultat du test du χ^2 a révélé une différence hautement significative au seuil de 0,001 p. 100 dans la distribution des différentes espèces de tabanide selon la saison ($\chi^2 = 111,75$; *ddl* = 9 ; *p* < 0,001).

Composition des populations de Glossinidae capturées

Au total 564 glossines ont été récoltées en 480 piège-jours, soit une densité apparente par piège (DAP) de 1,2 G/P/J. Sur ce total, 437 (77,48) spécimens ont été capturés en forêt primaire et 127 (22,52%) au village. Ces résultats correspondent à des DAP de 0,91 G/P/J en forêt primaire et de 0,26 G/P/J au village.

Composition par espèces

Cinq espèces et sous-espèces de glossines appartenant au sous-genre *Austenina* (67%) et au sous-genre *Nemorhina* (33%) ont été capturées.

Le sous genre *Austenina* comprenait quatre espèces (Figure 4) : *Glossina nashi* (33%), *G. frezili* (15%), *G. fusca congolensis* (14%) et *G. tabaniformis* (5%).

Le sous-genre *Nemorhina* comprenait une seule espèce : *G. palpalis palpalis* (33%).

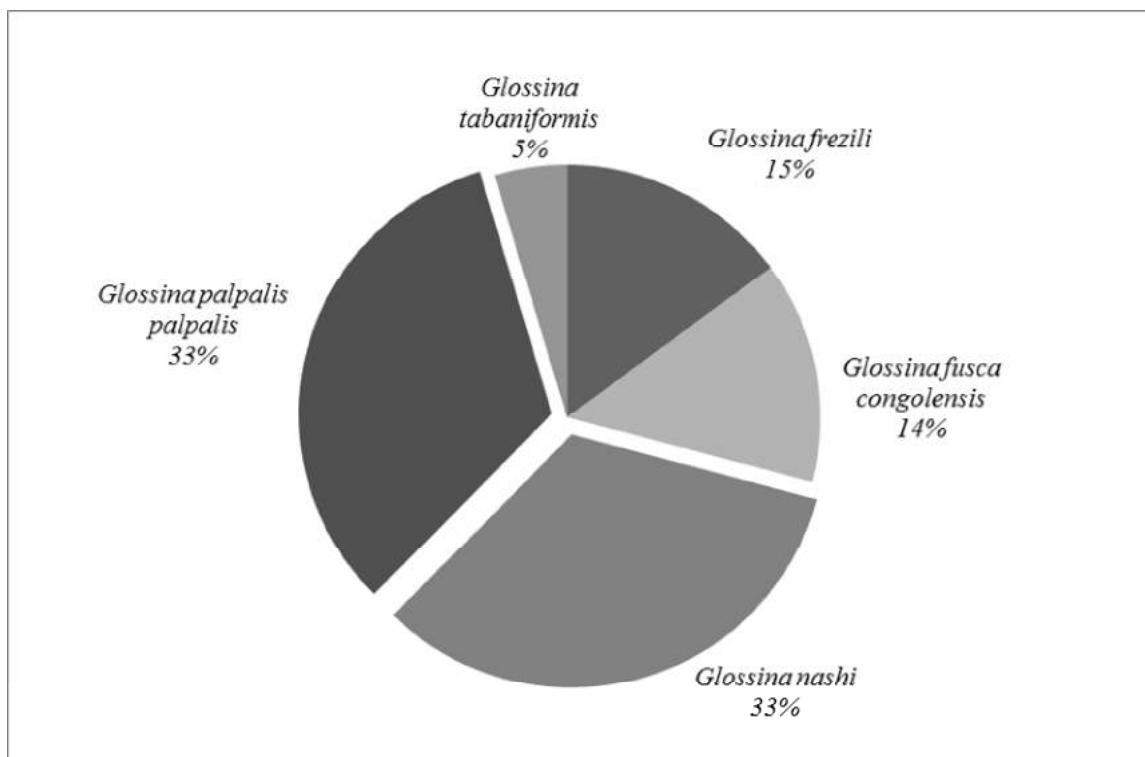


Figure 4 : Répartition et abondance spécifique des espèces de Glossines capturées

Abondance relative des glossines en fonction des biotopes

Le maximum de capture a été observé en forêt primaire (77%) et le minimum au village (23%). La diversité du peuplement des glossines dans les deux biotopes a été déterminée par l'indice de Shannon. Cet indice est de 1,46 en forêt primaire et de 1,04 au village.

En forêt primaire cinq espèces ont été capturées. Il s'agit de *G. nashi*, *G. palpalis palpalis*, *G. frezili*, *G. fusca* et *G. tabaniformis*. *G. nashi* a été la mieux représentée avec 37%, suivi de *G. palpalis palpalis* (27%). *G. frezili* (19%) et *G. fusca congolensis* (13%) ont été moins abondantes. *G. tabaniformis* (6%) a été très faiblement représentée.

Au village quatre espèces ont été identifiées : *G. nashi*, *G. palpalis palpalis*, *G. frezili* et *G. fusca congolensis* avec des abondances différentes (Figure 5). *G. palpalis palpalis* (58%) a été l'espèce la plus abondante suivie par *G. nashi* (20%) et *G. fusca congolensis* (19%). *G. frezili* (2%) a été l'espèce la moins abondante.

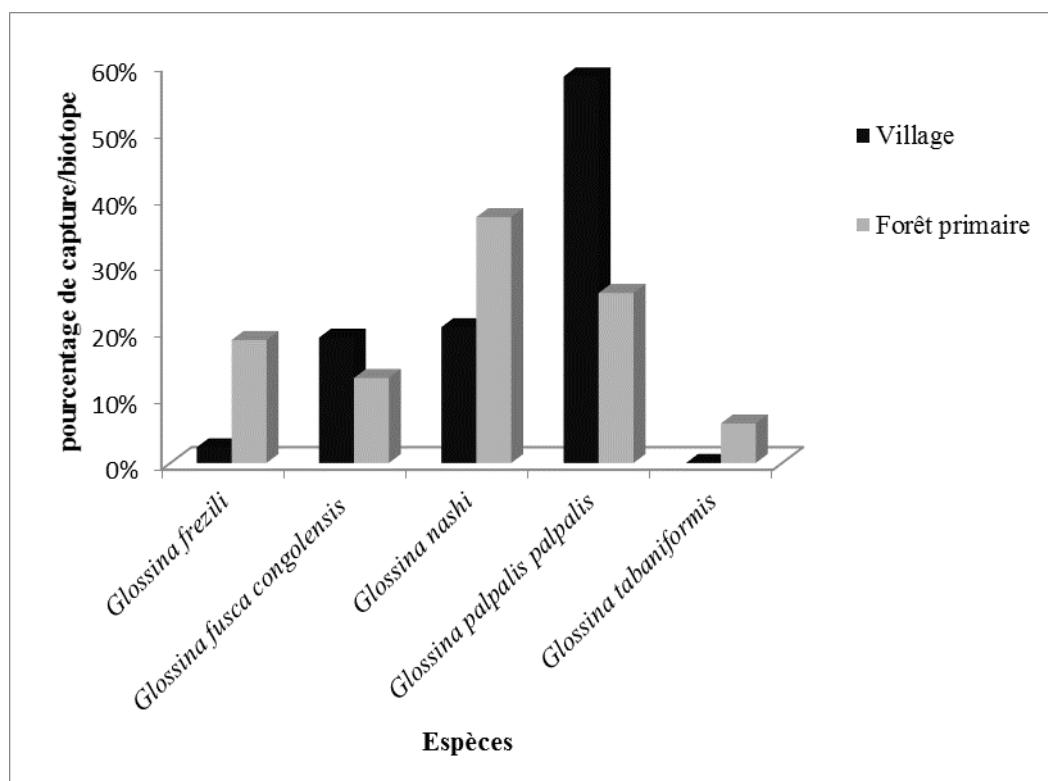


Figure 5 : Répartition des espèces de glossines capturées en fonction des biotopes prospectés

Le résultat du test du χ^2 a révélé une différence hautement significative au seuil de 0,001 p 100 dans la distribution des différentes espèces selon le biotope ($\chi^2 = 67,32$; ddl = 4; $p < 0,001$).

Abondance relative des glossines en fonction selon la saison

Au village, le maximum de capture a été observé en saison des pluies (53%) et le minimum en saison sèche (47%). Trois espèces de glossines ont été identifiées en saison des pluies : *G. palpalis palpalis* (69%), *G. fusca congolensis* (16%) et *G. nashi* (15%). Tandis qu'en saison sèche quatre espèces ont été capturées : *G. palpalis palpalis* (47%), *G. nashi* (27%), *G. fusca congolensis* (22%) et *G. frezili* (5%). Toutes les espèces capturées en saison des pluies ont été capturées aussi en saison sèche avec des abondances différentes. Cependant on note que *G. frezili* n'a été capturée qu'en saison sèche avec une très faible abondance.

Les indices de diversité observés en saison des pluies et en saison sèche sont respectivement de 0,83 et de 1,18. Le résultat du test du χ^2 a révélé qu'il n'existe pas de différence significative dans la distribution des différentes espèces selon saison ($\chi^2 = 8,5699$; ddl = 3; $p > 0,001$).

En forêt primaire le maximum de captures a été effectué en saison des pluies (74%) et le minimum en saison sèche (36%). Cinq espèces de glossines ont été identifiées en saison des pluies. Il s'agit de *G. nashi* (33%), *G. palpalis palpalis* (28%), *G. frezili* (16%), *G. fusca congolensis* (14%) et *G. tabaniformis* (8%). Alors qu'en saison sèche quatre espèces ont été capturées : *G. nashi* (48%), *G. palpalis palpalis* (19%), *G. frezili* (24%) et *G. fusca congolensis*. A noter que *G. nashi* et *G. palpalis palpalis* ont été les espèces les plus abondantes durant les deux saisons.

Les indices de Shannon observés en saison des pluies et saison sèche sont respectivement de 1,50 et 1,22. Le résultat du test du χ^2 a révélé une différence hautement significative au seuil de 0,001 p 100 dans la distribution des différentes espèces selon le biotope ($\chi^2 = 21,639$; ddl = 4; $p < 0,001$).

Composition des populations de Stomoxinae capturées

Un total de 313 stomoxes a été capturé dont 65 (20,8%) au village et 248 (79,2%) en forêt primaire. Ce total correspondant à une densité apparente par piège (DAP) et par jour de 0,65 stomoxe/piège/jour.

- *Composition par espèces*

Trois espèces de stomoxes ont été capturées durant la période d'étude : *Stomoxys omega* (43%), *S. niger niger* (43%) et *S. niger bilineatus* (14%). *S. omega* et *S. niger niger* ont constitué les espèces les plus abondantes. *S. niger bilineatus* a été l'espèce la moins représentée (Figure 6).

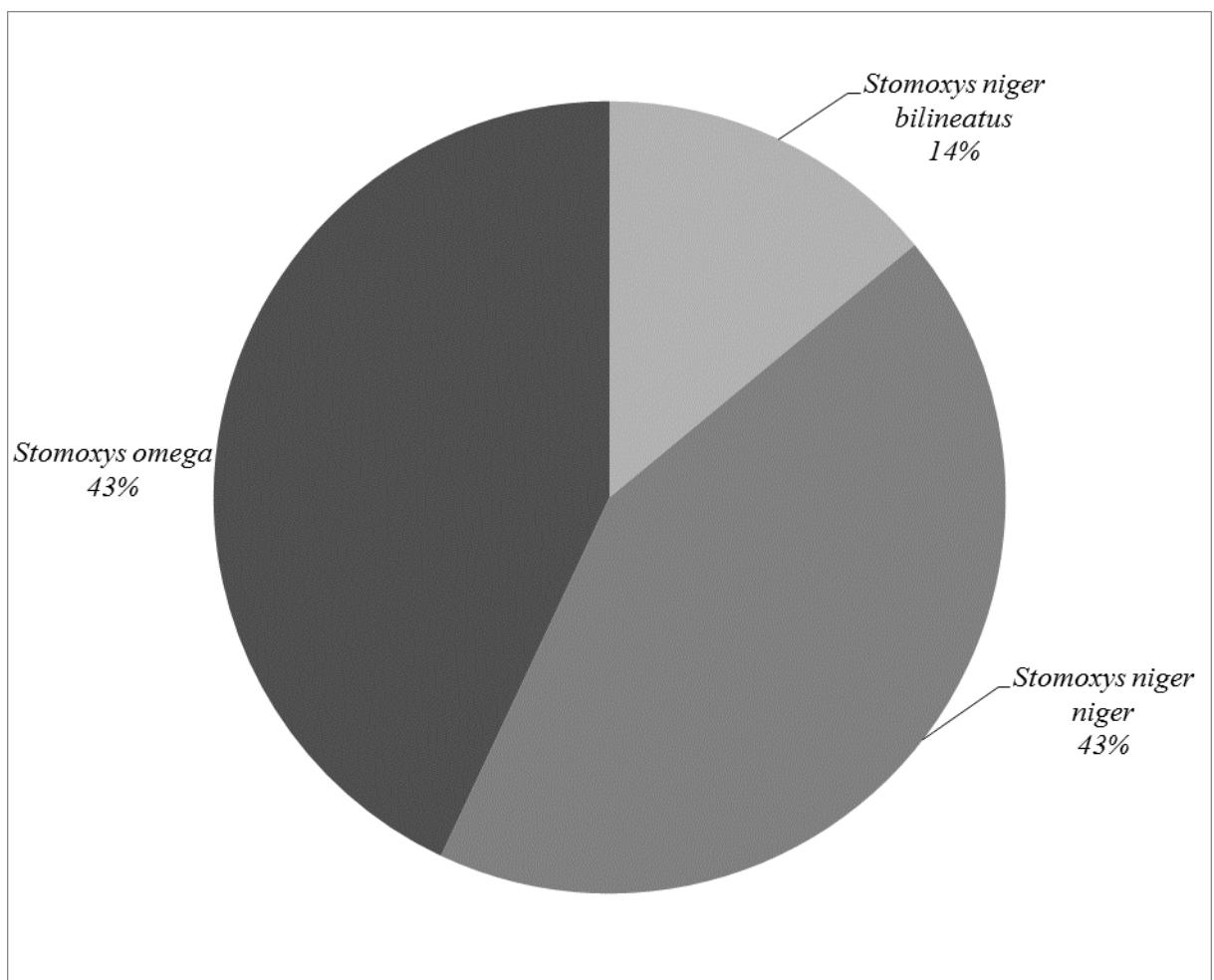


Figure 6 : Répartition spécifique des espèces de stomoxes capturés

Abondance relative des stomoxes en fonction des biotopes

Le maximum des captures a été observé en forêt primaire (79%) et le minimum au village (20%) (Figure 7). L'indice de diversité Shannon a été de 1,02 en forêt primaire et de 0,54 au village.

En forêt primaire trois espèces ont été identifiées : *S. omega* (48%), *S. niger niger* (34%) et *S. niger bilineatus* (17%). Au village deux espèces ont été capturées : *S. niger niger* (77%) et *S. omega* (23%). Toutes les espèces capturées au village ont été capturées également en forêt primaire avec des abondances différentes. On note une forte abondance de *S. niger niger* au village (Figure 8).

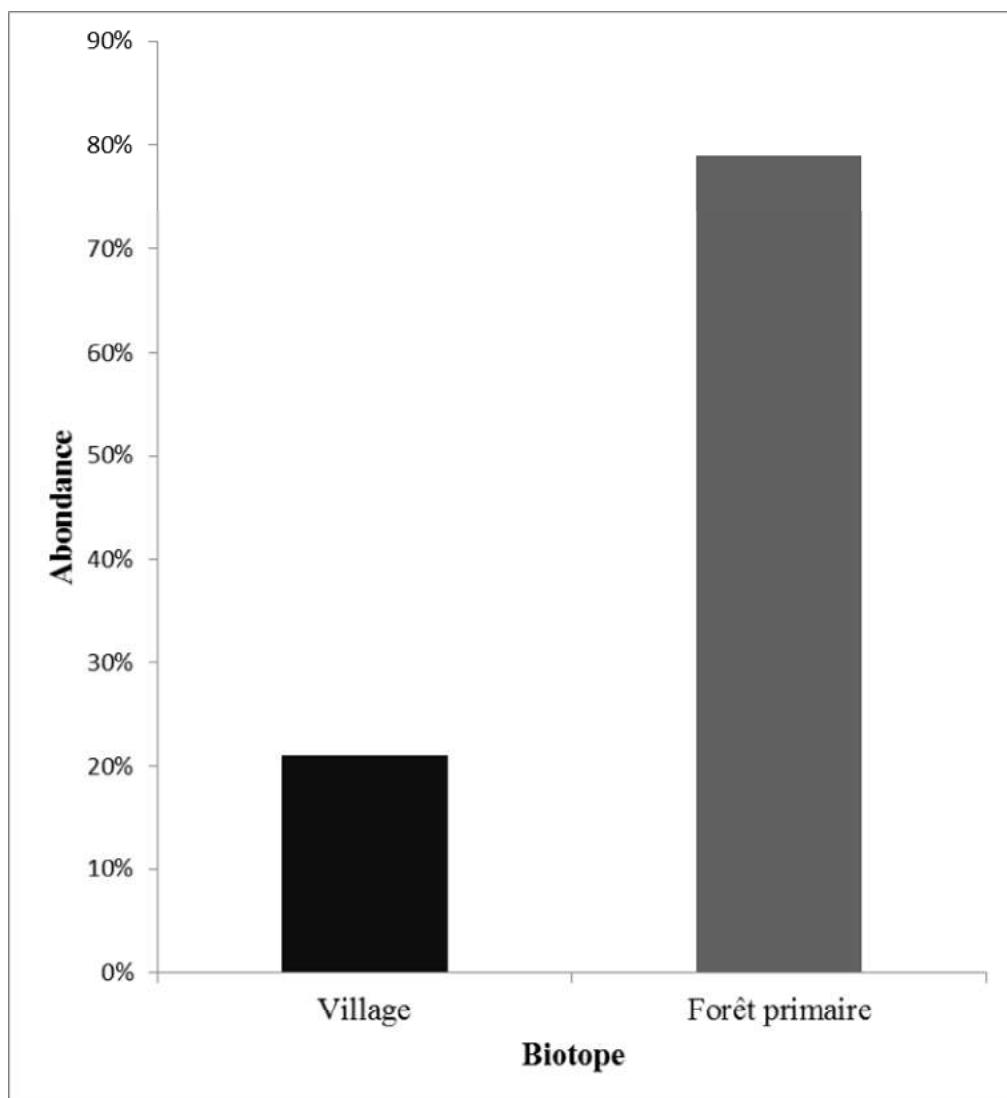


Figure 7 : Abondance des stomoxes capturés selon le biotope

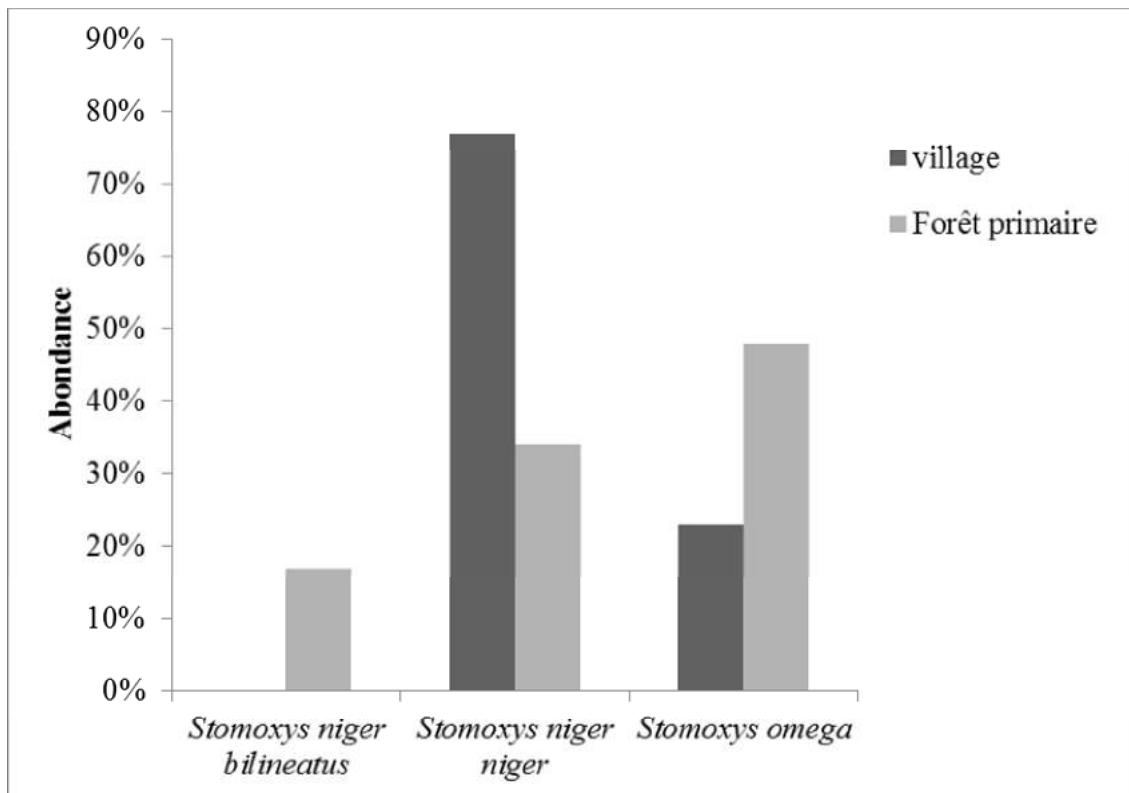


Figure 8 : Répartition spécifique des espèces de stomoxes capturées selon le biotope

La diversité du peuplement des stomoxes dans les deux biotopes a été déterminée par l'indice de Shannon. Elle a montré que le maximum d'espèces a été capturé en forêt primaire avec un indice de 0,62 et le minimum au village ($H\phi=0,35$). Ainsi, le résultat du test du χ^2 a révélé une différence hautement significative au seuil de 0,001 p 100 dans la distribution des différentes espèces selon le biotope ($\chi^2 = 40,639$; $ddl = 2$; $p < 0,001$).

Abondance relative des stomoxes en fonction des saisons

Au village le maximum des captures a été observé en saison des pluies (77%) et le minimum en saison sèche (23%). En saison sèche tout comme en saison des pluies deux espèces ont été capturées. Il s'agit de *S. niger niger* et *S. omega*. En saison sèche, *S. niger niger* et *S. omega* ont présenté des abondances respectives de 80% et 20%. Tandis qu'en saison des pluies *S. niger niger* a présenté une abondance de 76% et *S. omega* une abondance de 24%. La richesse spécifique de ces espèces exprimée par l'indice Shannon est presque uniforme durant les deux saisons : $H\phi=0,6$ en saison des pluies et $H\phi=0,5$ en saison sèche. Le résultat du test du χ^2 a révélé qu'il n'existe pas de différence significative dans la distribution des différentes espèces selon saison ($\chi^2 = 0,104$; $ddl = 1$; $p > 0,001$).

En forêt primaire, 173 stomoxes ont été capturés en saison des pluies et 75 en saison sèche. Ces stomoxes se répartissent en trois espèces. Il s'agit de *S. niger niger*, *S. omega* et *S. niger bilineatus*. En saison des pluies *S. omega* présentait la plus forte abondance (50%) suivi de *S. niger niger* (32%). *S. niger bilineatus* est faiblement représenté (18%). En saison sèche *S. niger niger* avait une abondance de 45%, *S. omega* 39% et *S. niger bilineatus* 16%. *S. bilineatus* a été l'espèce la moins abondante durant les deux saisons. La richesse spécifique de ces espèces exprimée par l'indice Shannon est presque uniforme durant les deux saisons : $H=1,021$ en saison des pluies et $H=1,019$ en saison sèche. Aussi, le résultat du test du χ^2 a révélé qu'il n'existe pas de différence significative dans la distribution des différentes espèces selon saison ($\chi^2 = 0,923$; $ddl = 2$; $p > 0,001$).

Discussion

Les résultats obtenus dans cette étude constituent des données préliminaires sur les tabanides, les glossines et les stomoxes dans cette partie de la province de l'Ogooué Ivindo, au Gabon. Cette étude nous a permis d'établir une première liste de mouches hématophages présentes dans notre zone d'étude. Cette liste pourra ainsi servir de référence aux études complémentaires pour la lutte anti-vectorielle. Les pièges Nzi et Vavoua qui ont été utilisés au cours de ce travail présentent l'avantage de capturer le groupe cible (Stomoxes, glossines et tabanides). Cependant, les faibles captures enregistrées pourraient s'expliquer par l'utilisation que de ces deux types de piège. En effet, bien que l'efficacité de ces pièges pour la capture des stomoxes, tabanides et glossines soit avérée (Djiteye, 1992 ; Djiteye 1994 ; Mihok *et al.* 1995b ; Mihok, 2002 ; Gilles 2005 ; Gilles *et al.* 2007) l'association de plusieurs types de pièges (Nzi, grand tetra, petit tetra, vavoua) et l'adjonction d'attractifs olfactifs comme l'octénol seul (Jaenson, 1991, Mihok *et al.*, 1995b) ou en association avec des phénols (Mihok *et al.*, 1995b) auraient peut-être permis d'augmenter les captures (Djiteye, 1992 ; Amsler & Filledier, 1994).

Les tabanidés représentent le groupe taxonomique, le mieux étudié sur le site, du fait de leur abondance et du nombre d'espèces capturées. La répartition des espèces varie en fonction du biotope et toutes les espèces ne sont pas présentes dans les deux milieux; certaines espèces telles que *A. fasciata*, *T. canus* et *T. secedens* sont inféodées au milieu forestier. Ce résultat corrobore les observations faites dans la même localité qui a révélé une absence des ces espèces en milieu anthropisé (Mavoungou *et al.*, 2012). Cette répartition varie aussi avec la saison. Ainsi, en saison des pluies *A. fasciata*, *T. dilitius*, *T. secedens* et *T. fusca*

congolensis n'ont été observés qu'en forêt ; alors que *C. dimidiatus* n'a pas été capturé pendant cette même saison. Cette répartition pourrait être liée également à la différenciation des paysages, la structure des milieux pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement de ces insectes. Les variations saisonnières jouent un rôle essentiel sur la validité des résultats. Ainsi, des périodes de précipitations, représentées par la saison pluvieuse, peuvent être la principale cause d'évolution des effectifs d'insectes capturés. Ainsi, le maximum d'espèces a été obtenu en saison des pluies aussi bien en forêt qu'en milieu anthropisé.

Contrairement aux Tabanides, la diversité spécifique des glossines est quasi-uniforme sur le site d'étude. L'infestation d'un milieu par les glossines est conditionnée par la présence simultanée des facteurs environnementaux adéquats (température comprise entre 15°C et 25°C, luminosité, humidité relative) et des vertébrés hôtes nourriciers (Foil & Gorham, 2000, Solano *et al.*, 2010). Ces conditions sont retrouvées dans les deux biotopes prospectés et pourrait expliquer la distribution uniforme des glossines qui y est observée. Cependant l'abondance des espèces reste hétérogène et varie significativement selon les biotopes et les saisons. En effet, en forêt tout comme au village le maximum de captures a été observé en saison des pluies et le minimum en saison sèche. Aussi, cette répartition pourrait probablement être du fait de la variabilité des préférences trophiques des espèces de glossines. Alors que les espèces du sous genre *Nemorrhina* affichent un caractère alimentaire opportuniste et diversifié, se nourrissant invariablement sur l'homme et sur des animaux (Dagnogo *et al.*, 1985 ; Laveissière *et al.*, 1985), celle du sous-genre *Austenina* sont inféodées au gros gibier (Leak, 1999) très présent en forêt primaire.

Chez les Stomoxyinae, l'abondance et la diversité spécifique des populations varient en fonction des saisons et en fonction des biotopes. En effet, en saison des pluies trois espèces de stomoxes ont été capturées avec des abondances variables en forêt alors qu'en milieu anthropisé deux espèces ont été capturées. Aussi, le maximum de capture a été observé en forêt primaire et le minimum au village. Ces résultats de forte abondance observés en saison des pluies corroborent ceux obtenus par Masmeatathip *et al.* (2006) et Mavoungou *et al.* (2008) qui ont montré que les stomoxes sont plus abondants en saison des pluies. De plus le microclimat pourrait jouer aussi un rôle dans la répartition et l'abondance des différentes espèces de stomoxes. En étudiant la répartition des populations de l'araignée sociale *Agelena consociata* Denis à Makokou, Darchen (1978) avait enregistré des données thermométriques

dans trois milieux : forêt, clairière et milieu ouvert. Il avait établi que la température moyenne était variable dans les trois milieux. En forêt elle oscille entre 20°C et 24°C tandis qu'en milieu ouvert elle se situerait entre 23 et 28°C.

La richesse spécifique de l'entomofaune en un lieu donné est définie par une plus ou moins grande diversité des espèces (Desquesnes *et al.*, 2005). La forêt primaire est plus riche en espèces de diptères hématophages que le milieu anthropisé qui lui est adjacent. Cette diversité d'espèces serait en relation d'une part avec la stabilité du milieu forestier (omniprésence de l'humus, température plus ou moins constante, etc.) et d'autre part avec l'abondance de la grande faune, hôtes nourriciers des insectes hématophages (Broce *et al.*, 2005). Les espèces identifiées au village ont été les espèces au caractère alimentaire anthropophile (*Chrysops silacea*) ou ubiquiste (*G. palpalis palpalis*). La présence de *G. palpalis palpalis*, vecteur de la maladie du sommeil, *Chrysops silacea* et de *Chrysops dimidiatus*, vecteurs de la loase à proximité des habitations et à l'intérieur de la forêt primaire évoque l'existence de risque sanitaire dans cette zone.

Les connaissances sur les insectes hématophages constituent un élément important dans la lutte antivectorielle, car ces insectes constituent un risque pour la santé humaine et animale. Mieux connaître la répartition des vecteurs, les risques de diffusion des pathogènes et leur évolution représente un enjeu majeur pour la mise en place d'une stratégie de contrôle de vecteurs en cas de transmission de pathogènes.

Remerciements :

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique de l'Union Européenne *via* le projet ACP-FORENET, l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET) et le Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV). Nous remercions Nicolas EMBA YAO et Stéphane ESSASOU BADJI pour leur aide technique sur le terrain.

Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse du Professeur Gérard DUVALLER dont les remarques, suggestions et corrections ont permis d'améliorer ce manuscrit.

REFERENCES:

- Broce AB, Hogsette J et Paisley S. 2005. Winter feeding sites of hay in round bales as major developmental sites of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in pastures in spring and summer. *Journal of Economic Entomology*, 98 (6): 2307- 2312.
- Baldacchino F., Muenworn V.; Desquesnes M., Desoli F., Charoenviriyaphap T. and Duvallet G. 2013. Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*, 20, 26: p13.
- Brunhes J, Cuisance D, Geoffroy B et Hervy JP. 1998. *Les glossines ou mouches tsétsé. Logiciel d'identification et d'enseignement*. Editions ORSTOM, Montpellier, France.
- Dagnogo M, Lohuirignon K et Gouteux JP. 1985. Comportement alimentaire des populations péridomestiques de *Glossina palpalis* (Robineau-Desvoidy) et *Glossina tachinoides* Westwood du domaine guinéen de Côte d'Ivoire. *Cahier ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 23 : 3-8.
- Darchen R. 1978. Les populations d'*Agelena consociate* Denis, araignée sociale, dans la forêt primaire gabonaise. Leur répartition et leur densité. *Annales de sciences naturelles, Zoologie*, Paris, 14 (2) : 19-26.
- Desquesnes M, Dia ML, Acapovi GL, Yoni W, Foil L et Pin R. 2005. Les vecteurs mécaniques des trypanosomoses animales : Généralités, morphologie, biologie, impacts et contrôle. Identification des espèces les plus abondantes en Afrique de l'Ouest. Editions Cirdes, Imprimerie de l'Avenir, Burkina Faso ; 68 pages.
- Djiteye A. 1992. Aperçu sur l'efficacité comparative de différents pièges et odeurs contre les mouches piqueuses (Diptera : Tabanidae et Muscidae) d'importance vétérinaire. In : Premier séminaire International sur les Trypanosomoses animales non transmises par les glossines, Annecy (France), 14-16 octobre 1992.
- Djiteye A. 1994. Efficacité comparée des différents types de pièges et / ou associations d'odeurs sur les tabanides, stomoxes et glossines présentes en zone soudano-guinéenne (Mali) *G.m. submorsitans*, *G. tachinoides*, *G. p. gambiensis*. Résumé Rapport d'étape, LCV de Bamako (Mali).

- Foil LD. 1989. Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitology Today*, **5** (3) : 88-96.
- Foil LD et Gorham JR. 2000. Mechanical transmission of disease agents by arthropods. In: *B.F. Eldridge and J.D. Edman, Medical Entomology*. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 461-514.
- Jaenson TG, Dos Santos RC et Hall DR. 1991. Attraction of *Glossina longipalpis* (Diptera: *Glossinidae*) in Guine-Bissau to odorbaited biconical traps. *Journal of Medical Entomology*, **28** : 284-286.
- Garros C, Gilles J et Duvallet G. 2004. Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *S. niger* (Diptera : Muscidae). Comparaison de populations de l'île de La Réunion. *Parasite*, **11**: 329-332.
- Georgelin. 1923. Maladie endémiques et endémo-épidémiques constatées au Gabon pendant l'année 1921-1922. *Annales de médecine et de pharmacie coloniales*, **21** : p 209-15.
- Gilles J. 2005. Dynamique et génétique des populations d'insectes vecteurs. Les stomoxes, *Stomoxys calcitrans* et *Stomoxys niger niger* dans les élevages bovins réunionnais. Thèse de doctorat, Université de La Réunion, St-Denis : 140 pp.
- Gilles J, David JF, Duvallet G, de La Rocque S et Tillard E. 2007. Efficiency of traps for *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger* on Reunion Island. *Medical and Veterinary Entomology*, **21**: 65-69.
- Laveissière C, Couret D, Staak C et Hervouët JP. 1985. *Glossina palpalis* et ses hôtes en secteur forestier de Côte d'Ivoire. Relation avec l'épidémiologie de la trypanosomiase humaine. Cahier ORSTOM, série *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **23** (4) : 297 - 303.
- Laveissière C et Grébaut P. 1990. Recherche sur les pièges à glossines (Diptera : *Glossinidae*). Mise au point d'un modèle économique : le piège « Vavoua ». *Tropical Medicine and Parasitology*, **41** (2) :185-192.
- Leak SGA. 1999. Tsetse biology and ecology. Their role in the epidemiology and control of trypanosomiasis. CABI publishing, 568p.

Leclercq M. 1967. Contribution à l'étude des Trypetidae (Diptera) paléarctiques et de leurs relations avec les végétaux. *Bulletin de Recherche agronomique de Gembloux*, 2 (1) : 64-105.

Masmeatathip R, Gilles J, Ketavan C et Duvallet G. 2006. First survey of seasonal abundance and daily activity of *Stomoxys* spp. (Diptera: Muscidae) in Kamphaengsaen campus, Nakornpathom Province Thailand. *Parasite*, 13: 245-250.

Mavoungou JF, Jay-Robert P, Gilles J, Atsame Edda A et Duvallet G. 2008. Ecologie des stomoxes (Diptera: Muscidae) au Gabon. I. Premier inventaire dans différentes zones écologiques. *Parasite*, 15 : 27-34.

Mavoungou JF, Makanga B, Acapovi YG, Desquesnes M et Møbatchi B. 2012. Chorologie des Tabanidae (Diptera) dans la réserve de Biosphère IPASSA-MAKOKOU (GABON) en saison des pluies. *Parasite*, 19: 165-171.

Mihok S, Kangethe EK et Kamau GK. 1995. Trials of Traps and Attractants for *Stomoxys* spp. (Diptera, Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, 32 (3): 283-289.

Mihok S. 2002. The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. *Bulletin of Entomological Research*, 92: 385-403.

Milleliri JM, Kohagne TL, Mengue MP et Louis FJ. 2009. La maladie du sommeil au Gabon. Cent cinquante ans d'une histoire contrastée. 1861-2008. *Sciences et Médecine d'Afrique*, 2 : 119-132.

Oldroyd H. 1952. 1954, 1957. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. British Museum (Natural History), London. vol. I, 226 p., vol. II, 341 p, vol. III, 489 p.

Oldroyd H. 1973. Tabanidae in Smith (K. G. V.): Insects and other arthropods of medical importance. British Museum. (Natural History), London, 195-202 p.

Pollock JN. 1992. Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1: Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. FAO; Rome, 310 p.

Rodhain FS et Perez C. 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Edition Maloine, Paris, France, 648p.

Solano P, Bouyer J, Itard J et Cuisance D. 2010. The cyclical vectors of trypanosomis. *Infectious and para diseases of livestock*. 13: 155-183.

TEREA. 2010. Rapport d'inventaire d'aménagement. Concession de Makokou, tome 1. Tech. rep., Olam, Libreville, Gabon.

Toure FS, Mavoungou E, Deloron P et Egwang TG. 1999. Analyse comparative de deux méthodes diagnostiques de la loase humaine: sérologie IgG4 et PCR nichée. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 92 : 167-170.

Toure FS, Kassambara L, Williams T, Bain O et Millet P. 1998. Human occult loasis: improvement in diagnostic sensitivity by the use of polymerase chain reaction. *American Journal of Tropical Medecine and Hygiene*, 59: 144-149.

Van Hoegaerden M, Chabaud B, Akue JP et IVANOFF B. 1987. Filariasis due to *Loa loa* and *Mansonella perstans*: distribution in the region of Okondja, Haut Ogooué Province, Gabon, with parasitological and serological follow-up over one year. *Transaction of the Royal Society of Tropical Medecine and Hygiene*, 81: 441-446.

Zumpt F.1973. Diptera: Muscidae; Taxonomy and biology of species. In: The Stomoxinae biting flies of the world. Stuttgart, Germany, Gustav Fischer Verlag, p 20-97.

**ARTICLE 6 : DISTRIBUTION DES VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA
TRYPANOSOMOSE HUMAINE AFRICAINE DANS LE PARC
NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON).**

**(ARTICLE PUBLIE DANS LE JOURNAL OF APPLIED BIOSCIENCES 2015, 86 :
7957-7965)**

Published online at www.m.elewa.org

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v86j17>

DISTRIBUTION DES VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMOSE HUMAINE AFRICAINE DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON).

Ely S. DIBAKOU^{1*}, Franck MOUNIOKO¹, Christophe R. ZINGA KOUUMBA^{2,3}, Ornella A. MBANG NGUEMA¹, Geneviève ACAPOVI-YAO⁴, Jacques F. MAVOUNGOU^{1,2}

- (1) Université des Sciences et Techniques de MASUKU, BP 941, Franceville, Gabon ;
- (2) Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon ;
- (3) Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo ;
- (4) Université Félix Houphouët - Boigny, UFR Biosciences 22, BP : 582 ; Abidjan 22, Côte d'Ivoire ;

*Auteur correspondant : DIBAKOU Ely Serge, email : sergeeely@yahoo.fr

RESUME

Objectifs : Dans le but de connaître la densité apparente et la composition spécifique des glossines dans un ancien foyer de Trypanosomose Humaine Africaine au Gabon, une enquête entomologique de type transversale a été menée dans deux biotopes du Parc National de Moukalaba Doudou (Sud Gabon) : Le village Doussala et la forêt attenant au village.

Méthodologie et résultats : Les captures ont été effectuées à l'aide des pièges Vavoua placés en forêt et au village Doussala durant la grande saison sèche. Au total, 4071 glossines dont 3141 (77,2%) en forêt et 930 (22,8%) au village ont été capturées. En forêt, six espèces ont été capturées avec des abondances différentes : *G. fuscipes fuscipes* (DAP=11,1G/P/J), *G. nashi* (DAP=0,49G/P/J), *G. frezili* (DAP=0,25G/P/J), *G. fusca congolensis* (DAP=0,18G/P/J), *G. palpalis palpalis* (DAP=0,09G/P/J) et *G. tachinoides* (DAP=0,01G/P/J). Tandis qu'au village cinq espèces ont été capturées : *G. fuscipes fuscipes* avec une DAP de 3,48 G/P/J et les autres espèces à savoir *G. tachinoides*, *G. palpalis palpalis*, *G. nashi* et *G. frezili* avec des densités apparentes respectivement de 0,06G/P/J ; 0,02G/P/J ; 0,01G/P/J et 0,01G/P/J.

Conclusion et application : Tous les éléments du complexe pathogène nécessaire à la transmission des agents de la Trypanosomose Humaine Africaine sont présents dans ce parc. Ces résultats bien que préliminaires invitent à élaborer des stratégies de lutte et de contrôle des vecteurs de parasitoses.

Mots clés : piège Vavoua, Doussala, Trypanosome, Glossines, Gabon.

ABSTRACT: Distribution of biological vectors of human African Trypanosomiasis in the National Park of Moukalaba Doudou (South Gabon).

Objective:

In order to know the apparent density and specific composition of the flies in a former home of human African trypanosomes in Gabon, an entomological investigation was conducted in primary forest and Doussala village in the National Park of Moukalaba Doudou (Gabon South).

Methodology and Results:

The catches were taken with the Vavoua traps placed in primary forest and the village Doussala during the long dry season. A total of 4071 tsetse with 3141 (77.2%) in the forest and 930 (22.8%) in the village were captured. In the forest, six species were captured with different abundances *G. fuscipes fuscipes* (DAP = 11.1 g / P / J), *G. nashi* (DAP = 0.49 g / P / J), *G. frezili* (DAP = 0.25 g / P / J), *G. fusca congolensis* (DAP = 0.18 g / P / J), *G. palpalis palpalis* (DAP = 0.09 g / P / J) and *G. tachinoides* (DAP = 0.01 g / P / J). While in the town five species have been identified, it is *G. fuscipes fuscipes* DAP which has a 3.48 g / P / J. Other species namely *G. tachinoides*, *G. palpalis palpalis*, *G. nashi* and *G. frezili* have apparent densities of 0.06 g / P / J, respectively; 0.02 g / P / J; 0.01 g / P / J and 0.01 g / P / J.

Conclusion and Application:

All elements of the complex pathogenic necessary for the transmission of human African trypanosomes are present in the park. These results, although preliminary invite to develop strategies of struggle and control parasitosis vectors.

Keywords: Vavoua trap, Doussala, Trypanosoma, Glossina, Gabon.

Introduction

La trypanosomose humaine africaine ou maladie du sommeil est une affection parasitaire due à la présence dans le sang, la lymphé et /ou le liquide céphalo-rachidien d'un protozoaire flagellé sanguicole exoerythrocytaire appelé trypanosome, du genre *Trypanosoma sp* (Aksoy, 2003 ; Mbida *et al.*, 2009, Peka *et al.*, 2014). Diverses espèces du genre *Glossina*, mâles et femelles, en assure la transmission à l'homme (Aksoy, 2003, Courtin *et al.*, 2005 ; Mbida *et al.*, 2009 ; Bosson *et al.*, 2012). Et actuellement, environ 60 millions de personnes sont exposées et on estime de 300 à 500 000 atteintes (OMS, 1998). Par ailleurs, la THA fournit à elle seule, dans de nombreux pays d'Afrique centrale, 87% du nombre total de malades diagnostiqués dans toute l'Afrique (WHO, 2006). De plus, les maladies à transmission vectorielle figurent parmi les principales causes de morbidité et de mortalité pour les hommes et les animaux. Par conséquent, leurs impacts sur la santé humaine sont considérables (WHO, 2006).

Au Gabon, la connaissance portant sur la THA et en particulier sur leurs vecteurs demeure encore mal connue et fragmentaire. En effet, de nombreux foyers historiques sont connus dans plusieurs provinces, mais ces foyers n'ont pas été prospectés depuis plus de 15 ans en raison de l'insuffisance de moyens financiers dont dispose le programme national de lutte contre la trypanosomose humaine africaine de ce pays (Kohagne *et al.*, 2011). Pourtant, des études récentes conduites dans le foyer historique de la THA de Bendjé (Gabon) ont montré la présence de glossines infectées de trypanosomes (Kohagne *et al.*, 2011). Par ailleurs, des cas sporadiques de THA sont diagnostiqués de manière passive par les structures sanitaires de la ville de Port Gentil dans la province de l'Ogooué maritime (Amblard, 1996).

La province de la Nyanga; ancien foyer de THA et attenant à celle de l'Ogooué maritime, abrite le Parc National de Moukalaba Doudou. Aussi, ce parc héberge une faune abondante représentée par les grands mammifères comme les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), les buffles (*Syncerus caffer nanus*), les gorilles (*Gorilla g gorilla*), les chimpanzés (*Pan troglodytes*) et les céphalophes (*Cephalophus spp.*). La fréquentation régulière de ce milieu par ces animaux fait de ce parc un espace écotouristique intéressant et très prisé par les touristes. De plus, avec la mise en exécution du projet Conservation de la Biodiversité en Forêt Tropicale à travers la Coexistence Durable entre l'Homme et l'Animal (PROCOBHA) dans ce parc, les contacts entre populations humaines et animales seront facilités avec la venue importante de touristes mais aussi des populations

locales. Finalement, l'une des conséquences possibles de ces contacts sera une augmentation de la probabilité de rencontre hôte-vecteur et donc des échanges de pathogènes entre l'Homme, la faune et le milieu (Epstein *et al.*, 1993). En outre, les risques sanitaires vont probablement s'accroître et la fréquence d'apparition de nouveaux cas de THA pourrait augmenter au fur et à mesure que les populations humaines seront plus nombreuses à multiplier les contacts avec cet environnement.

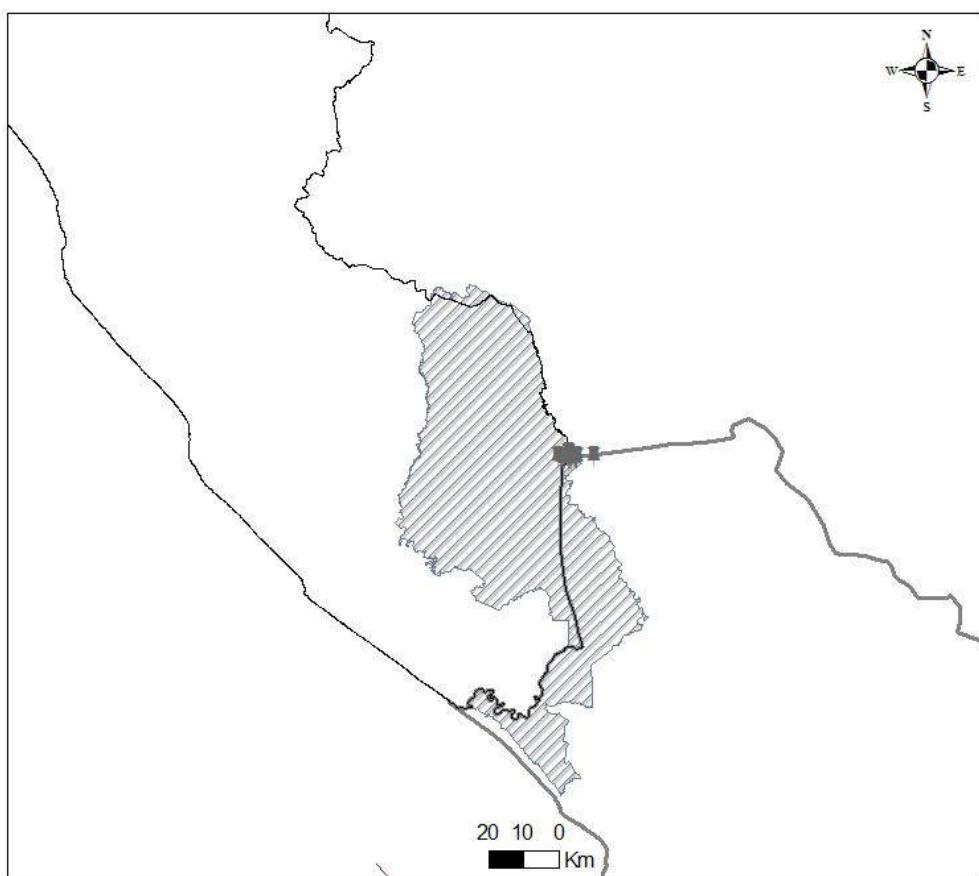
C'est dans ce cadre qu'une étude entomologique basée sur l'inventaire des glossines a été menée dans deux biotopes caractéristiques du PNMD. L'objectif de cette étude a été de déterminer les densités apparentes des glossines dans la forêt primaire et au village Doussala attenant à la forêt primaire.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

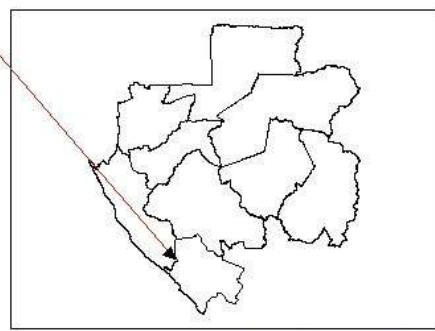
L'étude a été menée dans le Parc National de Moukalaba-Doudou situé dans la partie sud-ouest du Gabon. Ce parc couvre une superficie de 5028 km² (figure 1). Il comprend plusieurs types d'habitats dont les plus importants sont : les milieux humides, les savanes, les forêts et les formations rocheuses et les grottes. Le milieu anthropisé est constitué par le village Doussala. Par ailleurs, le paysage floristique de la région comprend de nombreuses espèces qu'on ne voit pas ou rarement ailleurs au Gabon (Vande weghe, 2012). La rivière Moukalaba constitue le principal affluent de la Nyanga. Elle serpente dans une plaine couverte d'une mosaïque de forêts et de savanes. La faune sauvage est représentée par plusieurs espèces de grands mammifères dont les buffles (*Syncerus caffer nanus*), les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), les chimpanzés (*Pan troglodytes*), les gorilles (*Gorilla gorilla*) et les céphalophes (*Cephalophus spp.*). La faune comprend plusieurs espèces dont l'uplecte monseigneur (*Euplectes hordeaceus*) (Vande weghe, 2012).

Le climat de cette région est de type équatorial caractérisé par une saison sèche de quatre à cinq mois, de mai à septembre; et une saison de pluie de sept à huit mois, allant d'octobre à avril ou mai pratiquement ininterrompue (Takenoshita *et al.*, 2008; Ebang et Juichi, 2014). La pluviométrie annuelle moyenne du parc est de 2000 mm de précipitations dans l'extrême nord et seulement 1600 mm dans le sud. Les températures varient en fonction des saisons. La différence entre les mois les plus frais et les mois les plus chauds (mars et avril) est de l'ordre de 3 à 4 °C. La différence entre la température journalière maximale et minimale augmente avec l'altitude.



Légende

- Position des pièges
- Province de l'Ogooué maritime
- Province de la Nyanga
- ▨ Parc National de Moukalaba Doudou



Audrey-Pamela Maroundou
09/09/14

Figure 1 : Localisation du site d'étude

Capture et identification des Glossines

L'enquête entomologique de type transversale s'est déroulée du 17 juillet au 22 août 2014 en grande saison sèche. Les glossines ont été capturées à l'aide des pièges Vavoua (Laveissière et Grebaut, 1990) posés dans deux types de biotopes identifiés pour l'étude à savoir forêt primaire et village ou milieu anthropisé.

Dans chaque biotope un dispositif de 7 pièges Vavoua distants l'un de l'autre d'au moins 500 m a été utilisé. Les relevés quotidiens des glossines ont été faits à 7h 00 durant 37 jours successifs par biotope prospecté. Les glossines collectées ont été ainsi introduit dans les cages munies d'étiquettes portant l'heure de collecte, le numéro du piège et le milieu de capture. Les insectes collectés ont été ramenés au Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV-IRET).

Au laboratoire les glossines ont été triées et séparées des autres insectes, puis dénombrées et identifiées sous une loupe binoculaire à l'aide des clés d'identification publiées par Brunhes et al (1998) et Pollock, 1992. La forme des forcipules inférieurs nous a permis de distinguer *Glossina palpalis palpalis* de *G. fuscipes fuscipes*.

Analyse des données

L'abondance de chaque espèce des Glossines capturée a été définie par la densité apparente par piège et par jour (DAP) calculé selon la formule suivante :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{Nombre de pièges} \times \text{nombre de jours de capture}}$$

La diversité spécifique des glossines dans les milieux explorés a été déterminée par l'indice de diversité de Shannon, qui permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu. Cet indice a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$H\phi = - (Ni/N) \times \log (Ni/N)$$

Avec Ni le nombre d'individus d'une espèce donnée et N le nombre total d'individus.

Résultats

L'enquête entomologique réalisée dans le Parc National de Moukalaba Doudou a permis d'identifier 4071 glossines dont 3141 (77,2%) en forêt et 930 (22,8%) au village (milieu anthropisé). Le maximum de capture a été observé en forêt et le minimum au village. Les densités apparentes par piège et par jours (DAP) ont été de 12,12 G/P/J en forêt et de 3,59 G/P/J au village. Parmi les glossines capturées en forêt, nous avons dénombré 2192 femelles (69,8%) et 949 mâles (30,2%) soit un sex ratio (F/M) de 2,31. Tandis qu'au village 664 femelles (72%) ont été capturées contre 266 mâles (28%) soit un sex ratio (F/M) de 2,49 (figure 2).

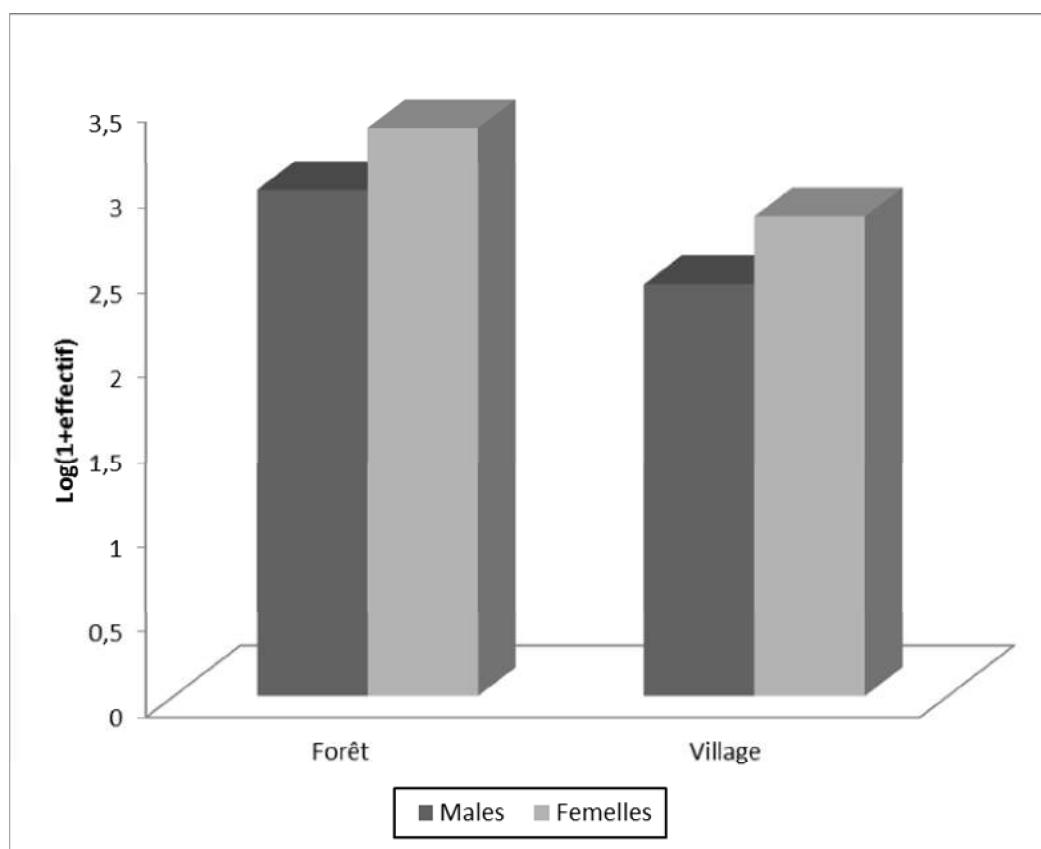


Figure 2 : Répartition des mâles et femelles de glossines en fonction du biotope.

Composition et diversité spécifique des glossines dans le PNMD

Au total six espèces de glossines ont été capturées dans le PNMD avec des abondances variable. En effet, *G. fuscipes fuscipes* (30%) a été l'espèce la plus abondante suivie de *G. nashi* (18%). Les autres espèces à savoir *G. frezili* (15%), *G. fusca congolensis* (14%), *G. palpalis palpalis* (12%) et *G. tachinoides* (11%) ont été faiblement représentées (figure 3).

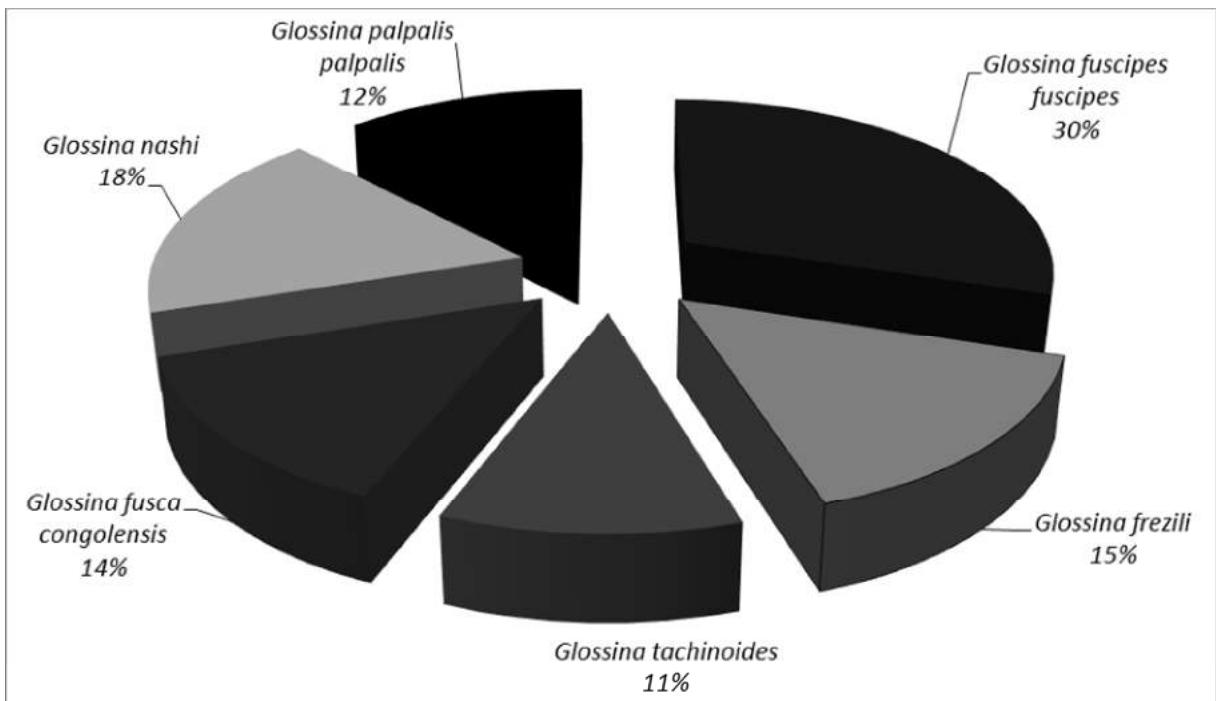


Figure 3 : Répartition des Glossines capturées dans le Parc National de Moukalaba Doudou

Abondance des glossines en fonction des biotopes prospectés

La diversité du peuplement des glossines dans les deux biotopes prospectés a été évaluée par l'indice de diversité de Shannon ($H\phi$). Ces indices ont été respectivement de 0,87 en forêt et 0,43 en milieu anthropisé.

En forêt, six espèces ont été identifiées : *G. fuscipes fuscipes* a été l'espèce la mieux représentée avec 91,6%. Les autres espèces ont été très faiblement capturées : *G. nashi* (4,1%), *G. frezili* (2,1%), *G. fusca congolensis* (1,5%), *G. palpalis palpalis* (0,73%) et *G. tachinoides* (0,1%). Aussi, ces insectes ont présenté des densités variables dont la plus élevée a été observée chez *G. fuscipes fuscipes* ($DAP=11,1G/P/J$). Les quatre autres espèces ont présenté des très faibles DAP : *G. nashi* ($DAP=0,49G/P/J$), *G. frezili* ($DAP=0,25G/P/J$), *G. fusca congolensis* ($DAP=0,18G/P/J$), *G. palpalis palpalis* ($DAP=0,09G/P/J$) et *G. tachinoides* ($DAP=0,01G/P/J$).

Au village, on a noté la présence de cinq espèces : *G. fuscipes fuscipes* (97%), *G. tachinoides* (1,7%), *G. palpalis palpalis* (0,6%), *G. nashi* (0,3%) et *G. frezili* (0,3%). Aussi, ces espèces ont des densités apparentes très faibles à l'exception de *G. fuscipes fuscipes* qui a

une DAP de 3,48 G/P/J. Les autres espèces à savoir *G. tachinoides*, *G. palpalis palpalis*, *G. nashi* et *G. frezili* ont respectivement 0,06G/P/J ; 0,02G/P/J ; 0,01G/P/J et 0,01G/P/J. Toutes les espèces de glossines capturées au village ont été capturées aussi en forêt mais avec des abondances variables. Cependant, seule *G. fusca congolensis* n'a pas été capturé au village.

Discussion

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré clairement que la forêt attenant au village Doussala et ce dernier ont un fond entomologique commun. Et ce fond entomologique commun serait lié au fait que les deux milieux subissent les même facteurs écologiques (climat, présence d'hôtes nourriciers, etc.). En effet, l'infestation d'un milieu par les glossines est conditionnée par la présence simultanée des facteurs environnementaux adéquats (température comprise entre 15°C et 25°C, luminosité, humidité relative) et des vertébrés hôtes nourriciers (Darchen, 1978, Foil & Gorham, 2000, Solano *et al.*, 2010). Aussi, ce résultat suggère que malgré l'activité anthropique (élevage, agriculture etc.) dans le village Doussala qui modifie considérablement ce paysage, la biodiversité glossinienne n'est pas affectée de manière considérable.

Cependant, l'abondance et la distribution de ces insectes n'a pas été uniforme et varie selon les biotopes prospectés. Le maximum de glossines et d'espèces a été obtenu en forêt et le minimum en milieu anthropisé représenté par le village Doussala. Cette répartition pourrait s'expliquer par la différenciation des paysages et la structure des milieux pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement des glossines. Aussi, la conjugaison de plusieurs facteurs tels que le climat, une végétation dense, la présence d'hôtes nourriciers, seraient à l'origine de la forte densité de glossines dans une zone donnée (Frezil & Carnevale, 1976 ; Laveissière & Hervouët, 1981 ; Gouteux & Kiénou, 1982 ; Zinga *et al.*, 2013, 2014). Ainsi, de telles conditions sembleraient se retrouver dans la forêt et expliqueraient les fortes densités des glossines qui y sont observées.

Au total six espèces de glossines ont été identifiées dans le PNMD. Le maximum d'espèces a été obtenu en forêt et le minimum au village. Cette faible richesse spécifique pourrait s'expliquer par le fait qu'un seul type de piège a été utilisé et que seulement 14 pièges soit 7 points de capture par biotope ont été explorés pendant la grande saison sèche. En effet, des études antérieures ont montré que l'association de plusieurs types de piège et l'ajout d'un attractif augmenteraient considérablement les captures d'insectes hématophages

(Djieteye, 1992, Amsler & Filledier, 1994, Zinga *et al.*, 2013 ; 2014). Aussi, notre étude a été conduite en grande saison sèche, période pendant laquelle les glossines riveraines se dispersent peu et restent confinées dans des habitats aux conditions environnementales favorables à leur survie (Bouyer, 2009 ; Mbida, 2009 ; Peka *et al.*, 2014). Cette faible dispersion pourrait justifier probablement les densités spécifiques des glossines capturées dans le PNMD. Par ailleurs, les femelles ont été plus nombreuses que les mâles et pourrait s'expliquer par le fait que leur longévité est plus grande que celle des mâles (Laveissière, 2000). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Bosson *et al.* (2012) en Côte d'Ivoire.

L'abondance de *G. fuscipes fuscipes* et les faibles captures de *G. palpalis palpalis* dans les deux biotopes prospectés seraient probablement le résultat de la compétition interspécifique entre ces deux espèces qui a déjà été démontrée au Cameroun et au Congo (Mouchet *et al.*, 1958 ; Laveissière *et al.*, 1997). Par ailleurs, la présence de *G. palpalis palpalis* dans ce parc concorde avec l'ancienne carte de distribution des glossines au Gabon qui montre une large distribution de cette sous espèce (Maillet, 1953). Par ailleurs, sa présence, bien que faible témoigne, son ubiquité pour des milieux dont les températures sont comprises entre 20°C et 25°C (Schweiz, 1915). La très faible présence de *G. nashi*, *G. frezili*, *G. fusca congolensis* et *G. tachinoides* dans les biotopes prospectés traduit leur exigence du point de vue écologique. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Mbida *et al.* (2009).

Conclusion

Comme les résultats le montrent, cette étude a permis de mettre en évidence une liste non exhaustive de la biodiversité glossinienne dans le PNMD. Cette liste pourra servir de référence aux études complémentaires qui seront effectuées pour comprendre l'impact de la saison sur la dynamique spatio-temporelle des glossines.

Les différences de densité et de composition spécifique des glossines observées entre biotopes prospectés émanent de la différenciation des paysages pouvant engendrer des conditions plus ou moins favorables au développement des glossines dans cet ancien foyer de THA.

La présence d'une part des animaux domestiques et sauvages, réservoirs potentiels de trypanosomes, et d'autre part des glossines en particulier de *G. fuscipes fuscipes* et *G. palpalis palpalis* vecteurs majeurs des Trypanosomes Humaine et Animale, pourrait entretenir la

survie des trypanosomes dans cet ancien foyer. Aussi, tous les éléments du complexe pathogène nécessaire à la transmission de la THA et de la TAA sont présents dans ce parc et pourraient présumer une possible endémisation de cette parasitose.

Ces résultats bien que préliminaires invitent à élaborer des stratégies de lutte et de contrôle des vecteurs de parasitoses.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui institutionnel, financier et logistique de l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET-CENAREST), l'Université des Sciences et Techniques de MASUKU (USTM), le Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV-IRET), le Projet pour la Conservation De La Biodiversité En forêt Tropicale A Travers La Coexistence Durable Entre L'Homme Et L'Animal (PROCOBAH), l'Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT-UNIKIN) et la CEEAC/PACEBO.

Nous remercions LOGNO NZABA Roye pour son aide technique sur le terrain et Madame MAROUNDOU Audrey Pamela pour la réalisation de la carte. Aussi nous remercions Mlle BELL Rayna Camille pour la traduction du résumé en anglais.

Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse de Mr. Ephrem NZENGUE, Mr. Clency MIKALA, Mr. Karl HENGA BOTSIKA BOBE, Mr. Nathaniel KOUUMBA et Mr. Patrick ONDO OKAMA dont les remarques, suggestions et corrections ont permis d'améliorer ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- AKSOY .S., 2003. Control of tsetse flies and trypanosomes using molecular genetics. *Vet Parasitol.*, 115 : 125-145.
- Amblard, J., 1996. Situation de la trypanosomiase humaine africaine au Gabon. Etude sur 1 période 1993-1995. Rapport interne du service des grandes endémies, Ministère de la santé, Gabon, 18p
- Amsler,S., Filledier, J., 1994. Attractivité pour les Tabanidae de l'association métacrésol/octénol : Résultats obtenus au Burkina Faso. *Revue Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays Tropicaux.*, 47 : 93-96.
- Bosson-Vanga, A.H., Acapovi-Yao, G., KABA, D., DOFINI, F., COULIBALY, B., N'DRI Louis., KONE, M., 2012. Infection de *Glossina palpalis palpalis* par les trypanosomes le long du fleuve Comoé dans la région d'ABENGOUROU (côte d'Ivoire). *J. Sci. Pharm. Biol.*, 3(1) : 31-37.
- Bouyer, J., 2009. La dispersion des glossines. *Insectes.*, 21.
- Brunhes, J., Cuisance, D., Geoffroy, B., Hervy, J.P., 1998. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Logiciel d'identification et d'enseignement. Eds ORSTOM, Montpellier, France.
- Courtin, F., Dupont, S., Zeze, D.G., Jamonneau, V., Sané, B., Coulibaly, B., Cuny, G., Solano. P., 2005. Trypanosomose Humaine Africaine : Transmission urbaine dans le foyer de Bonon (Côte d'Ivoire). *Tropical Medicine and International Health.*, 10(4) : 340-346.
- Darchen, R., 1978. Les populations d'Agelena consociale Denis, araignée sociale, dans la forêt primaire gabonaise. Leur répartition et leur densité. *Annales de sciences naturelles, Zoologie*, Paris, 14 (2) : 19-26.
- Djiteye, A., 1994. Efficacité comparée des différents types de pièges et / ou associations d'odeurs sur les tabanides, stomoxes et glossines présentes en zone soudano-guinéenne (Mali) *G.m. submorsitans*, *G. tachinoides*, *G. p. gambiensis*. Résumé Rapport d'étape, LCV de Bamako (Mali).

Ebang Ella, G.W., Juichi Yamagiwa., 2014. Use of tool sets by chimpanzees for multiple purposes in Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *Primates*, 6pp. DOI 10.1007/s10329-014-0431-5.

Epstein, P.R., Ford, T.E., Colwell R.R., 1993. Marine ecosystems: emerging diseases as indicators of change. *Lancet.*, 342: 1217-1219.

Foil, L.D., Gorham, J.R., 2000. Mechanical transmission of disease agents by arthropods. In: B.F. Eldridge and J.D. Edman, *Medical Entomology*. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 461-514.

Frezil, J.L., Carnevale, P., 1976. Utilisation de la carboglace pour la capture de *Glossina fuscipes quanzensis* Pires, 1948, avec le piège Challier-Laveissière. Conséquences épidémiologiques. *Cahiers ORSTOM, Série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 14 : 225 - 233.

Gouteux, J.P., Kiénou, J.P., 1982. Observations sur les glossines d'un foyer forestier de trypanosomiase humaine en Côte d'Ivoire. 5. Peuplement de quelques biotopes caractéristiques: Plantations, forêts et galeries forestières, en saison des pluies. *Cahiers ORSTOM, Série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 20: 41-61.

Laveissière, C., Hervouët, J.P., 1981. Population de glossines et occupation de l'espace. Enquête entomologique préliminaire dans la région de la Lobo, (Côte d'Ivoire). *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 19 : 247-260.

Lavessière, C., Grébaut., P. 1990. The trapping of tsetse flies (Diptera: Glossinidae). Improvement of a model: the Vavoua trap. *Tropical Medicine and Parasitology*, 41 (2): 185-192.

Laveissière, C., Sané, B., DIALLO, P.B., Truc, P., MEDA, A.H., 1997. Le risque épidémiologique dans un foyer de la maladie du sommeil en Côte d'Ivoire. *Tropical Medicine & International Health*, 8 : 729-732.

Laveissière, C., Grébaut, P., Herder, S., et al., 2000. Les glossines vectrices de la Trypanosomiase humaine. *OCEAC ed.*, 246P.

Mbida Mbida, J.A., Mimpfoundi, R., Njiokou, F., Manga, L., Laveissière, C., 2009. Distribution et écologie des vecteurs de la trypanosomose humaine africaine de type savanique en zone de forêt dégradée au sud Cameroun : cas du foyer de Doumé. *Bulletin de la Société Pathologique Exotique*, 102 : 101-105.

Maillet, C.L., 1953. Répartition des Glossines en A. E. F. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 46 (2): 195-197.

Mouchet, J., Gariou, J., Rateau, J., 1958. Distribution géographique et écologique de *Glossina palpalis palpalis* ROB. & DESV. et *Glossina fuscipes fuscipes* Newst. Au Cameroun. *Bulletin de Société de Pathologie Exotique*, 51 : 652-661.

OMS., 1998. Control and surveillance of African Trypanosomiasis. Report of a WHO Expert Committee, WHO Technical Report Series 881.

Peka Mallaye., Kohagne Tongué, L., Ndeledje, N., Louis, F.J., Mahamat Hassane, H., 2014. Transmission concomitante de trypanosome humaine et animale : le foyer de Mandoul au Tchad. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 67(1) : 5-12

Pollock, J.N., 1992. Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1 : Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. F.A.O; Rome, 310 p.

Schwetz, J., 1915. Preliminary note on the general distribution of *Glossina palpalis* in Lomani district, Belgian, Congo. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 9: 513-526.

Solano, P., Bouyer, J., Itard, J., Cuisance, D., 2010. The cyclical vectors of trypanosomes. *Infectious and para diseases of livestock*, 13: 155-183.

Takenoshita, Y., Ando, C., Iwata, Y., Yamagiwa, J., 2008. Fruit phenology of the great habitat in the Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *African Study Monograph Supplementary*, 39: 23-39.

Vande weghe J.P., 2012. MOUKALABA DOUDOU. Agence National des Parcs Nationaux (ANPN), Libreville, Gabon. 296 p.

Who-World Health Organization., 2006. Weekly epidemiological record-Relevé épidémiologique hebdomadaire, 81 (8): 69-80.

Zinga Koumba, C.R., Bouyer J., Mavoungou, J.F., Acapovi-Yao, G.L., Kohagne Tongué, L., Mbang Nguema, O.A., Obame Ondo, K.P., Mutambwe, S., 2013. Évaluation de la diversité des diptères hématophages dans une clairière marécageuse du Gabon à l'aide des pièges Vavoua et Nzi. *Revue Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 66 : 91-96.

Zinga Koumba, C.R., Mbang Nguema, O.A., Kohagne, T.L., Acapovi Yao, G.L., Obame, O.K.P., Mutambwe, S., Mavoungou, J.F., 2014. Contribution à l'évaluation de la diversité des vecteurs biologiques de la Trypanosomose Humaine Africaine et de leur activité journalière dans le Parc National de l'Okendo (Nord est Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, 80:7060-7070.

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE SUR LA DIVERSITE ET L'ECODISTRIBUTION DES MOUCHES PIQUEUSES DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU ET PARC NATIONAL DE LAVINDO

Les stomoxes ont représenté le groupe taxonomique le mieux étudié dans le parc national de Moukalaba Doudou, du fait de leur abondance et du nombre d'espèces capturées. Par ailleurs, la répartition des différentes espèces varie en fonction du biotope, et toutes les espèces de stomoxes n'ont pas été présentes dans les trois milieux. En effet, en forêt six espèces ont été identifiées contre quatre en savane et au village. La forte abondance de stomoxes en forêt pourraient s'expliquer par la présence de plusieurs facteurs environnementaux tels que le faciès botanique, la présence de la faune sauvage et des rivières, mais également par la nature de la couverture végétale du sol (Mavoungou *et al.*, 2007). Ces résultats corroborent ceux obtenus par Mavoungou *et al.* (2007) et Zinga *et al.* (2014a, 2014b) qui ont montré que les stomoxes sont plus abondants en forêt qu'en savane et en milieu anthropisé.

Contrairement en forêt, l'abondance et la richesse spécifique des stomoxes en savane est faible. Cette faible richesse spécifique pourrait s'expliquer par la période de capture. En effet, l'étude a été réalisée en saison sèche où les précipitations sont presque rares. Or les travaux conduits par Mavoungou *et al.* (2007) et Zinga *et al.* (2013), ont montré l'importance des précipitations sur l'augmentation de la taille des populations des stomoxes. De plus, la raréfaction des animaux (hôtes nourriciers) et des points d'eau (lieu d'abreuvement) en savane à cette période de l'année pourrait également expliquer les faibles abondances des stomoxes ainsi observées. Par ailleurs, en milieu anthropisé, les très faibles abondances et la faible richesse spécifique pourraient s'expliquer par la différenciation du paysage, à la structure du milieu pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement des espèces de stomoxes (Mavoungou *et al.*, 2007).

La conjugaison de plusieurs facteurs tels le climat, une végétation dense, la présence d'hôtes nourriciers, serait à l'origine de la forte densité de glossines dans une zone donnée (Acapovi *et al.*, 2013 ; Zinga *et al.*, 2013, 2014). Ces conditions semblent se retrouver en forêt où les glossines ont été capturées en important. En savane et au village Doussala, les glossines ont été présentes de très faibles abondances. Aussi, la composition spécifique des glossines reste hétérogène selon les biotopes et pourrait s'expliquer par la variabilité des préférences trophiques de chacune de ces espèces. En effet, les espèces du sous-genre *Nemorhina* ont été très abondantes en forêt et au village, et moins abondant en savane. Cette abondance pourrait

également s'expliquer par leur caractère alimentaire opportuniste et diversifié, se nourrissant invariablement sur l'homme et sur les animaux (Kohagne, 2011). Par contre les espèces du sous-genre *Austenina* inféodées au gros gibier ont été moins représentées dans les différents habitats. Leur abondance a été importante en forêt du fait de la présence des gros gibiers dans cet habitat. Les très faibles captures des espèces du sous-genre *Austenina* au village seraient à en relation avec la forte présence de l'homme. Il a été observé une relation inverse entre la densité des populations humaines et la présence des glossines du sous-genre *Austenina*. Par ailleurs, les indices de Shannon ont permis de confirmer que les zones de forêt sont plus riches en espèces de stomoxes que les deux autres milieux.

Dans le parc national de l'Windo, l'abondance et la composition spécifique des glossines, des stomoxes et tabanides varient en fonction des biotopes prospectés. En effet, certaines n'ont pas été dans tous les biotopes à l'exception du baï de Momba où toutes les espèces ont été capturées. Certaines espèces ont été beaucoup plus nombreuses dans l'un ou l'autre des milieux prospectés. Cette distribution hétérogène pourrait être liée à la différentiation des paysages et à la structuration de ces biotopes pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement des différentes espèces de glossines. Dans ce parc, les mouches piqueuses ont été plus importantes et plus diversifiées dans le baï de Momba que dans les autres milieux. Ces différences seraient en relation avec les exigences écologiques de chacune des espèces capturées qui trouvent les conditions plus ou moins favorables à leur développement. En effet, la clairière de Momba est un pôle important de concentration animale pour les grands herbivores tels que les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), les buffles (*Syncerus caffer nanus*), les gorilles (*Gorilla gorilla*), les potamochères (*Potamochoerus porcus*) qui y trouvent une végétation digestible à croissance rapide, disponible tout le long de l'année (Nganongo, 1999, 2000). Ces animaux constituent des hôtes nourriciers des insectes hématophages. Aussi, des études conduites par plusieurs auteurs (Frezil & Carnevale, 1976 ; Laveissière & Hervouët, 1981 ; Gouteux & Kiénou, 1982 ; Zinga *et al.*, 2013a, Zinga *et al.*, 2013b ; Zinga *et al.*, 2014) ont montré que la conjugaison de plusieurs facteurs tels que le climat, une végétation dense, la présence d'hôtes nourriciers (animaux et Hommes), seraient à l'origine de la forte densité des mouches piqueuses dans une zone donnée. La fréquentation régulière de cette clairière par les animaux semble donc constituer l'un des facteurs déterminants de l'abondance de certaines espèces dans ce baï et de manière générale dans ce parc.

Les espèces de glossines identifiées dans ce parc ont été les espèces aux caractères alimentaires zoophiles, anthropophiles et même ubiquistes (Kohagne *et al.*, 2011). La présence de *G. palpalis palpalis* et de *G. fuscipes fuscipes*, vecteurs majeurs de la maladie du sommeil, pourrait suggérer l'existence de risque sanitaire dans cette zone.. La présence de *G. Nashi*, *G. frezili*, *G. tachinoides*, *G. fusca congolensis* et *G. tabaniformis* traduit leur ubiquité et leur affinité pour des zones de forêt et anthropisés (Kohagne *et al.*, 2011 ; Dibakou *et al.*, 2015, Dibakou *et al.*, 2015). Ces résultats corroborent ceux obtenus par Mounioko *et al.* (2015) qui ont montré une forte abondance des glossines dans les forêts présentes dans le parc national de Moukalaba Doudou. Quant aux tabanides, ils ont représenté le groupe taxonomique le plus diversité avec un total de 24 espèces capturées dans ce parc. Avec seulement quatre espèces dont *S. niger niger*, *S. niger bilineatus*, *S. omega* et *S. inornatus*, les stomoxes ont représenté le groupe taxonomique le moins capturé dans ce parc contrairement au parc national de Moukalaba Doudou où six espèces de stomoxes ont été identifiées. Par ailleurs, le suivi des populations des stomoxes, des tabanides et des glossines dans le *baï* de Momba; pendant la saison des pluies et la saison sèche dans le parc national de l'Avindo; a permis de montrer que l'abondance de ces différentes espèces varie d'une part en fonction des saisons, et d'autres part en fonction des biotopes. En effet, au *baï* de Momba un total de 17 espèces de tabanides, 7 espèces de glossines et 4 espèces de stomoxes ont été identifiées. L'abondance spécifique de ces insectes varie en fonction des saisons. Cette variabilité spécifique serait consécutive aux variations climatiques qui conditionnent étroitement la survie de nombreux groupes de diptères.

**CHAPITRE II : ACTIVITE JOURNALIERE DES GLOSSINES DANS LE
PARC NATIONAL DE LéVINDO ET PARC NATIONAL DE
MOUKALABA DOUDOU**

**ARTICLE 7 : RYTHME D'ACTIVITE JOURNALIRE DE GLOSSINA
FUSCIPES FUSCIPES, VECTEUR MAJEUR DE L TRYPANOSOMES
HUMAINE AFRICAINE, DANS LE PARC NATIONAL DE
MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON)**

**(ARTICLE PUBLIE DANS INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL AND
CHEMICAL SCIENCES 2015. 9 (1) : 419-429).**

Available online at <http://ajol.info/index.php.ijbcs>
<http://indexmedicus.afro.who.int>

**RYTHME D'ACTIVITE JOURNALIERE DE GLOSSINA FUSCIPES
FUSCIPES, VECTEUR MAJEUR DE LA TRYPANOSOMOSE
HUMAINE AFRICAINE, DANS LE PARC NATIONAL DE
MOUKALABA DOUDOU (SUD-OUEST GABON).**

Franck MOUNIOKO¹, Ely S. DIBAKOU¹, Christophe R. ZINGA-KOUMBA^{2,3}, Ornella A. MBANG-NGUEMA¹ , Geneviève ACAPOVI-YAO⁴, Shango. MUTAMBWE³, Jacques F. MAVOUNGOU^{1,2}

- (1) Université des Sciences et Techniques de MASUKU, BP 941, Franceville, Gabon ;
(2) Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon ;
(3) Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo ;
(4) Université Félix Houphouët - Boigny, UFR Biosciences 22, BP : 582 ; Abidjan 22, Côte d'Ivoire ;

Auteur correspondant : MOUNIOKO Franck, email : fmounioko@yahoo.fr

RESUME

La présence des glossines et l'activité journalière de *Glossina fuscipes fuscipes* dans le parc national de Moukalaba-Doudou ont été évaluées à l'aide du piège Vavoua durant douze jours pendant la grande saison sèche dans trois habitats différents à raison de quatre jours par habitats : savane, forêt et milieu anthropisé. Dans chaque milieu, un dispositif de trois pièges a été utilisé. 697 glossines au total ont été capturées soit 59,26% en forêt, 34,14% en milieu anthropisé et 6,60% en savane. Les glossines capturées ont été identifiées comme appartenant aux taxons suivant : *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead 1911, *G. palpalis palpalis* Robineau-Desvoidy 1830, *G. frezili* Gouteux 1987, *G. tachinoides* Westwood 1850, *G. nashi* Potts 1955. Le rythme circadien d'activité de *G. fuscipes fuscipes* montre de façon générale que cette espèce a un rythme de type unimodal avec un maximum de capture marqué en milieu de journée. Selon les différents habitats, les pics d'activités journalières de cette espèce varie. Il est unimodal en forêt et savane, et bimodal en milieu anthropisé. Suivant le sexe, l'activité journalière de *G. fuscipes fuscipes* dans les trois biotopes est très hétérogène. Chez les mâles, le rythme circadien d'activité est bimodal en milieu anthropisé et unimodal en savane et en forêt. Alors que chez les femelles ce cycle est unimodal dans les trois milieux.

Mots clé : Vavoua, Glossines, activités journalières, Doussala, Moukalaba Doudou, Gabon

INTRODUCTION

Les mouches tsé-tsé ou glossines, sont des diptères hématophages appartenant au genre *Glossina* (Diptera : Glossinidae), qui compte trois sous genres pour 31 espèces. L'une d'entre elles, *Glossina fuscipes fuscipes* est une espèce riveraine vectrice potentielle des maladies. En effet, elle transmet la Trypanosomose Humaine Africaine (THA) à l'Homme, communément appelée maladie du sommeil (Abila *et al.*, 2008) et la Trypanosomose Africaine Animale (TAA) aux animaux, encore appelée Nagana (Courtin *et al.*, 2005 ; Kaba, 2006 ; Allou *et al.*, 2009). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (Courtin *et al.*, 2005) environ 60 millions de personnes sont exposées et on estime à 300 000 à 500 000 le nombre de personnes atteintes (Courtin *et al.*, 2005). La THA fournit à elle seule, dans de nombreux pays d'Afrique centrale, 87% du nombre total de malades diagnostiqués dans toute l'Afrique (WHO, 2006).

En Afrique orientale, *G. fuscipes fuscipes* apparaît comme le vecteur majeur de la THA à *Trypanosoma brucei gambiense* (Abila *et al.*, 2008). Elle véhicule également *T. brucei rhodesiense*, en situation péri domestique, prenant ainsi le relais de la transmission assurée en savane par *G. morsitans*. Elle apparaît également comme un bon vecteur de *T. brucei gambiense* en Afrique centrale ainsi que de trypanosomes animaux (*T. congolense*) dans les zones d'élevages (Mbida *et al.*, 2009). Aujourd'hui la TAA a limité le développement agricole et la disponibilité des nutriments et a eu un effet négatif sur le plan économique du continent, avec une perte économique annuelle estimée à 4,5 milliards de dollars en élevage seul (Kagbadounou *et al.*, 2009 ; Solano *et al.*, 2009, 2010).

Au Gabon, de nombreux foyers historiques sont connus dans plusieurs provinces dont celle de la Nyanga qui abrite le Parc National de Moukalaba-Doudou (PNMD). Mais les connaissances qui entourent les insectes hématophages, en l'occurrence les glossines, demeurent encore fragmentaires et peu documentées (Mavoungou *et al.*, 2008, 2012 ; Zinga *et al.*, 2014). Aussi, l'absence des connaissances sur ces insectes est due à l'insuffisance de moyens financiers dont dispose le programme national de lutte contre la trypanosomose humaine africaine de ce pays (Kohagne *et al.*, 2011). Pourtant, ces insectes peuvent représenter un risque pour les populations humaines et animales par leur nuisance directe, mais également par leur rôle vecteur.

Une meilleure connaissance des rythmes circadiens d'activité des glossines et particulièrement celle de *G. fuscipes fuscipes* est importante, car elle permettra de déterminer les périodes d'agressivité et les moments de la journée pendant lesquels peut se effectuer le contact entre l'hôte vertébré et l'insecte. Les rythmes circadiens constituent donc un facteur épidémiologique essentiel (Mavoungou *et al.*, 2013a).

Nous présentons ici des données sur le rythme circadien d'activité de *G. fuscipes fuscipes* étudié dans trois biotopes différents du Parc National de Moukalaba-Doudou : savane, forêt et Village *Doussala* (milieu anthropisé). L'objectif de cette enquête était de déterminer les densités apparentes de *G. fuscipes fuscipes* et ses pics d'activités journalières dans ces trois biotopes.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans le Parc National de Moukalaba-Doudou ($S02^{\circ}20'49.0''$; $E010^{\circ}34'19.0''$) située dans la province de la Nyanga au Sud du Gabon qui couvre une superficie de 5028 km^2 (Figure 1). Il comprend quatre principaux types de milieux à savoir les milieux humides, les savanes, les forêts et les formations rocheuses et les grottes. Le paysage floristique de la région est riche et comprend de nombreuses espèces qu'on ne voit pas ou rarement ailleurs au Gabon (Vande weghe, 2012). Le milieu anthropisé est constitué par le village *Doussala*. La rivière Moukalaba est le principal affluent de la Nyanga. Elle serpente dans une plaine couverte d'une mosaïque de forêts et de savanes. La grande faune est représentée par plusieurs espèces de mammifères dont les éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*), les buffles (*Syncerus caffer nanus*), les chimpanzés (*Pan troglodytes*), les gorilles (*Gorilla gorilla*) et les céphalophes (*Cephalophus spp.*). L'avifaune comprend de nombreuses espèces, dont l'oeuplecte monseigneur (*Euplectes hordeaceus*), qui ne se rencontrent qu'au Gabon (Vande weghe, 2012).

Le climat de cette région est de type équatorial caractérisé par une saison sèche de quatre à cinq mois (mai à septembre) centrée en juillet et une saison de pluie de sept à huit mois, allant d'octobre à avril ou mai pratiquement ininterrompue (Takenoshita *et al.*, 2008a ; 2008b). Le parc subit une pluviométrie annuelle moyenne de 2000 mm de précipitations dans l'extrême Nord et seulement 1600 mm dans le Sud. Les températures varient en fonction de des saisons. La différence entre les mois les plus frais et les mois les plus chauds (mars et

avril) est de l'ordre de 3 à 4 °C. La différence entre la température journalière maximale et minimale augmente avec l'altitude.

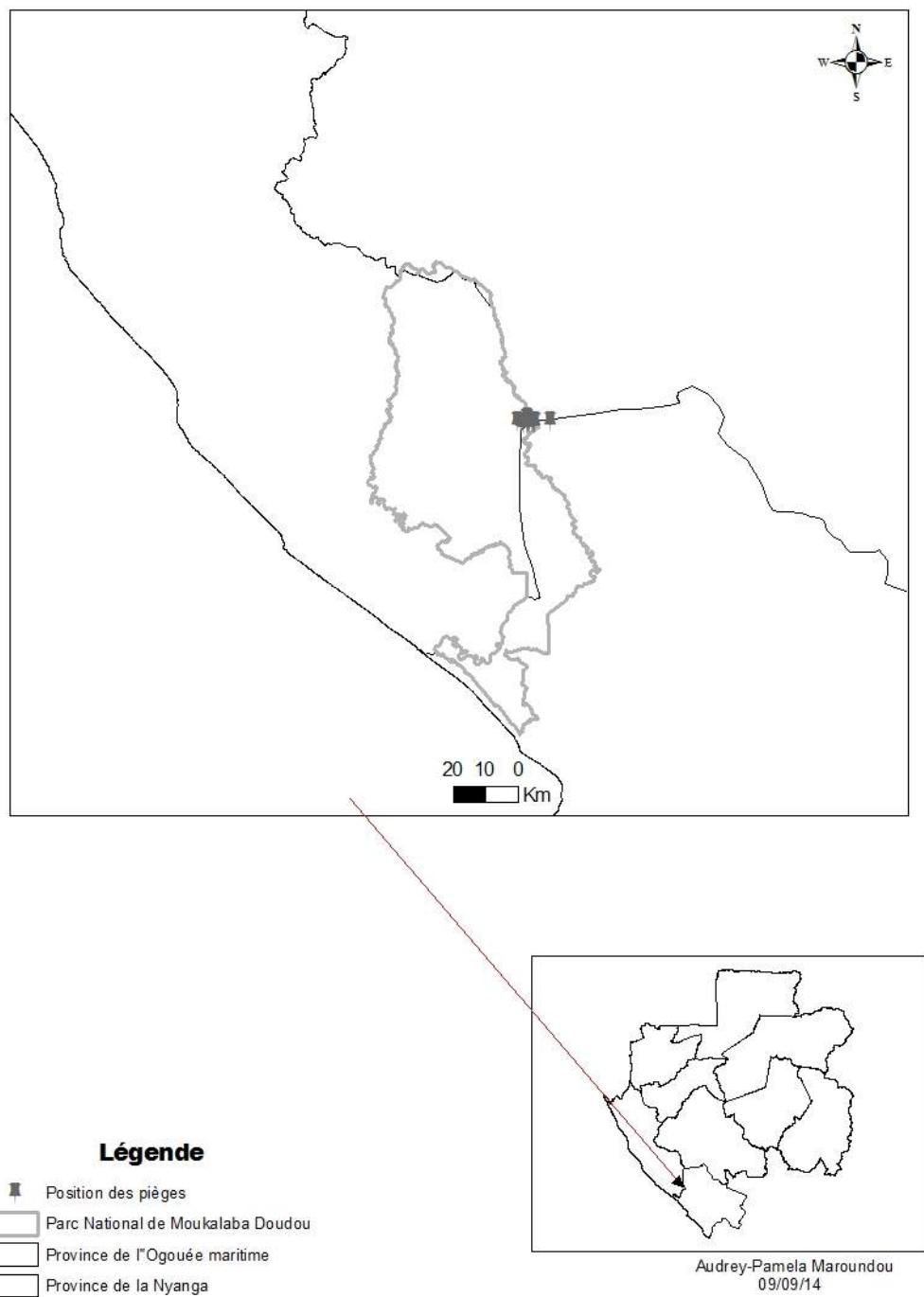


Figure 1 : Localisation du Parc National de Moukalaba Doudou au Gabon.

Capture des Glossines

Les glossines ont été capturées à l'aide du piège Vavoua (Laveissière et Grébaut, 1990) durant douze jours au mois de juillet, pendant la grande saison sèche à raison de quatre jours par biotopes.

Dans chaque milieu (forêt primaire, savane et village ou milieu anthropisé) un dispositif de trois pièges Vavoua distants l'un de l'autre d'au moins 500 m a été utilisé. Les relevés quotidiens des glossines ont été faits de 8h 00 à 18 h 00 à des intervalles de deux (2) heures ; soit cinq collectes par jour durant quatre jours successifs par biotope prospecté. Les glossines collectées ont été introduit dans les cages munies d'étiquettes portant l'heure de collecte, le numéro du piège et le milieu de capture.

Identification des insectes

Au laboratoire, les glossines ont été séparées des autres insectes, puis dénombrés et identifiés sous une loupe binoculaire à l'aide des clés d'identification publiées par Brunhes *et al.* (1998) et Pollock (1992.) La forme des forcipules inférieurs nous a permis de distinguer *Glossina palpalis palpalis* de *Glossina fuscipes fuscipes*.

Analyse des données

L'abondance de chaque espèce des glossines capturée a été définie par la densité apparente par piège et par jour (DAP). Cette densité apparente a été calculée par la formule suivante :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{Nombre de pièges} \times \text{nombre de jours de capture}}$$

Le test du χ^2 a été effectué pour comparer la distribution des différentes espèces en fonction du biotope.

RESULTATS

Au total 697 glossines ont été capturées dont 413 (59,26%) en forêt, 238 (34,14%) au village et 46 (6,60%) en savane. Le maximum de capture a été obtenu en forêt, suivi du milieu anthropisé. Le minimum de capture a été obtenu en savane. La forêt a présenté une densité apparente par piège par jour (DAP) de 34,41 g/p/j, le village a une DAP de 19,83 g/p/j et la savane une DAP de 3,83 g/p/j.

Distribution des glossines capturées selon le biotope.

En savane 46 glossines ont été capturées dont 84,78% de *G. fuscipes fuscipes* et 15,22% de *G. frezili*. La densité apparente par piège et par jour (DAP) de *G. fuscipes fuscipes* a été de 3,83 g/p/j et celle de *G. frezili* de 0,58 g/p/j (Figure 2).

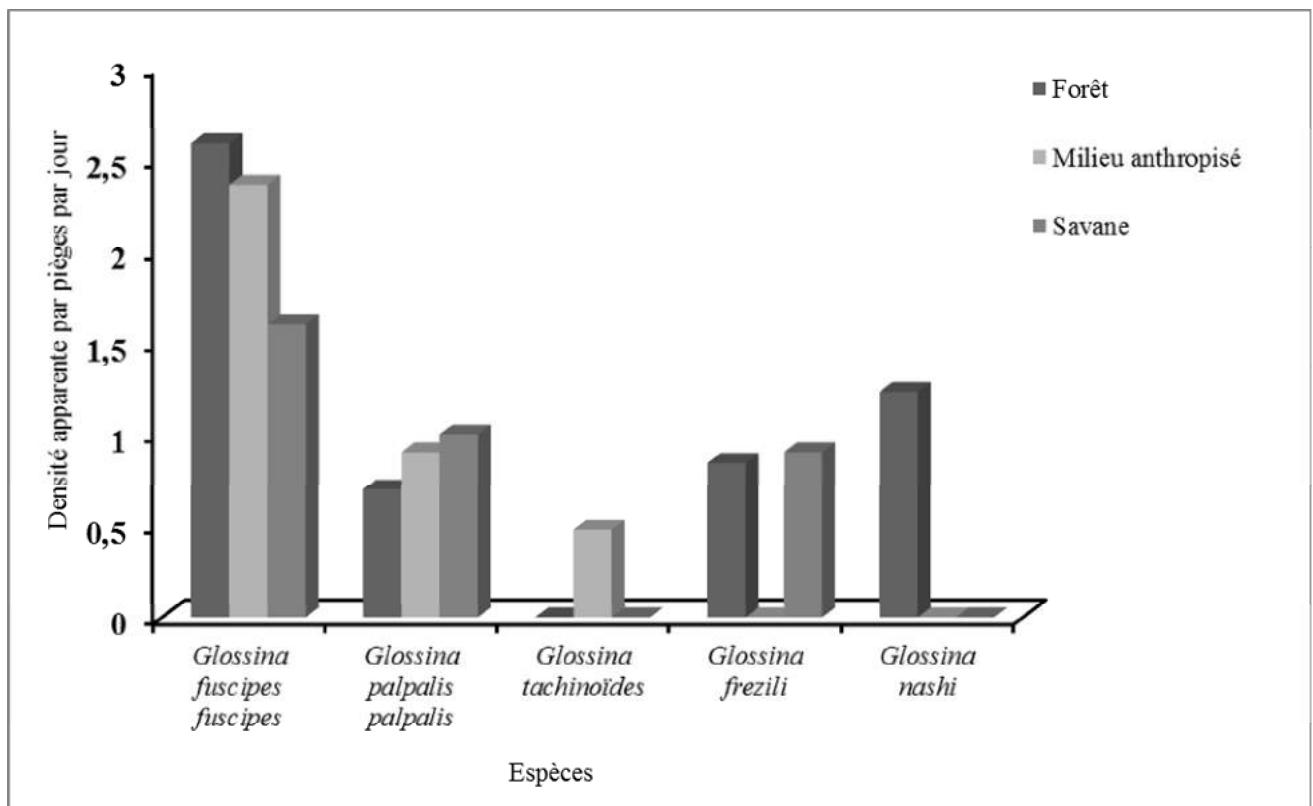


Figure 2 : Densité apparente par piège des glossines en fonction des biotopes prospectés.

Dans le village *Doussala*, 238 glossines ont été capturées dans les proportions suivantes : 229 *G. fuscipes fuscipes* (96,22%), 7 *G. palpalis palpalis* (2,94%) et 2 *G. tachinoides* (0,84%). Les densités apparentes par piège et par jour de chacune de ces espèces ont été respectivement de 19,08 g/p/j pour *G. fuscipes fuscipes*, 0,58 g/p/j pour *G. palpalis palpalis* et de 0,16 g/p/j pour *G. tachinoides* (Figure 2).

En forêt un total de 413 glossines a été capturé, réparti comme suit : 387 *G. fuscipes fuscipes* (93,7%), 16 *G. nashi* (3,87%), 6 *G. frezili* (1,45%) et 4 *G. palpalis palpalis* (0,97%). Les DAP sont variables suivant les espèces. En effet, *G. fuscipes fuscipes* a présenté une DAP

de 32,25 g/p/j alors que *G. nashi*, *G. frezili*, et *G. palpalis palpalis* ont des DAP inférieures à 2 g/p/j (Figure 2).

Activité journalière de *Glossina fuscipes fuscipes* en fonction des biotopes

Le profil général de l'activité journalière de *G. fuscipes fuscipes* dans le PNMD a montré que cette espèce a un rythme d'activité de type unimodal (Figure 3). Les captures augmentent progressivement pour atteindre un maximum en milieu de journée entre 12 heures et 14 heures avant de descendre aux heures les moins chaudes de la fin de journée entre 16 heures et 18 heures. Par ailleurs, la comparaison entre sexe a indiqué les mêmes observations. En effet, les femelles et les mâles de *G. fuscipes fuscipes* atteignent leur pic d'activité journalière entre 10 heures et 14 heures c'est-à-dire aux heures les plus chaudes où la luminosité est maximale (Figure 4).

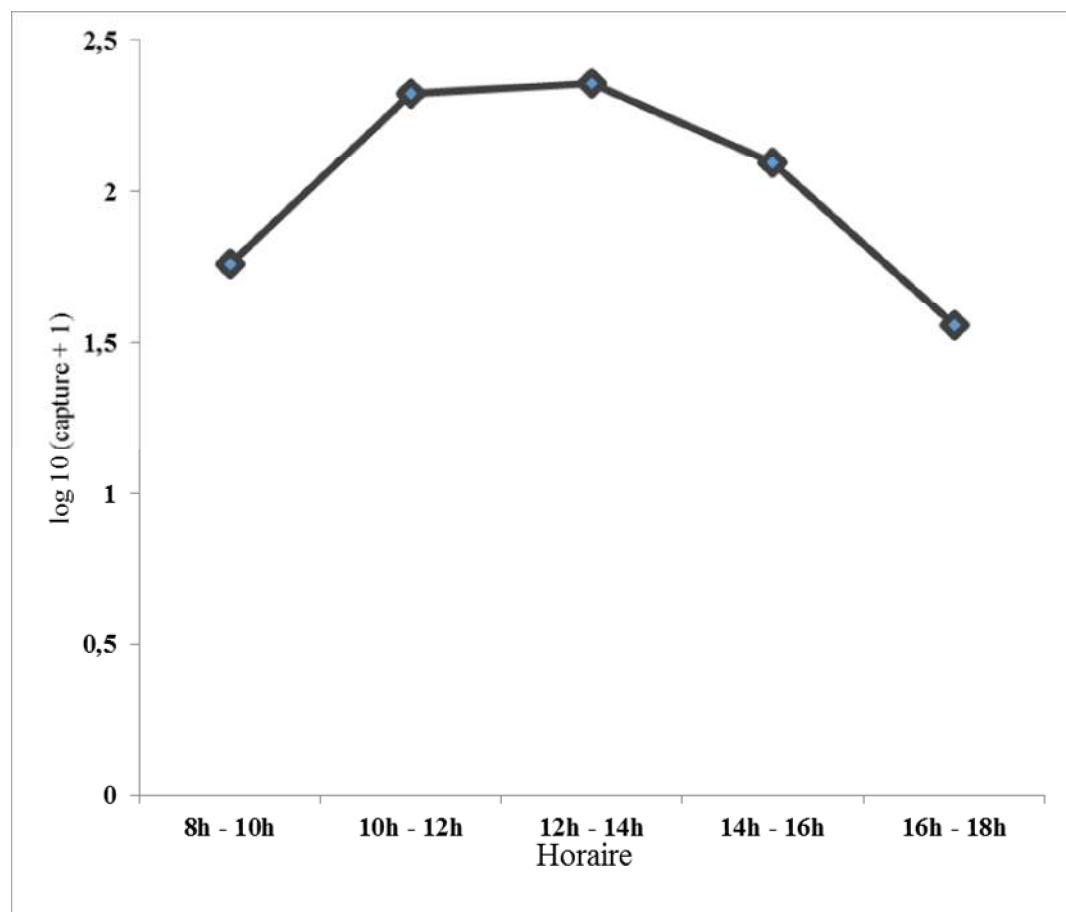


Figure 3 : Profil de l'activité journalière de *Glossina fuscipes fuscipes* dans le PNMD.

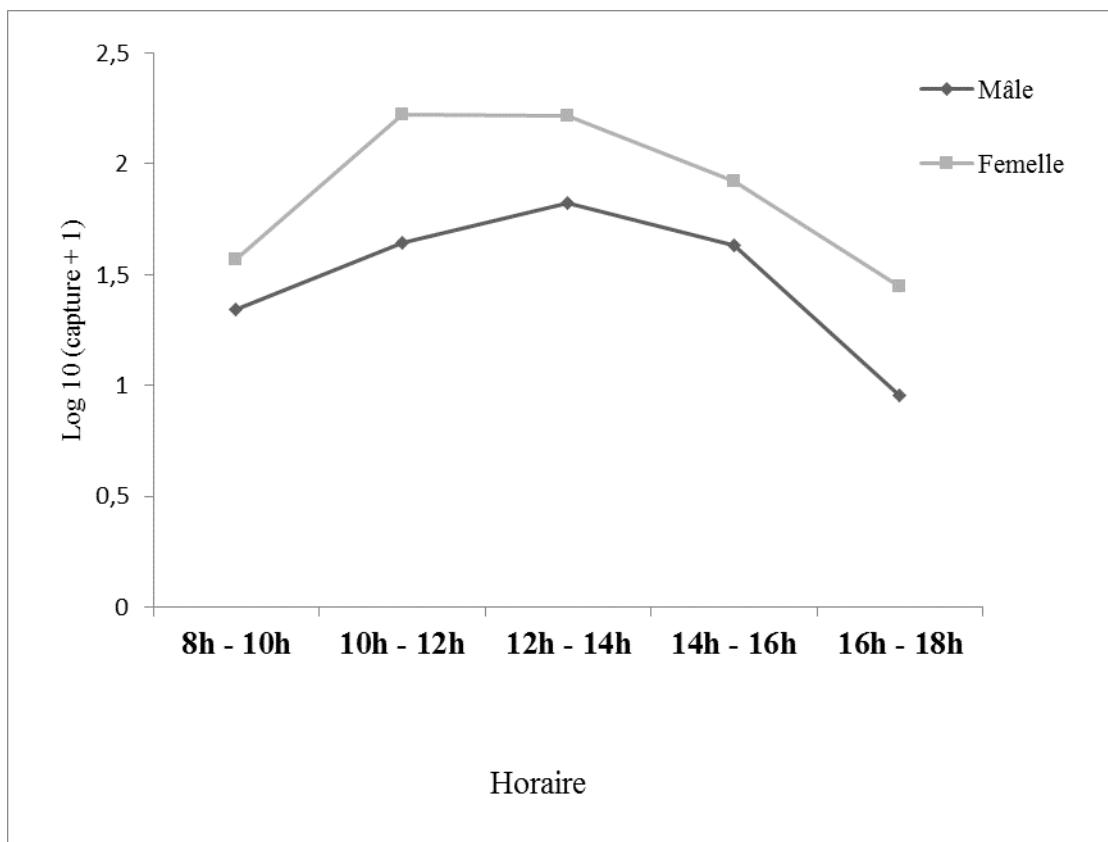


Figure 4 : Comparaison du cycle d'activité des mâles et des femelles de *Glossina fuscipes fuscipes* dans le PNMD.

La comparaison de l'activité journalière de *G. fuscipes fuscipes* selon les biotopes prospectés a montré de réelles différences. En effet, en milieu anthropisé cette espèce a présenté une activité bimodale avec deux pics d'activité. Le premier pic d'activité est atteint entre 10 heures et 12 heures, et le second entre 14 heures et 16 heures. Tandis qu'en savane et en forêt elle a une activité unimodale avec des pics d'activités respectivement entre 10 heures et 12 heures ; et 12 heures et 14 heures (Figure 5). On a constaté que *G. fuscipes fuscipes* a une activité qui commence très tôt entre 8 heures et 10 heures, et descend entre 16 heures et 18 heures. Ces résultats ont montré que *G. fuscipes fuscipes*, suivant le milieu, a une activité diurne à pré-crépusculaire.

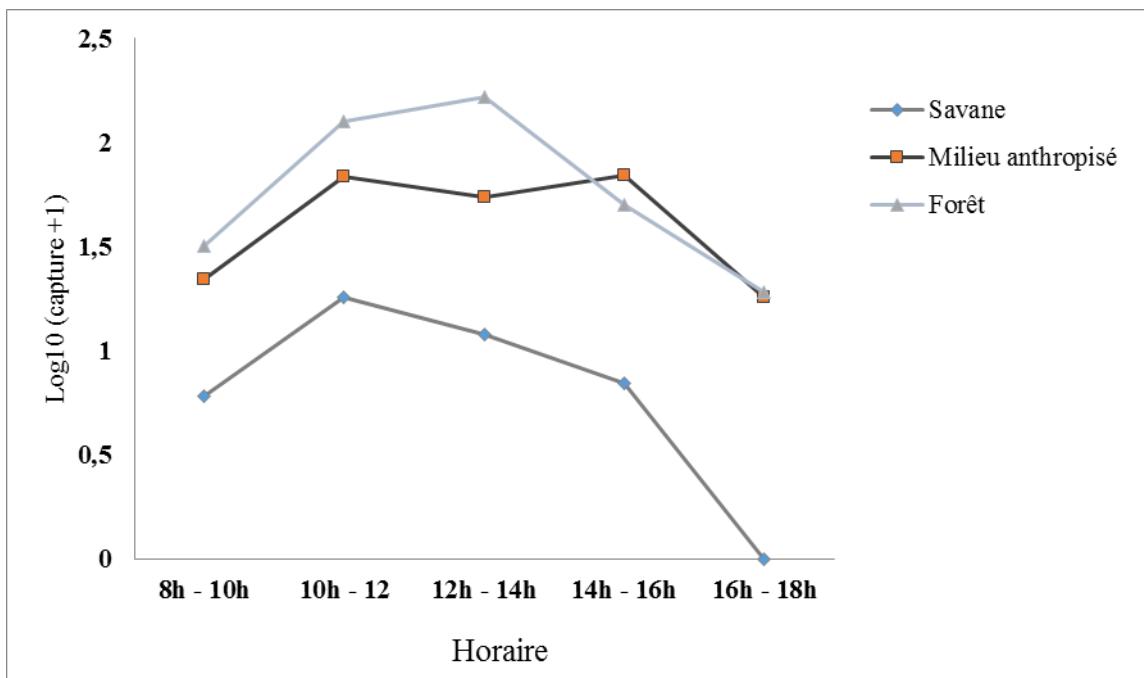


Figure 5 : Comparaison de l'activité journée de *Glossina fuscipes fuscipes* selon les biotopes.

L'évaluation de l'activité journalière de *G. fuscipes fuscipes*, suivant le sexe, dans les trois biotopes est très hétérogène. En effet, les mâles de *G. fuscipes fuscipes*, en milieu anthropisé, ont montré un cycle d'activité bimodal (un premier pic entre 10 heures et 12 heures et un second entre 14 heures et 16 heures). Alors qu'en savane et en forêt, ils ont un cycle unimodal dont le pic d'activité a été atteint entre 12 heures et 14 heures. En forêt et en milieu anthropisé ces mâles ont présenté également une activité pré-crépusculaire (Figure 6). Cependant, Chez les femelles, le cycle d'activité journalière est unimodal dans les trois milieux. En savane, ces femelles ont présenté un pic d'activité entre 10 heures et 12 heures, alors que dans les deux autres milieux le pic d'activité a été observé entre 10 heures et 14 heures. On a constaté aussi que les femelles *G. fuscipes fuscipes* ont une activité diurne en savane, et une activité diurne à pré-crépusculaire dans les autres milieux (Figure 7).

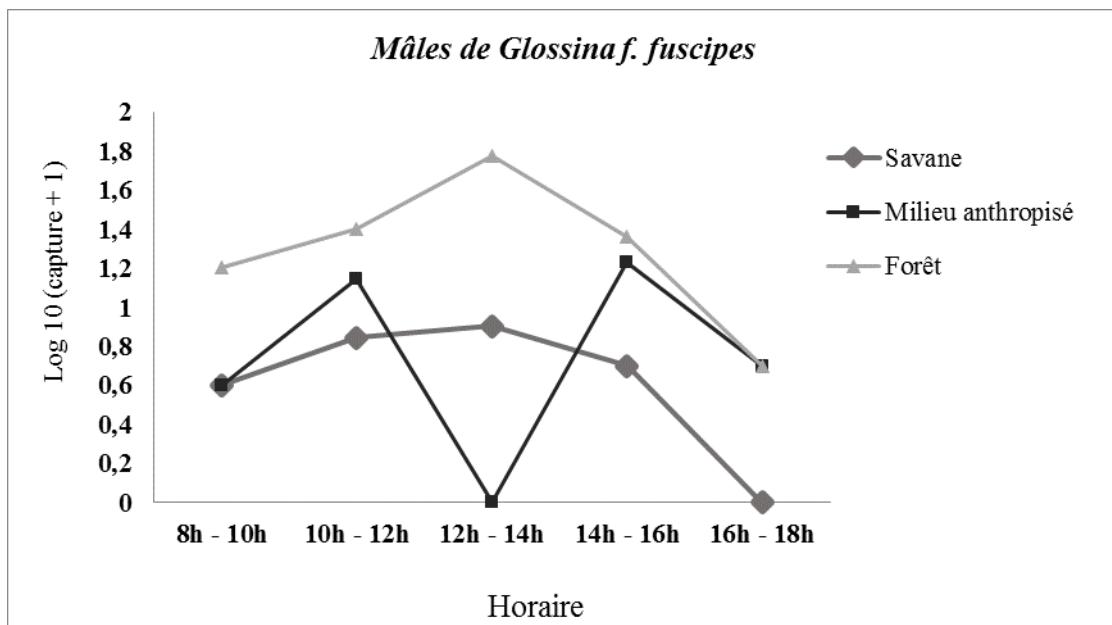


Figure 6 : Activité journalière des mâles de *G. fuscipes fuscipes* en fonction des biotopes.

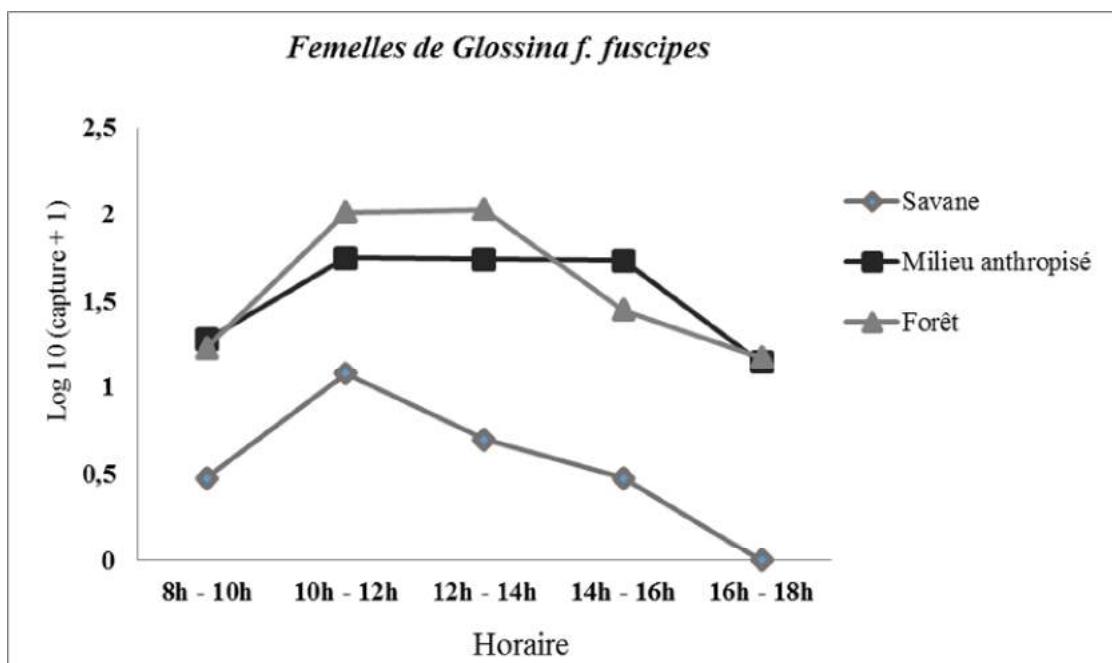


Figure 7 : Activité journalière des femelles mâles de *G. fuscipes fuscipes* en fonction des biotopes.

DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude constituent les données préliminaires concernant l'activité journalière des glossines en l'occurrence de *Glossina fuscipes fuscipes* dans le Parc National de Moukalaba Doudou. Cette étude a permis, d'une part, d'identifier les espèces de glossines vivant en sympatrie, et d'autre part de connaître l'activité journalière de *G. fuscipes fuscipes* dans ce parc.

Les captures effectuées lors de cette étude ont montré des différences en termes d'abondance et de présence/absence des différentes espèces de glossines. En effet, en milieu anthropisé deux espèces de glossines ont été capturées, contre trois en savane et quatre en forêt. Aussi, le maximum d'abondance de glossines a été obtenu en forêt primaire, suivi de la savane, et le minimum en milieu anthropisé. Cette répartition pourrait être liée à la différenciation des paysages et à la structure des milieux pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement des glossines. Cependant, la conjugaison de plusieurs facteurs tels le climat (température comprise entre 15°C et 25°C, luminosité, humidité relative), une végétation dense, la présence d'hôtes nourriciers (Foil et Gorham, 2000, Solano et al., 2010), serait à l'origine de la forte densité de glossines observée en forêt (Zinga et al., 2013, 2014). Aussi, l'abondance de *G. fuscipes fuscipes* dans ce Parc concorde avec l'ancienne carte de distribution des glossines au Gabon (Kohagne et al., 2011). La présence des autres espèces comme *G. nashi*, *G. frezili*, et *G. palpalis palpalis* traduit leur ubiquité et affinité pour des zones de forêt, de savane et des milieux ouverts (Kohagne et al., 2011).

Sur l'ensemble de biotopes prospectés *G. fuscipes fuscipes* a présenté un cycle d'activité unimodal avec un pic d'activité entre 12 heures et 14 heures. Ces résultats corroborent les travaux menés par plusieurs auteurs qui ont montré l'effet de la luminosité (des heures chaudes) sur l'abondance des captures (Salou et al., 2012, Mavoungou et al., 2013b, Zinga et al., 2014). Cependant, il existe un léger décalage des pics d'activités entre les mâles et les femelles de *G. fuscipes fuscipes*. En effet, chez les femelles, le pic d'activité a été atteint entre 10 et 12 heures alors que chez les mâles, ce pic a été atteint entre 12 et 14 heures. Ces mêmes observations ont été obtenues par Salou et al (2012) qui ont montré un léger décalage des pics d'activité des mâles (14 h 00) et femelles (12 h 00) de *G. tachinoides* appartenant au même sous genre que *G. fuscipes fuscipes*.

Ces mêmes observations ont été aussi constatées dans chacun des milieux prospectés. En effet, en savane et en forêt le pic d'activité des mâles de *G. fuscipes fuscipes* a été obtenu entre 12 et 14 heures, alors qu'en milieu anthropisé aucun mâle n'a été capturé entre ces heures. Par contre chez les femelles les pics d'activités ont été obtenus respectivement entre 10 heures et 12 heures en savane, et entre 10 heures et 14 heures en forêt et en milieu anthropisé. Les pics d'activité ont été atteints aux périodes les plus chaudes de la journée, qui correspondent ainsi à la présence des animaux sauvages venus s'abreuver aux points d'eau dans les milieux prospectés et où les pièges ont été posés. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Salou et al. (2012).

Conclusion

Ces résultats, bien que préliminaires, soulignent en partie l'importance de la luminosité et donc des heures chaudes sur l'activité journalière des glossines, comme l'avaient déjà souligné divers auteurs travaillant sur ces insectes (Jordan, 1962, 1963 ; Power, 1964 ; Challier, 1973 ; Laveissière et al., 1985 ; Salou et al., 2012, Zinga et al., 2014).

Cette étude a permis de montrer que *G. fuscipes fuscipes* est un insecte biologiquement diurne, dont le rythme d'activité est largement modulé par des conditions de luminosité. Il faut également noter qu'au sein de la population *G. fuscipes fuscipes* il existe entre les mâles et les femelles, un décalage des pics d'activités. Par ailleurs, *G. fuscipes fuscipes* a aussi présenté une activité crépusculaire dans les trois milieux prospectés, mais ces résultats méritent d'être approfondis par une étude longitudinale et avec plusieurs types de pièges.

REMERCIEMENT

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique de l'Université des Sciences et Techniques de MASUKU (USTM), l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET-CENAREST), le Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV-IRET), le Projet pour la Conservation De La Biodiversité En forêt Tropicale A Travers La Coexistence Durable Entre L'Homme Et L'Animal (PROCOBAH), l'Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT-UNIKIN), la bourse de la CEEAC/PACEBO, et la bourse de Wallonie Bruxelles International.

Nous remercions LOGNO NZABA Roye pour son aide technique sur le terrain et Madame MAROUNDOU Audrey Pamela pour la réalisation de la carte.

Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse de Mr. Ephrem NZENGUE, Mr. Clency MIKALA, Mr. Karl HENGA BOTSIKA BOBE, Mr. Nathaniel KOUUMBA, Mr. Patrick ONDO OKAMA, Mr Vianney Curtis LOEMBA et Mlle BELL Rayna Camille dont les remarques, suggestions et corrections ont permis d'améliorer ce manuscrit.

REFERENCES

- Abila PP, Michel A Slotman, Aristeidis Parmakelis, Kirstin B. Dion, Alan S. Robinson, Vincent B. Muwanika, John CK Enyaru, Loyce M. Lokedi, Serap Aksoy, Adalgisa Caccone. 2008. High Levels of Genetic Differentiation between Ugandan *Glossina fuscipes fuscipes* Populations Separated by Lake Kyoga. Lac Kyoga. PLoS NEGL Trop Dis 2 (5): e242. doi: 10.1371/journal.pntd.0000242
- Allou K, Acapovi-yao G, Kaba D, Kosson-Vanga H, Solano P, Ngoran KE. 2009. Chorologie et infection par les trypanosomes de *glossina palpalis palpalis* dans la forêt du banco et ses reliques, Abidjan (Côte d'Ivoire). *Parasite*, **16** : 289-295.
- Brunhes J, Cuisance D, Geoffroy B, Hervy JP. 1998. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Logiciel d'identification et d'enseignement. Eds ORSTOM, Montpellier, France.
- Challier A, Lavessière C. 1973. Un nouveau piège pour la capture des glossines (Glossina : Diptera, Muscidae) ; description et essais sur le terrain. Cahier. ORSTOM, Série *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **11** : 251-262.
- Courtin F, Dupont S, Zeze DG, Jamonneau V, Sané B, Coulibaly B, Cuny G, Solano P. 2005. Trypanosomose Humaine Africaine : Transmission urbaine dans le foyer de Bonon (Côte d'Ivoire). *Tropical Medicine and International Health*, **10** (4) : 340-346.
- Foil LD, Gorham JR. 2000. Mechanical transmission of disease agents by arthropods. In: B.F. Eldridge and J.D. Edman, *Medical Entomology*. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 461-514.
- Jordan AM. 1962. The ecology of the fusca group of tsetse flies (Glossina) in southern Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, **53**: 355-385.
- Jordan AM. 1963. The distribution of the fusca group of tsetse flies in Nigeria and west Cameroon. *Bulletin of Entomological Research*, **54**: 307-323.
- Kaba D. 2006. Trypanosomiases africaines et lutte antivectorielle au 43ème BIMA, Abidjan Port-. Bouët, Côte d'Ivoire, Mémoire de DEA, CEMV, 70 p.

Kagbadouno M, Camara M, Bouyer J, Hervouët JP, Courtin F, Jamonneau V, Morifaso O, Kaba D, Solano P. 2009. Tsetse elimination: its interest and feasibility in the historical sleeping sickness focus of Loos islands, Guinea. *Parasite*, **16**: 29-35.

Kohagne Tongué L, Gounoue Kamkuimo R, Mengue Mœyi P, Kaba D, Louis FJ, Mimpfoundi R. 2011. Enquête entomologique dans le foyer historique de trypanosomose humaine africaine de Bendjé (Gabon). *Parasite*, **18** : 1-7.

Laveissière C, Couret D, Staak C, Hervouët JP. 1985. *Glossina palpalis* et ses hôtes en secteur forestier de Côte d'Ivoire. Relation avec l'épidémiologie de la trypanosomiase humaine. Cahier ORSTOM, série *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **23** (4) : 297 - 303.

Lavessière C, Grébaut P. 1990. The trapping of tsetse flies (Diptera: Glossinidae). Improvement of a model: the Vavoua trap. *Tropical Medicine and Parasitology*, **41** (2): 185-192.

Mavoungou JF, Jay-Robert P, Gilles J, Atsame EA, Duvallet G. 2008. Ecologie des stomoxes (Diptera : Muscidae) au Gabon. I. Premier inventaire dans différentes zones écologiques. *Parasite*, **15** : 27-34.

Mavoungou JF, Makanga B, Acapovi-Yao G, Desquesnes M, Møbatchi B. 2012. Chorologie des Tabanidae (Diptera) dans la réserve de biosphère Ipassa-Makokou (Gabon) en saison des pluies. *Parasite*, **19** : 165-171.

Mavoungou JF, Acapovi-Yao GL, Kohagne TL, Zinga-Kouumba RC, Mbang-Nguema OA, Obame Ondo P.K, Møbatchi B, Gilles J, Duvallet G. 2013a. Influence du degré de perturbation du milieu sur l'activité journalière des stomoxys spp. (Diptera : Muscidae) au Nord-Est du Gabon. *Revue Cames*, **01** : 54-60.

Mavoungou JF, Picard N, Kohagne TL, Møbatchi B, Gilles J, Duvallet G. 2013b. Spatio-temporal variation of biting flies, Stomoxys spp. (Diptera: Muscidae), along a man-made disturbance gradient, from primary forest to the city of Makokou (North-East, Gabon). *Medical Veterinary and Entomological*, **27**: 339-345.

Mbida Mbida JA, Mimpfoundi R, Njiokou F, Manga L, Laveissière C. 2009. Distribution et écologie des vecteurs de la trypanosomose humaine africaine de type savanique en zone de forêt dégradée au sud Cameroun : cas du foyer de Doumé. *Bulletin de la Société Pathologique Exotique*, **102** : 101-105.

Pollock JN. 1992. Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1 : Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. F.A.O; Rome, 310 p.

Power RJE. 1964. The activity pattern of *Glossina longipennis* Corti (Diptera: Muscidae). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London*, **39**: 5-14.

Salou E, Rayaissé JB, Laveissière C, Sanon A, Solano P. 2012. Interactions comportementales et rythmes d'activité de *Glossina palpalis gambiensis* et *G. tachinoides* (Diptera : Glossinidae) en galerie forestière au Burkina Faso. *Parasite*, **19** : 217-225.

Solano P, Ravel S, Bouyer J, Camara M, Kagbadouno MS, Dyer N, Bardes L, Herault D, Donnelly MJ, De Meeus T. 2009. The Population Structure of *Glossina palpalis gambiensis* from Island and Continental Locations in Coastal Guinea. *PLoS Negl Trop Dis*, **3** (3): 392.

Solano P, Bouyer J, Itard J, Cuisance D. 2010. The cyclical vectors of trypanosomes. *Infectious and para diseases of livestock*, **13**: 155-183.

Takenoshita Y, Ando C, Iwata Y, Yamagiwa J. 2008. Fruit phenology of the great habitat in the Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *African Study Monograph Supplementary*, **39**: 23639

Vande weghe JP. 2012. MOUKALABA DOUDOU. Agence National des Parcs Nationaux (ANPN), Libreville, Gabon. 296 p.

WHO (World Health Organization). 2006. Weekly epidemiological record-Relevé épidémiologique hebdomadaire, **81** (8): 69-80.

Zinga-Koumba CR, Mbang-Nguema OA, Kohagne TL, Acapovi-Yao G.L, Obame OKP, Mutambwe S, Mavoungou JF. 2014. Contribution à l'évaluation de la diversité des vecteurs biologiques de la Trypanosomose Humaine Africaine et de leur activité

journalière dans le Parc National de l'Avindo (Nord-est Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, **80** :7060-7070.

**ARTICLE 8 : CONTRIBUTION À L'ÉVALUATION DE LA DIVERSITÉ
DES VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMOSE
HUMAINE AFRICAINE ET DE LEUR ACTIVITÉ JOURNALIÈRE
DANS LE PARC NATIONAL DE L'IVINDO (NORD EST GABON)**

**(ARTICLE PUBLIE DANS LE JOURNAL OF APPLIED BIOSCIENCES 2014, 80 :
7060-7070)**

**CONTRIBUTION A L'EVALUATION DE LA DIVERSITE DES
VECTEURS BIOLOGIQUES DE LA TRYPANOSOMOSE HUMAINE
AFRICaine ET DE LEUR ACTIVITE JOURNALIERE DANS LE PARC
NATIONAL DE LaIVINDO (NORD EST GABON)**

Christophe Roland Zinga Koumba^{1,2*}, Ornella Anaïs Mbang Nguema^{1,3}, Lisette Kohagne Tongué⁴, G.L Acapovi Yao⁵, Piazzzy Obame Ondo Kutomy¹, Shango Mutambwe², Jacques François Mavoungou^{1,3}

¹Institut de Recherche en Écologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon

²Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo

³Université des Sciences et Techniques de Masuku, BP 941, Franceville, Gabon

⁴Association de Promotion pour la Lutte contre les Parasitoses (APLP), BP 2816, Yaoundé, Cameroun

⁵Université Félix Houphouët - Boigny, UFR Biosciences 22, BP : 582 ; Abidjan 22, Côte d'Ivoire

*Auteur correspondant : ZINGA KOUMBA Christophe Roland
Email : zinga.koumba@yahoo.fr / Tel : 00241 04 40 49 23

RÉSUMÉ

Objectifs : Afin d'évaluer les risques épidémiologiques liés à la présence des glossines dans le Parc National de l'Aïvindo (Gabon), des enquêtes entomologiques ont été effectuées pour connaître l'abondance des glossines et suivre leur activité journalière.

Méthodologie et résultats : Les captures ont été réalisées en petite saison sèche avec des pièges, Vavoua et Nzi, placés en forêt primaire, en forêt secondaire et au village *Loaloa*. Par ailleurs, trois pièges Vavoua ont été visités chaque deux heures, de 8 heures à 18 heures, durant quatre jours consécutifs. Quatre espèces et sous-espèces de glossines ont été identifiées : *G. tabaniformis* (46,04%), *G. palpalis palpalis* (32,37%), *G. fusca congolensis* (12,95%) et *G. tachinoides* (8,63%). Par ailleurs, les cycles d'activité de ces quatre espèces sont variables : *G. palpalis palpalis* a une activité journalière bimodale, alors que *G. tachinoides* a un cycle unimodal. *G. fusca congolensis* a un pic d'activité entre 12 heures et 14 heures et *G. tabaniformis* a présenté des faibles pics d'activité.

Conclusion et application : Les connaissances sur les insectes hématophages constituent un élément important dans la lutte anti vectorielle, car ces insectes constituent un risque pour la santé humaine et animale. Mieux connaître la répartition des vecteurs, les risques de diffusion des pathogènes et leur évolution représente un enjeu majeur pour la mise en place d'une stratégie de contrôle de vecteurs. Aussi, les résultats de cette étude, bien que préliminaires invitent à présent à élaborer et de prendre en compte les stratégies de lutte et de contrôle des vecteurs de parasitoses. Ainsi, une étude plus approfondie mérite d'être effectuée afin de connaître la dynamique spatio-temporelle de ces insectes et leur activité journalière.

Mots clés : Glossines, trypanosomoses, piège Nzi, piège Vavoua, Parc National, Gabon

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the epidemiological risks associated with the presence of tsetse flies in the National Park Ivindo (Gabon), entomological surveys were conducted to determine the abundance of flies and monitor their daily activity.

Methodology and Results: The catches were made in the short dry season with traps, Vavoua and Nzi placed in primary forest, secondary forest and village *Loaloa*. In addition, three Vavoua traps were visited every two hours from 8 hours to 18 hours, during four consecutive days. Four species and subspecies of tsetse flies were identified: *G. tabaniformis* (46.04%), *G. palpalis palpalis* (32.37%), *G. fusca congolensis* (12.95%) and *G. tachinoides* (8.63%). Moreover, the business cycles of these four species are variables: *G. palpalis* has a bimodal daily activity, while *G. tachinoides* a unimodal cycle. *G. fusca congolensis* has a peak activity between 12 hours and 14 hours and *G. tabaniformis* presented low activity peaks.

Conclusion and Application: Knowledge of blood-sucking insects is an important element in the vector control, as these insects pose a risk to human and animal health. Knowing the distribution of vectors, the risk of spread of pathogens and their development represents a major challenge for the implementation of a strategy for vector control. In addition, the results of this study despite of their precursory invite us to develop and take account of how to struggle and control the parasite vectors. Thus, further study should be conducted to know the spatio-temporal dynamics of these insects and their daily activity.

Keywords : Tsetse, Nzi trap, Trap Vavoua, Park, Gabon

Introduction

Les glossines ou mouches tsé-tsé sont des insectes hématophages potentiellement vecteurs d'agents pathogènes (Kaba, 2006 ; Allou *et al.*, 2009). Elles transmettent les trypanosomes responsables de la Trypanosome Humaine Africaine (THA ou maladie du sommeil) chez l'homme et la Trypanosome Africaine Animale (TAA) aussi appelée Nagana (Courtin *et al.*, 2005 ; Kaba, 2006 ; Allou *et al.*, 2009). La THA, pratiquement éradiquée dans les années 1960, est redevenue un problème majeur de santé publique (Courtin *et al.*, 2005). Et actuellement, environ 60 millions de personnes sont exposées et on estime de 300 000 à 500 000 le nombre de personnes atteintes (OMS, 1998). Par ailleurs, la THA fournit à elle seule, dans de nombreux pays d'Afrique centrale, 87 % du nombre total de malades diagnostiqués dans toute l'Afrique (WHO, 2006). Quant à la TAA, elle constitue au sud du Sahara, sur le plan économique, un obstacle majeur au développement économique des zones infestées par les glossines en Afrique Subsaharienne (Holmes, 1997) par ses impacts directs et indirects dans le domaine de l'élevage et de l'agriculture (FAO, 1990).

Au Gabon, la situation demeure encore mal connue. De nombreux foyers historiques sont connus dans plusieurs provinces dont celle de l'Ogooué-Ivindo qui abrite le Parc National de l'Ivindo (PNI), mais ces foyers n'ont pas été prospectés depuis plus de 15 ans, en raison de l'insuffisance de moyens financiers dont dispose le programme national de lutte contre la trypanosomose humaine africaine. De plus, des travaux antérieurs ont montré la présence de glossines dans certains biotopes du Parc National de l'Ivindo (Zinga *et al.*, 2013, Zinga *et al.*, 2014). Et cette situation amène à s'interroger sur les risques liés à la présence de glossines, vecteurs des trypanosomoses humaine et animale, dans ce parc. Par ailleurs, dans ce parc, les animaux sont protégés et, par voie de conséquence, la taille des populations animales va augmenter et les contacts entre populations humaines et animales seront facilités avec la venue importante de touristes mais aussi avec les populations locales. Les risques sanitaires vont donc probablement s'accroître et la fréquence d'apparition de nouveaux cas de THA pourrait augmenter à mesure que les populations humaines seront plus nombreuses à multiplier les contacts avec cet environnement.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les risques épidémiologiques à la fois pour les animaux et les populations humaines liés à ces populations de glossines, afin d'entreprendre une lutte antivectorielle pour réduire le risque représenté par ces vecteurs au PNI. Une enquête entomologique basée sur l'utilisation des pièges Vavoua et Nzi a été mise en place

dans trois biotopes du PNI (forêt primaire et village *Loaloa*), afin de rechercher la présence de glossines et de préciser leur activité journalière.

MATERIELS ET METHODES

Site d'étude

L'étude a été réalisée dans le Parc National de l'Ovindo (PNI) situé dans la province de l'Ogooué-Ivindo, au nord-est du Gabon, à environ 620 Km de Libreville (0°23'0"33"N ; 0°42'12"49"E) (figure1). Les sessions de piégeages se sont déroulées dans trois principaux habitats : forêt primaire, forêt secondaire et milieu anthropisé, constitué par le village Loaloa. Le climat est de type équatorial humide caractérisé par la double alternance des saisons sèches et pluvieuses. La petite saison sèche s'étend de mi-décembre à mi-mars. Elle se caractérise par un ciel souvent dégagé et quelques pluies épisodiques. En fin de saison, l'humidité chute parfois fortement. La grande saison des pluies s'étale de mi-mars à mi-juin, les précipitations, parfois orageuses augmentent et l'insolation atteint son maximum. La grande saison sèche, entre mi-juin et mi-septembre, est marquée par une forte diminution des précipitations. La petite saison des pluies, entre mi-septembre et mi-décembre, est caractérisée par les orages qui sont fréquents, surtout en début de saison, et parfois accompagnés de tornades. La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 1600 à 1800 mm. La température moyenne est proche de 24°C avec un minimum de 21,7°C en juillet et un maximum de 25°C en avril. Les amplitudes thermiques annuelles et journalières sont faibles (environ 3,3°C). L'altitude moyenne de cette région est d'environ 400-500 m. (Wilks, 1990).

La végétation des sites explorés est essentiellement constituée de forêts primaires, de terre ferme et de forêts inondables. Les nombreux chablis et les zones de forêts primaires à sous-bois très dense témoignent d'une dynamique forestière intense, conférant ainsi un aspect toujours "jeune" à cette forêt. De petits îlots de forêts secondaires et de recrus sont visibles en bordure des axes routiers et autour des parcelles anciennement cultivées. Ces îlots sont caractérisés par la présence du parasolier (*Musanga cecropioides*, Moraceae) et divers *Anthocleista spp.* (Loganiaceae) (Hallé, 1964, 1965, Hladik & Hallé, 1973). La faune est riche et diversifiée, elle est constituée de 128 espèces de Mammifères, 424 espèces d'Oiseaux, 65 espèces de Reptiles et 47 espèces d'Amphibiens. Environ 82% des espèces de Mammifères sont nocturnes et 98% des espèces d'Oiseaux sont diurnes. Parmi les Mammifères forestiers nocturnes, il faut signaler 11 espèces d'insectivores, 27 espèces de Chiroptères (7 espèces de

Mégachiroptères, 20 espèces de Microchiroptères), 5 espèces de Primates Prosimiens, 19 espèces de Rongeurs, 9 espèces de Carnivores, 13 espèces d'Ongulés, 1 espèce de Tubulidenté, 2 espèces de Pholidotes et 1 espèce d'Hyracoïde soit un total de 88 espèces (IRET, ECOTROP & UNESCO, 1987).

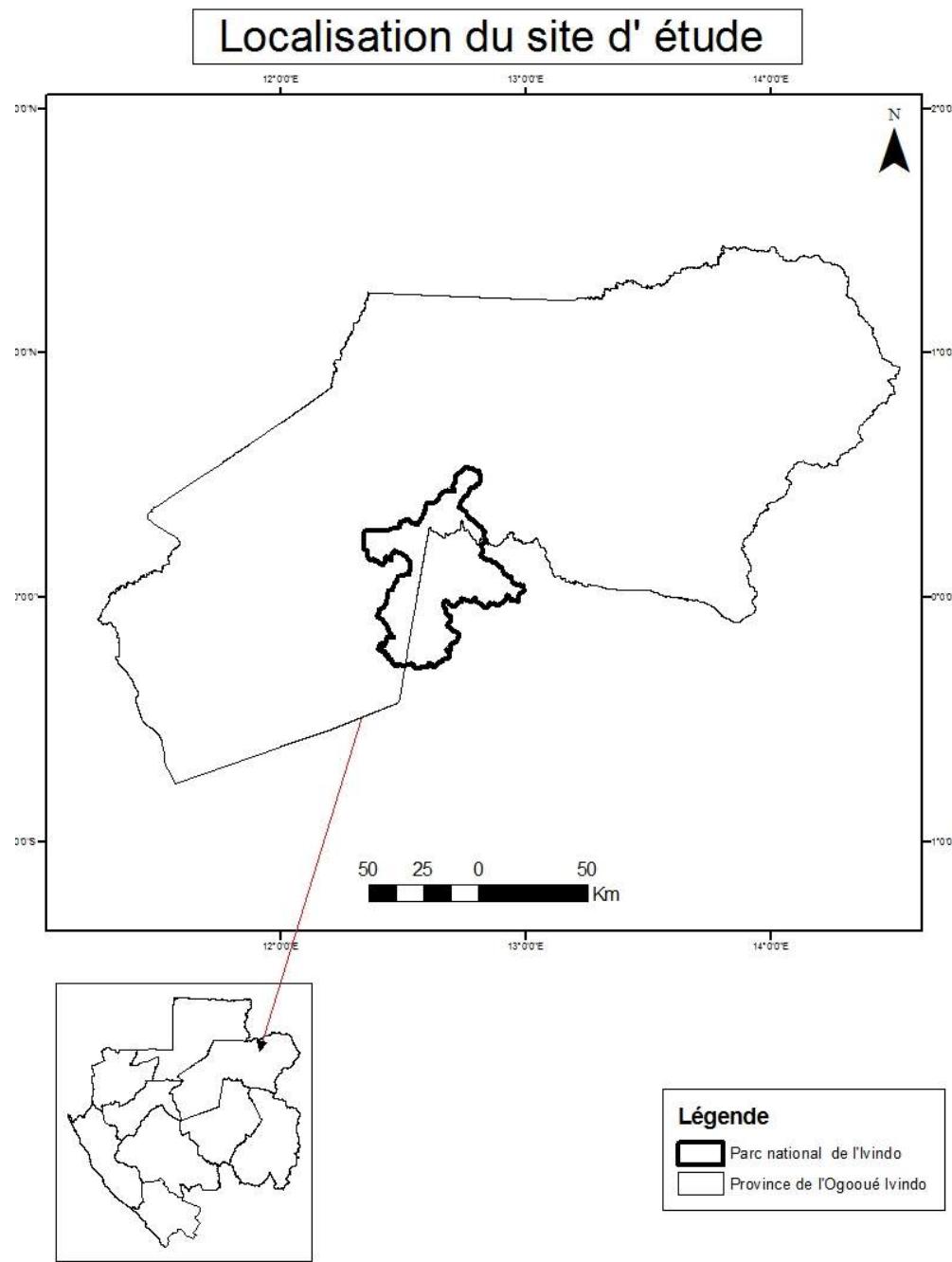


Figure 1 : localisation du site d'étude

Capture des Glossinidae

Deux types de pièges ont été utilisés : le piège Vavoua et le piège Nzi qui sont particulièrement efficaces pour la capture des mouches hématophages dont les glossines (Laveissière et Grebaut, 1990 ; Mihok *et al.*, 1995 ; Desquesnes *et al.*, 2005 ; Gilles, 2005).

Évaluation de la diversité des Glossinidae

Le piégeage a consisté en un réseau de 18 pièges, placés aux mêmes points identifiés au préalable le long d'un transect allant de la forêt primaire (FP) vers le village *Loaloa* (MA) en passant par la forêt secondaire (FS). La durée de piégeage a été de trente jours consécutifs et l'effort global de capture a été de 11 heures, les pièges ayant été activés le matin avant 7 heures et relevés le soir après 18 heures. Lors de la relève des pièges, les cages de capture ont été étiquetées avec le numéro du piège et la date, et ramenées au laboratoire. Toutes les captures ont été effectuées entre le mois de janvier et février 2012.

Activité journalière des Glossinidae

Trois pièges Vavoua ont été placés dans le PNI à raison d'un piège par milieu prospecté durant quatre jours successifs. Ensuite, les pièges ont été activés le matin à 8 heures et désactivés le soir à 18 heures. Puis, les glossines ont été récoltées de façon synchrone toutes les deux heures c'est-à-dire à 10 heures, 12 heures, 14 heures, 16 heures et 18 heures. Enfin, les insectes ont été introduits dans les cages munis d'étiquettes portant l'heure de collecte et ramenés au laboratoire pour identification.

Identification des insectes

Au laboratoire, les glossines ont été séparées des autres diptères, puis dénombrés et identifiés sous une loupe binoculaire à l'aide des clefs d'identification publiées par Brunhes et al. (1998). La forme des forcipules inférieurs nous a permis de distinguer *Glossina palpalis palpalis* de *Glossina fuscipes fuscipes*. Les vecteurs mécaniques de la THA en particulier les tabanides et les stomoxes ont été identifiés à l'aide des clés publiées par Oldroyd (1952, 1954, 1957, 1973), Zumpt (1973), Pollock (1992) et Garros *et al.*, (2004).

Analyse des données

L'abondance des espèces de glossines capturées a été définie par la densité apparente par piège et par jour (DAP). Cette densité apparente se calcule par la formule suivante :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{Nombre de pièges} \times \text{nombre de jours de capture}}$$

Une analyse canonique des correspondances a été réalisée afin d'identifier les paramètres influençant l'abondance et la distribution des différentes espèces de glossines. La matrice faunistique qui a été utilisée dans l'analyse a rassemblé les observations des différentes espèces de glossines (log effectif +1) dans le nombre total de pièges ayant collecté ces insectes.

L'indice de diversité de Margalef a été calculé pour évaluer la diversité de ces insectes dans les milieux prospectés. Cet indice se calcule à l'aide de la formule suivante : $D = (S-1)/\log N$, où S est le nombre d'espèces et N le nombre total d'individus récoltés (Legendre & Legendre, 1979). Le test de Khi 2 a été effectué pour comparer la distribution des différentes espèces en fonction du biotope.

RESULTATS

Distribution et abondance relative des Glossinidae

Au total 139 glossines ont été capturées dans les trois milieux prospectés. L'abondance relative de ces insectes varie suivant les biotopes (figure 2). Ces insectes ont des DAP respectives de 0,34 g/p/j en forêt primaire, 0,36 g/p/j en forêt secondaire et 0,3 g/p/j au village Loaloa. Les autres diptères ont été capturés en nombre important avec un total de 894 spécimens dont 869 stomoxes et 25 tabanides (figure 2).

Les tests d'analyses des variances sur la distribution des glossines ont montré une différence significative dans la distribution de ces insectes à travers les trois biotopes ($F2, 105 = 10.802$; $p\text{-value} < 5.419e-05$). Cette différence s'observe dans leur distribution entre la forêt secondaire et la forêt primaire, puis entre le milieu anthropisé et la forêt primaire mais pas entre le milieu anthropisé et la forêt secondaire (figure 3).

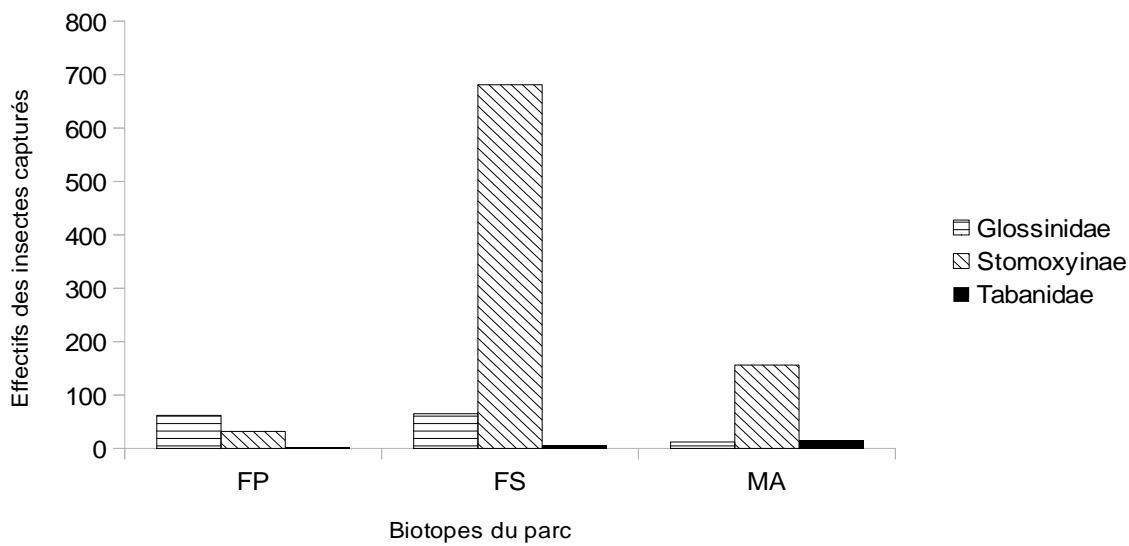


Figure 2 : Répartition et abondance relative des familles et sous familles de diptères capturés.

FP : Forêt primaire, FS : Forêt secondaire, MA : Milieu anthropisé

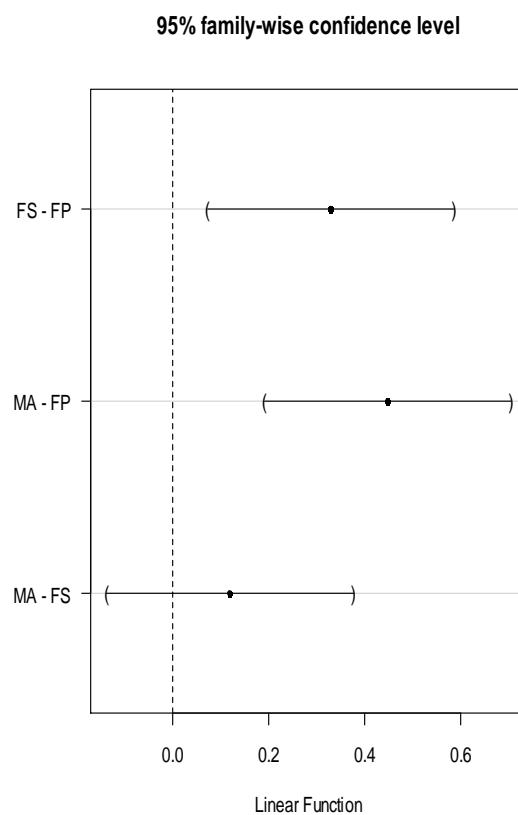


Figure 3 : AFC de la distribution des glossines selon les différents biotopes. FP : Forêt primaire, FS : Forêt secondaire, MA : Milieu anthropisé

Composition spécifique des Glossinidae capturées

Quatre espèces et sous-espèces de glossines appartenant au sous-genre Nemorhina et au sous-genre Austenina ont été capturées. La densité des glossines du groupe fusca (59%) est significativement supérieure ($2 = 4,49$; $p < 0,05$, $ddl=1$) à celle du groupe palpalis (41%). Parmi les quatre espèces et sous-espèces de glossines identifiées dans le site d'étude *G. tabaniformis* a été l'espèce la plus abondante (46,04%) suivi de *G. palpalis palpalis* (32,37%). *G. fusca congolensis* et *G. tachinoides* sont faiblement représentées avec des taux respectifs de 12,95% et de 8,63%. La diversité de peuplement évaluée par l'indice de Margalef est de 1,40 en forêt primaire et secondaire ; et de 0,94 au village Loaloa.

Activité journalière

Le profil général de l'activité journalière des glossines dans le parc national de l'Ivindo a montré que le pic d'activité des différentes espèces a été atteint dans la tranche horaire 12 heures - 14heures. Ces résultats ont montré également que l'activité journalière des différentes glossines varie en fonction des espèces (figure 4). En effet, le cycle d'activité journalière est bimodal chez *G. palpalis palpalis*, précédé par un premier pic entre 8 heures et 10 heures, et d'un second entre 12 heures et 14 heures. Alors que *G. tachinoides* a un cycle unimodal. *G. tabaniformis* n'a pas présenté de pic d'activité tout au long de la journée. *G. fusca congolensis* a un pic d'activité entre 12 heures et 14 heures. Seule *G. tachinoides* a une activité pré-crépusculaire.

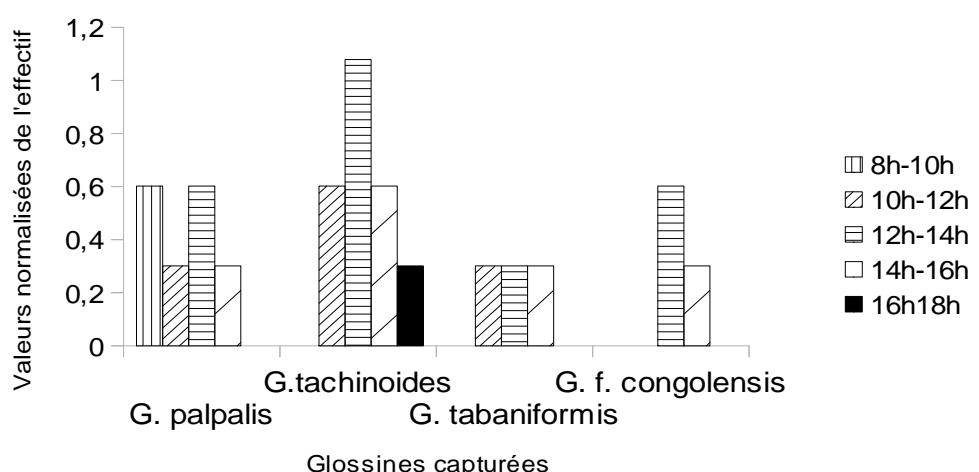


Figure 4 : profils d'activité journalière des glossines dans le Parc National de l'Ivindo.

DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude constituent les premières données concernant les glossines dans le Parc National de l'Avindo en l'occurrence dans les milieux prospectés. Cette étude nous a permis de faire une liste des espèces de glossines présentes dans notre site d'étude. Cette liste pourra être utilisée pour la mise en place d'un programme de lutte anti-vectorielle. Elle pourra également servir aux études complémentaires sur la dynamique saisonnière de ces insectes. Les pièges qui ont été utilisés au cours de ce travail semblent sélectifs et présentent l'avantage de capturer les mouches hématophages dont les glossines. Cependant, les faibles captures enregistrées pourraient s'expliquer d'une part, par le fait qu'un grand nombre de sites n'ont pas été visités et que seuls 18 points de captures ont été explorés pendant une période relativement courte (30 jours). Et, d'autre part, par l'utilisation de deux types de piège (Vavoua et Nzi) seulement. En effet, bien que l'efficacité de ces pièges pour la capture des glossines et autres mouches hématophages soit avérée (Djiteye, 1992 ; Djiteye 1994 ; Mihok *et al.*, 1995 ; Mihok, 2002 ; Gilles 2005 ; Gilles *et al.*, 2007, Mavoungou *et al.*, 2012) l'association de plusieurs types de piège (Nzi, grand Tetra, petit Tetra, Vavoua) et l'adjonction d'attractifs olfactifs comme l'octénol seul (Jaenson, 1991, Mihok *et al.*, 1995) ou en association avec des phénols (Mihok *et al.*, 1995b) auraient peut-être permis d'augmenter la taille des captures (Djiteye, 1992 ; Amsler & Filledier, 1994).

L'abondance des glossines reste hétérogène et varie significativement selon les biotopes échantillonnés. Le maximum de capture a été réalisé en forêt primaire et secondaire et le minimum au village Loaloa. Cette répartition pourrait être liée à la différenciation des paysages et à la structure des milieux pouvant engendrer des microhabitats particuliers plus ou moins favorables au développement des glossines. En effet, l'infestation d'un milieu par les glossines est conditionnée par la présence simultanée des facteurs environnementaux adéquats (température comprise entre 15 °C et 25 °C, luminosité, humidité relative) et des vertébrés hôtes nourriciers (Foil & Gorham, 2000, Solano *et al.*, 2010, Darchen, 1978). Aussi, ces conditions semblent se retrouver dans les trois milieux prospectés et pourraient expliquer la présence de ces insectes. Cependant, la conjugaison de plusieurs facteurs tels le climat, une végétation dense, la présence d'hôtes nourriciers, serait à l'origine de la forte densité de glossines dans une zone donnée (Frezil & Carnevale, 1976 ; Laveissière & Hervouët, 1981 ; Gouteux & Kiénou, 1982, Zinga *et al.*, 2013, Zinga *et al.*, 2014). De telles conditions sont

présentes dans la forêt primaire et secondaire et expliqueraient les fortes abondances des glossines qui y sont observées.

L'abondance relative des stomoxes et tabanides dans ce site correspond bien à l'affinité déjà relevée de ces insectes pour des zones de forêts et de zones anthropisées (Zumpt, 1973 ; Mavoungou *et al.*, 2008 ; Mavoungou *et al.*, 2012).

Au total quatre espèces de glossines ont été identifiées avec des abondances différentes dans notre site d'étude. L'abondance de *G. palpalis palpalis* dans ce Parc concorde avec l'ancienne carte de distribution des glossines au Gabon qui montre une large distribution de cette sous-espèce (Maillet, 1953). Aussi, son ubiquité dans le site d'étude témoigne de son affinité pour l'humidité relative et les températures comprises entre 20 et 25 °C, favorisées ici par la présence de l'eau qui constitue avec la végétation les facteurs environnementaux idéaux pour sa survie (Schweiz, 1915). Par ailleurs, la source de nourriture est également un paramètre qui explique la distribution de *G. palpalis palpalis* dont l'éclectisme alimentaire favorise l'adaptation à différents milieux écologiques (Baldry, 1980 ; Laveissière *et al.*, 2000). La présence des autres espèces comme *G. tabaniformis*, *G. fusca congolensis* et *G. tachinoides* traduit leur affinité pour des zones de forêt et des milieux ouverts représentés par le village Loaloa (Jordan, 1962, 1963).

Les cycles d'activité de ces quatre espèces ne sont pas identiques. En effet, l'espèce *G. palpalis palpalis* a une activité qui commence tôt et s'achève en début de soirée. Cette espèce présente deux pics d'activité. *G. tachinoides* présente une activité diurne à crépusculaire, avec un pic d'activité entre 12 heures et 14 heures. C'est la seule espèce parmi les quatre qui pourrait à avoir une activité crépusculaire. L'activité journalière de *G. tabaniformis* est bien étalée entre 10 heures et 16 heures et ne présente aucun pic d'activité. Contrairement aux autres espèces, celle-ci a une activité journalière concentrée dans la tranche horaire située entre 12 heures et 16 heures. Nos résultats mettent en exergue en partie l'importance de la luminosité sur l'activité des glossines comme l'avaient déjà indiqué divers auteurs travaillant sur ces insectes (Power, 1964, Challier, 1973). Bien que la plupart des auteurs s'accordent pour attribuer un grand rôle aux facteurs climatiques dans la détermination du cycle d'activité, les composantes principales des facteurs climatiques ne sauraient à elles seules expliquer le rythme d'activité. Lecompte (1968) annonce que chez les insectes, les interactions entre le ou les chronomètre (s) internes et les facteurs externes sont complexes. De plus, les modèles d'activité des insectes changent en fonction des zones géographiques, probablement en raison

des différences dans le climat, la méthodologie de prélèvement, l'état physiologique de l'insecte et/ou par rapport à la saison (Charlwood & Lopes, 1980, Mavoungou *et al.*, 2013).

CONCLUSION

Au total, cette première étude concernant les glossines dans le Parc National de l'Ivindo a permis de mettre en évidence quatre espèces de glossines dont *G. palpalis palpalis* vecteur majeur de la THA. Et la majorité des espèces capturées est constituée d'insectes biologiquement diurnes à l'exception de *G. tachinoides* qui a une activité pré-crépusculaire. Les connaissances sur les insectes hématophages constituent un élément important dans la lutte anti vectorielle, car ces insectes constituent un risque pour la santé humaine et animale. Mieux connaître la répartition des vecteurs, les risques de diffusion des pathogènes et leur évolution représente un enjeu majeur pour la mise en place d'une stratégie de contrôle de vecteurs. Aussi, ces résultats, bien que préliminaires invitent à présent à élaborer et de prendre en compte les stratégies de lutte et de contrôle des vecteurs de parasitoses. Ainsi, une étude plus approfondie mérite d'être effectuée afin de connaître la dynamique spatio-temporelle de ces insectes et de leur activité journalière.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique de l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET) et du Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV). Nous remercions Madame Pamela MOUROUNDOU pour la réalisation de la carte du milieu d'étude. Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse de Mr. Karl HENGA BOTSIKA BOBE, Mr. Clency MIKALA, Mr Ephrem NZENGUE, Mr. Nathaniel Koumba et Mr. Patrick ONDO OKAMA dont les remarques, suggestions et corrections ont permis d'améliorer ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- Allou, K., Acapovi-Yao, G., Kaba, D., Kosson-Vanga, H., Solano, P., Ngoran, K.E., 2009. Chorologie et infection par les trypanosomes de *glossina palpalis palpalis* dans la forêt du banco et ses reliques, Abidjan (Côte d'Ivoire). Parasite, 16, 289-295.
- Amsler, S., Filledier, J., 1994. Comparaison de différents systèmes de collecte avec deux types de pièges pour la capture des glossines et des Tabanidés. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 47 : 387-396.
- Baldry, D.A.T., 1980. Local distribution and ecology of *Glossina palpalis* and *G. tachinoides* in forest foci of west African human trypanosomiasis, with special reference to associations between peri-domestic tsetse and their hosts. Insect Sciences and its Application 1, 85-93.
- Brunhes, J., Cuisance, D., Geoffroy, B., Hervy, J.P., 1998. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Logiciel d'identification et d'enseignement. Eds ORSTOM, Montpellier, France.
- Challier, A., 1973. Écologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera-Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. Mém. ORSTOM 64, Paris.
- Courtin, F., Dupont, S., Zeze, D.G., Jamonneau, V., Sané, B., Coulibaly, B., Cuny, G., Solano, P., 2005. Trypanosomose Humaine Africaine : Transmission urbaine dans le foyer de Bonon (Côte d'Ivoire). Tropical Medicine and International Health, volume 10, n°4 : 340-346.
- Darchen, R., 1978. Les populations d'*Agelena consociata* Denis, araignée sociale, dans la forêt primaire gabonaise. Leur répartition et leur densité. Annales de sciences naturelles, Zoologie, Paris, 14 (2) : 19-26.
- Desquesnes M., Dia, M.L., Acapovi, G.L., Yoni, W., Foil, L., Pin, R., 2005. Les vecteurs mécaniques des trypanosomoses animales : Généralités, morphologie, biologie, impacts et contrôle. Identification des espèces les plus abondantes en Afrique de l'Ouest. Éditions Cirdes, Imprimerie de l'Avenir, Burkina Faso ; 68 pages.
- Djiteye, A., 1992. Aperçu sur l'efficacité comparative de différents pièges et odeurs contre les mouches piqueuses (Diptera : Tabanidae et Muscidae) d'importance vétérinaire. In :

Premier séminaire International sur les Trypanosomoses animales non transmises par les glossines, Annecy (France), 14-16 octobre 1992.

Djiteye, A., 1994. Efficacité comparée des différents types de pièges et / ou associations d'œdeurs sur les tabanides, stomoxes et glossines présentes en zone soudano-guinéenne (Mali) *G.m. submorsitans*, *G. tachinoides*, *G. p. gambiensis*. Résumé Rapport d'étape, LCV de Bamako (Mali).

FAO., 1990. Fao Agristat, Rome, 140 p

Foil, L.D., Gorham, J.R., 2000. Mechanical transmission of disease agents by arthropods. In: B.F. Eldridge and J.D. Edman, Medical Entomology. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 461-514.

Frezil, J.L., Carnevale, P., 1976. Utilisation de la carboglace pour la capture de *Glossina fuscipes quanzensis* Pires, 1948, avec le piège Challier-Laveissière. Conséquences épidémiologiques. *Cahiers ORSTOM*, Séries Ent Med et Parasitol, 14 : 225-233.

Garros, C., Gilles, J., Duvallet, G., 2004. Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *S. niger* (Diptera : Muscidae). Comparaison de populations de l'île de La Réunion. *Parasite.*, 11 : 329-332.

Gilles, J., 2005. Dynamique et génétique des populations d'insectes vecteurs. Les stomoxes, *Stomoxys calcitrans* et *Stomoxys niger niger* dans les élevages bovins réunionnais. Thèse Doctorat d'Université, Université de La Réunion, Saint-Denis, 2005.

Gilles J, David JF, Duvallet G, de La Rocque S, Tillard E. 2007. Efficiency of traps for *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger* on Reunion Island. *Medical and Veterinary Entomology.*, 21: 65-69.

Gouteux, J.P., Kienou, J.P., 1982. Observations sur les glossines d'un foyer forestier de trypanosomiase humaine en Côte d'Ivoire. Peuplement de quelques biotopes caractéristiques : Plantations, forêts et galeries forestières, en saison des pluies. *Cahiers ORSTOM*, série Ent Med et Parasitol. 20 : 41-61.

Hallé, N., 1964. Liste des Phanérogames et des Ptéridophytes des environs de Makokou, Kemboma et Bélinga. *Biologica Gabonica* 1 : 41-46.

Hallé, N., 1965. Seconde liste des Phanérogames et des Ptéridophytes du Nord-est du Gabon (Makokou, Bélinga, Mékambo). *Biologica Gabonica* 1 : 337-344.

Hladik, A., Hallé, N., 1973. Catalogue des Phanérogames du Nord-Est du Gabon (cinquième liste). *Adansonia*, 2 (13): 527-544.

Holmes, P.H., 1997. New approaches to the integrated control of trypanosomiasis. *Veterinary Parasitology*, 71 : 121-135.

Iret, Ecotrop, Unesco., 1987. Makokou, Gabon. Une station de recherche en écologie forestière tropicale : 52 pp.

Jaenson, T.G., Dos Santos, R.C., Hall, D.R., 1991. Attraction of *Glossina longipalpis* (Diptera: *Glossinidae*) in Guinea-Bissau to odor baited biconical traps. *Journal of Medical Entomology*. 28: 284-286.

Jordan, A.M., 1962. The ecology of the *fusca* group of tsetse flies (*Glossina*) in southern Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, 53: 355-385.

Jordan, A.M., 1963. The distribution of the *fusca* group of tsetse flies in Nigeria and west Cameroon. *Bulletin of Entomological Research*, 54: 307-323.

Kaba, D., 1990. Étude des glossines vectrices des trypanosomiases africaines et lutte antivectorielle au 43ème BIMA, Abidjan Port-Bouët, Côte d'Ivoire, Mémoire de DEA, CEMV, 2006, 70 p. FAO.

Lavessière, C., Grébaut, P., 1990. The trapping of tsetse flies (Diptera: *Glossinidae*). Improvement of a model: the Vavoua trap. *Tropical Medicine and Parasitology* 41 (2): 185-192.

Laveissière, C., Hervouët, J.P., 1991. La trypanosomiase humaine en Afrique de l'ouest. Épidémiologie et contrôle. Eds ORSTOM, collection Didactiques.

Laveissière, C., Grébaut, P., Herder, S., Penchenier, L., 2000. Les glossines vectrices de la trypanosomiase humaine africaine. Louis Jean éd., France, 246 p.

Lecompte, J., 1968. Les rythmes d'activité chez les Arthropodes. Annales Epiphytes, 19:121-131.

Legendre, L., Legendre, P., 1979. Écologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec, Montréal.

Maillot, L., 1953. Carte de la distribution probable des sous-espèces et variétés de *Glossina palpalis*. Échelle 1/28 000 000. ORSTOM, service cartographie, Paris.

Mavoungou, J.F., Jay-robert, P., Gilles, J., Atsame, E.A., Duvallet, G., 2008. Écologie des stomoxes (Diptera : Muscidae) au Gabon. I. Premier inventaire dans différentes zones écologiques. Parasite, 15: 27-34.

Mavoungou, J.F., Makanga, B., Acapovi, Y.G., Desquesnes, M., Mbatchi, B., 2012. Chorologie des Tabanidae (Diptera) dans la réserve de Biosphère IPASSA-MAKOKOU (GABON) en saison des pluies. Parasite., 19: 165-171.

Mavoungou, J.F., Acapovi-Yao G.L., Kohagne, T.L., Zinga, K.R.C., Mbang, N.O.A, Obame, O.P.K., Mbatchi, B., Gilles, J., Duvallet, G., 2013. Influence du degré de perturbation du milieu sur l'activité journalière des *stomoxys spp.* (Diptera : Muscidae) au Nord-Est du Gabon. Revue Cames, vol. 01, 54-60.

Mihok, S., Kangethe, E.K., Kamau, G.K., 1995. Trials of Traps and Attractants for *Stomoxys spp.* (Diptera, Muscidae). Journal of Medical Entomology., 32 (3): 283-289.

Mihok, S., 2002. The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. Bulletin of Entomological Research, 92: 385-403.

Oldroyd, H., 1952. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. British Museum (Natural History), London. vol. I, 226 p.

Oldroyd, H., 1954. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. British Museum (Natural History), London. Vol. II, 341p.

Oldroyd, H., 1957. The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region. British Museum (Natural History), London. Vol. III, 489p.

Oldroyd, H., 1973. Tabanidae in Smith (K. G. V.): Insects and other arthropods of medical importance. British Museum. (Natural History), London, 195-202.

OMS, 1998. *Control and surveillance of African Trypanosomiasis*. Report of a WHO Expert Committee, WHO Technical Report Series 881.

Pollock, J.N., 1992. Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1 : Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. F.A.O; Rome, 310 p.

Power, R.J.E., 1964. The activity pattern of *Glossina longipennis* Corti (Diptera: Muscidae). Proceedings of the Royal Entomological Society of London (A) 39: 5-14.

Schwetz, J., 1915. Preliminary note on the general distribution of *Glossina palpalis* in Lomani district, Belgian, Congo. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 1915, 9, 513-526.

Solano P, Bouyer J, Itard J, Cuisance D. 2010. The cyclical vectors of trypanosomes. Infectious and parasitic diseases of livestock., 13: 155-183.

WHO-WORLD HEALTH ORGANIZATION., 2006. Weekly epidemiological record-Relevé Epidémiologique hebdomadaire, 81 (8), 69-80.

Wilks, C., 1990. La conservation des écosystèmes forestiers du Gabon. Programme pour les forêts tropicales, UINC/CCE : 125 pp.

Zinga, K.R.C., Bouyer, J., Mavoungou, J.F., Acapovi-Yao, G.L., Kohagne, T.L., Mbang, N.O.A., Ondo, K.P.O., Mutambwe, S., 2013. Évaluation de la diversité des diptères hématophages dans une clairière marécageuse du Gabon à l'aide des pièges Vavoua et Nzi. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 66 (3) : 91-96.

Zinga, K.R.C., Acapovi yao, G.L., Mavoungou, J.F., Tongue, K., Mbang, N.O.A., Obame, O.K.P., Shango, M., 2013. Influence de la saison sur l'écodistribution des glossines, tabanides, stomoxes du Baï de Momba Makokou, Gabon. Agron. Afr., 25 : 149-158.

Zumpt F., 1973. The Stomoxinae biting flies of the world. Taxonomy, biology, economic Importance and control measures. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart*, 175 p.

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE SUR L'ACTIVITE JOURNALIERE DES MOUCHES PIQUEUSES DANS LE PARC NATIONAL DE MOUKALABA DOUDOU ET PARC NATIONAL DE L'IVINDO

L'étude de l'activité journalière des mouches piqueuses en l'occurrence des glossines dans les deux parcs nationaux a permis de montrer que ces insectes sont actifs en grande partie durant la journée.

En effet, dans le parc national de l'Ivindo, les quatre espèces de glossines identifiées à savoir *Glossina palpalis palpalis*, *G. tachinoides*, *G. fusca congolensis* et *G. tabaniformis* ont présenté un pic d'activité en milieu de journée entre 12 heures et 14 heures. Les cycles d'activité de ces quatre espèces ne sont pas identiques. *G. palpalis palpalis* a une activité qui commence tôt et s'achève en début de soirée avec deux pics d'abondance. *G. tachinoides* a présenté une activité diurne à crépusculaire, avec un pic d'activité vers 12 heures et 14 heures. L'activité journalière de *G. tabaniformis* est bien étalée entre 10 heures et 16 heures et ne présente aucun pic d'abondance contrairement aux autres espèces. En ce qui concerne *G. tabaniformis*, il a une activité journalière concentrée dans la tranche horaire située entre 12 et 16 heures.

Cependant dans le parc national de Moukalaba, seul *G. fuscipes fuscipes* a été étudié. Sur l'ensemble des biotopes prospectés dans ce parc *G. fuscipes fuscipes* a présenté un cycle d'activité unimodal avec un pic d'activité entre 12 heures et 14 heures. Ces résultats mettent en exergue en partie l'importance de la luminosité et des heures chaudes de la journée sur l'activité des glossines comme l'avaient déjà indiqué divers auteurs travaillant sur ces insectes (Power, 1964, Challier, 1973).

La compréhension des rythmes circadiens constitue donc un facteur épidémiologique essentiel dans la mise en place d'une stratégie de contrôle efficace contre les vecteurs de maladie et l'occurrence les tabanides, stomoxes et glossines (Le Berre, 1966, Acapovi, 2005). Ainsi, nous avons conduit une étude sur les taux d'infection des glossines afin d'identifier les différents parasites en l'occurrence les trypanosomes auxquels sont exposés les populations humaines et animales dans ces biotopes.

CHAPITRE III : TAUX D'INFECTION DES MOUCHES PIQUEUSES

DANS LE PARC NATIONAL DE L'IVINDO

**ARTICLE 9 : ETUDE PRELIMINAIRE DE L'INFESTATION DES
GLOSSINES PAR LES TRYPANOSOMES DANS LE BAÏ DE MOMBA
(NORD-EST GABON)**

**(ARTICLE PUBLIE DANS LA REVUE AGRONOMIE AFRICAINE, 2015, 27(2) : 95-
104)**

**ETUDE PRELIMINAIRE DE L'INFESTATION DES GLOSSINES PAR
LES TRYPANOSOMES DANS LE BAÏ DE MOMBA (NORD-EST
GABON)**

C.R Zinga Koumba ^{1,2} , O.A. Mbang Nguema ³, G.L Acapovi Yao ⁴, Mutambwe Shango², J.F. Mavoungou ^{1,3}

¹Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), BP 13354, Libreville, Gabon

²Ecole Régionale Postuniversitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), BP 15373, Kinshasa, R. D. Congo

³Université des Sciences et Techniques de Masuku, BP 941, Franceville, Gabon

⁴Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences 22, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Auteur correspondant : Christophe Roland. ZINGA-KOUMBA

Email : zinga.koumba@yahoo.fr, Téléphone : 00 241 04 40 4923

Résumé

Une étude préliminaire entomo-parasitologique a été effectuée pendant la grande saison sèche dans et autour du *baï* de Momba (nord-est Gabon) pour examiner les espèces de trypanosomes transmis par les glossines. Les glossines ont été capturées à l'aide des pièges Vavoua et Nzi. Les infections par les trypanosomes ont été recherchées à l'aide d'un microscope au niveau des glandes salivaires, proboscis et intestins moyens des glossines. Au total six espèces de glossines ont été identifiées : *Glossina palpalis palpalis*, *G. nashi*, *G. fusca congolensis*, *G. tachinoides*, *G. frezili* et *G. fuscipes fuscipes*. Le taux global d'infection des glossines disséquées et observées au microscope est estimé à 30 %. L'infestation du *baï* de Momba par des glossines portant des trypanosomes témoigne de l'existence d'un risque trypanosomien et suggère ainsi l'établissement d'un cycle de transmission Animal-Glossine-Homme dans ce milieu.

Mots clés : *Glossina*, *T. vivax*, *T. congolense*, *baï* de Momba, Gabon, trypanosomoses

Abstract: Preliminary study of infection of tsetse by trypanosomes in the baï of Momba (northwest Gabon)

A preliminary study of insect parasitology was carried out during the long dry season in and around the baï of Momba (north-east Gabon) to examine the species of trypanosomes transmitted by tsetse flies. The flies were captured using Vavoua and Nzi traps. Infections by trypanosomes were investigated using a microscope to check the salivary glands, the proboscis and the midgut of tsetse flies. In total six tsetse species were identified: *Glossina palpalis palpalis*, *G. nashi*, *G. fusca congolensis*, *G. tachinoides*, *G. frezili* and *G. fuscipes fuscipes*. The overall rate of infection of flies was estimated at 30%. The infestation of Bai Momba by flies carrying trypanosomes demonstrates the existence of a trypanosomian risk and thus suggests the establishment of a transmission cycle Human-Animal-Glossina in this environment.

Key words: tsetse flies, *T. vivax*, *T. congolense*, *baï* of Momba, trypanosome

INTRODUCTION

La Organisation mondiale de la santé estime qu'en Afrique, 60 millions de personnes sont soumises au risque de trypanosomose humaine africaine (THA) ou maladie du sommeil (Cattand, 2001). Aussi, ce risque est-il fortement lié, en Afrique Centrale et en Afrique de l'Ouest, à la fois à la présence des réservoirs de parasites (hommes et animaux) et au contact des glossines ou mouche tsé-tsé (Diptères, Glossinidae) qui sont les vecteurs biologiques de la THA (Gouteux, 2005).

Au Gabon, les clairières forestières jouent un rôle majeur dans le maintien de la diversité biologique (Vande weghe, 2006). Ces milieux sont des sites très prisés par les touristes et les populations locales (Vande weghe, 2006 ; Noupa et Nkongmeneck, 2008). De plus, dans ces clairières, les glossines sont omniprésentes. En effet, les études antérieures conduites par Zinga *et al.* (2013a, 2013b) dans le baï de Momba (Nord-est Gabon) ont montré une importante population de glossines incluant sept espèces (*Glossina palpalis palpalis*, *G. nashi*, *G. fusca congolense*, *G. fuscipes fuscipes*, *G. tachinoides*, *G. frezili* et *G. tabaniformis*). Ces insectes sont des vecteurs majeurs biologiques et / ou mécaniques de la THA (Kohagne *et al.*, 2011). Par ailleurs, l'un des indices qui représentent l'expression d'un contact de la glossine avec un réservoir de parasites est le taux d'infection (Gouteux, 2005). La détermination de cet indice autorise par déduction l'évaluation des possibilités des mouches tsé-tsé à se nourrir sur les personnes et les animaux et également à leur transmettre, dans certaines conditions les trypanosomes (Bosson-Vanga *et al.*, 2012). De plus, le taux d'infection des glossines par les trypanosomes fournit des renseignements sur la transmission de la maladie. Ce taux participe par conséquent à la compréhension de l'épidémiologie des trypanosomoses humaines et animales (Gouteux, 2005).

Bien que l'importance écologique, biologique et écotouristique des clairières soit connue au Gabon, actuellement nous ne disposons d'aucune information relative aux infections des glossines par les trypanosomes (Vande weghe, 2006 ; Mavoungou, 2007). Pourtant ces insectes peuvent représenter un risque majeur pour la santé humaine et animale par leur nuisance directe (Kohagne *et al.*, 2011 ; Mavoungou *et al.*, 2012). Ils sont impliqués dans la transmission de plusieurs maladies dont les trypanosomoses humaine et animale africaines (Courtin *et al.*, 2005 ; Kaba, 2006 ; Allou *et al.*, 2009). Par ailleurs, la meilleure valorisation de ces milieux biologiques sur le plan écotouristique passe également par la connaissance de ces insectes et de leur infection par divers agents pathogènes. De plus, ces

informations sont indispensables dans la mise en place d'un programme de lutte anti-vectorielle.

Pour recueillir les données sur l'infection des glossines par les trypanosomes, une enquête entomo-parasitologique a été réalisée dans la baï de Momba. L'objectif de cette étude a été d'identifier les différentes espèces de trypanosomes susceptibles d'infecter les animaux, les touristes et les populations locales; et d'identifier les glossines qui pourraient jouer un rôle majeur dans la transmission de ces pathogènes.

MATERIELS ET METHODES

SITE D'ETUDE

L'étude a été réalisée au baï de Momba (0,027° de lat. N et 13,424° de long. E), situé dans le nord-est du Gabon à environ 160 kilomètres de la ville de Makokou (Zinga *et al.* 2013a ; 2013b). Cette clairière est entourée par une forêt primaire bien conservée. Le climat de cette région est de type équatorial, caractérisé par la double alternance de saisons sèches (de mi-décembre à mi-mars, puis de mi-juin à mi-septembre) et de saisons des pluies (de mi-mars à mi-juin, puis de mi-septembre à mi-décembre). La température moyenne est de 24 °C avec un minimum de 21,7 °C en juillet et un maximum de 25 °C en avril. Les amplitudes thermiques annuelles et journalières sont faibles (environ 3,3 °C). La pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 1 700 mm, les plus fortes précipitations ayant lieu en octobre et novembre, puis de mars à mai (38).

Le paysage de cette clairière est caractérisé par une végétation dominée par des Cyperaceae, des Poaceae et des Rubiaceae (Zinga *et al.*, 2013a). La grande faune est représentée par plusieurs espèces de mammifères dont l'éléphant (*Loxodonta africana cyclotis*), le buffle (*Syncerus caffer nanus*) et le sitatunga (*Tragelaphus spekei*).

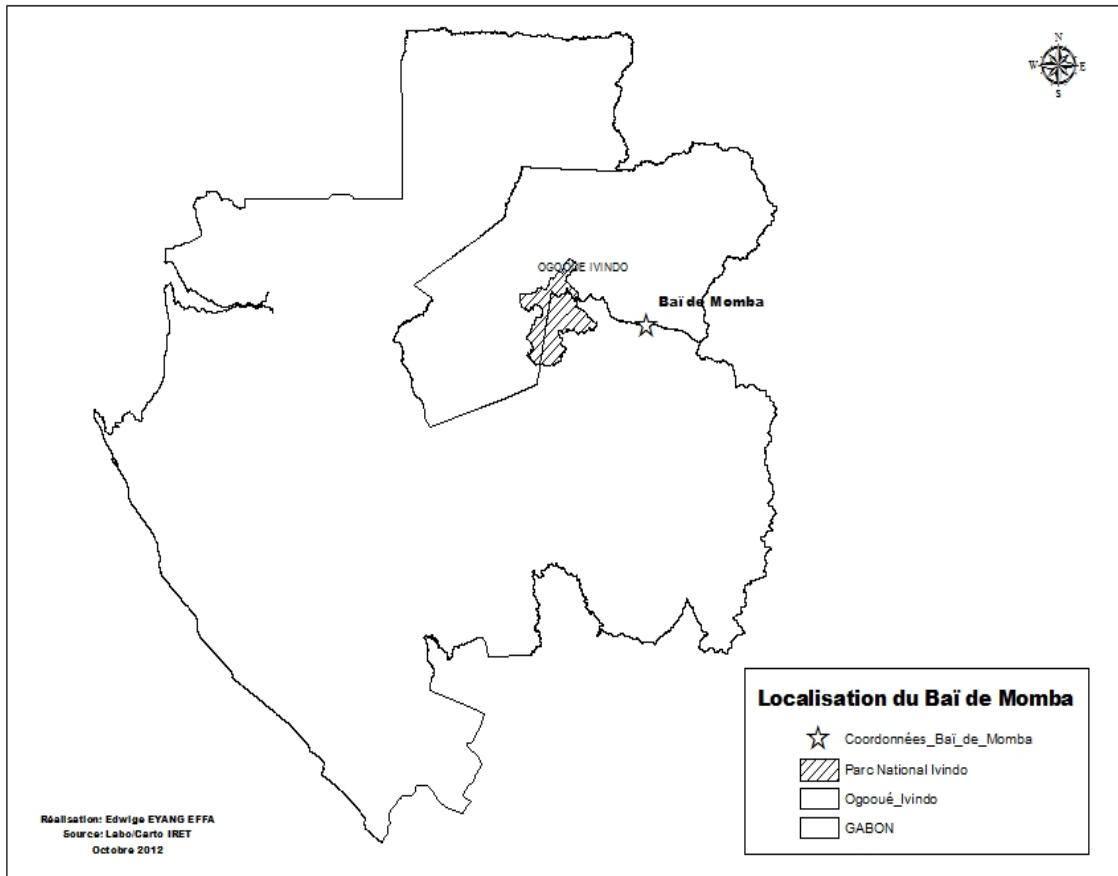


Figure 1 : Localisation du site d'étude

CAPTURE DES GLOSSINES

Deux types de pièges ont été utilisés pour maximiser les captures : le piège Vavoua (Laveissière et Grébaut, 1990) et le piège Nzi (Mihok, 2002).

Le piège Vavoua est un piège monoconique mis au point par Laveissière et Grébaut (1990) dans le foyer forestier de Vavoua en Côte d'Ivoire pour lutter contre les glossines. Ce piège est constitué d'un cône en tulle moustiquaire qui coiffe trois écrans se coupant à 120° (Laveissière et Grébaut, 1990). La partie centrale de chaque écran est noire et la partie externe bleue phtalogène (Figure 2). Le piège est fixé au sol par un piquet en bois, fer de béton, bambou, etc. Il mesure 80 centimètres de diamètre et 118 centimètres de hauteur (Bouyer *et al.*, 1991). Le principe de ce piège est l'attractivité visuelle (Bouyer *et al.*, 2002). Celle-ci dépend principalement de la longueur d'onde du rayonnement réfléchi et repose sur le jeu de deux couleurs ; le bleu phtalogène attire l'insecte et le noir favorise la pose de ce dernier (Laveissière et Grébaut, 1990, Bouyer *et al.*, 1991).

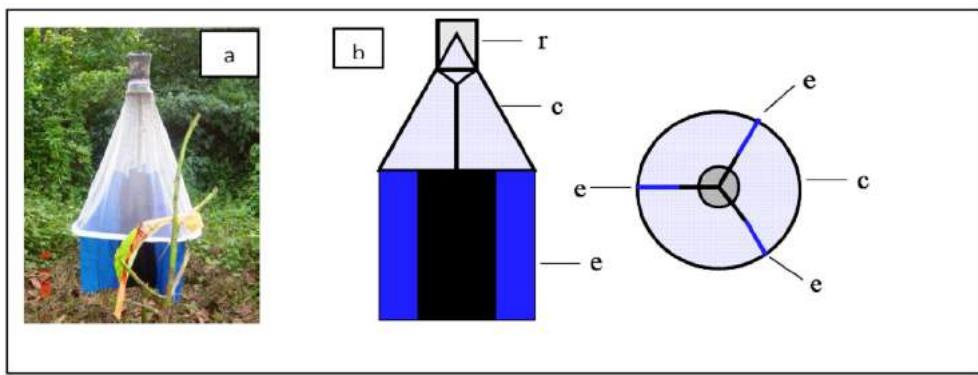


Figure 2 : Piège vavoua :(a) *Piège Vavoua en activité*, (b) schéma d'un piège Vavoua (vue de face et vue de dessus) ; [c = cône de tulle moustiquaire, e = écran en tissu noir et bleu phthalogène, r = récipient de capture]. (Photographie : J. F. Mavoungou, 2007)



Figure 3 : Piège Nzi

Au total, deux types de biotopes ont été prospectés : le *baï* et la forêt attenante à ce *baï*. Dans chacun de ces biotopes, 5 pièges Vavoua et 5 pièges Nzi ont été posés dans une séquence d'un piège Vavoua et un piège Nzi distant l'un de l'autre d'environ 50 m pour éviter des interactions entre les pièges. Les pièges ont été activés le matin avant 7 heures et relevés le soir après 17 heures durant 7 jours consécutifs. Lors de la relève des pièges, les cages de capture ont été étiquetées avec le numéro du piège et ramenées au laboratoire pour identification. Toutes les captures ont été réalisées pendant la grande saison sèche c'est à dire en mi-juin, période très prisée par les touristes.

IDENTIFICATION DES GLOSSINES ET DES TRYpanosomes

Au laboratoire, les glossines ont été séparées des autres spécimens, puis dénombrées et identifiées sous une loupe binoculaire à l'aide des clefs d'identification publiées par Pollock (1992) et à l'aide du logiciel d'identification des glossines de Brunhes et al. (1998). La forme des forcipules inférieures ont été utilisé pour mieux distinguer *G. palpalis palpalis* de *G. fuscipes fuscipes*.

Toutes les glossines identifiées ont été ensuite disséquées dans une goutte de salin (NaCl 9%) sous la loupe binoculaire afin d'isoler le proboscis, les glandes salivaires et l'intestin moyen. Les infections par les trypanosomes ont été recherchées à l'aide d'un microscope au niveau de ces organes selon la méthode décrite par Lloyd et Johnson (1924). L'espèce de trypanosome a été définie sur le terrain en fonction de sa localisation dans ces organes. Ainsi, une infection du proboscis seul correspond à *T. vivax*, celles des glandes salivaires à *T. brucei* et celle du proboscis et de l'intestin moyen à *T. congolense* (Allou et al., 2009). Par ailleurs, ces organes (positifs et négatifs) ont été ensuite collectés séparément dans des tubes Eppendorf contenant 50µl d'éthanol dilué à 70% pour des analyses moléculaires ultérieures en vue de l'identification des espèces de trypanosomes. Les repas de sang frais ou légèrement digérés contenus dans l'intestin de ces glossines ont été collectés sur des disques de papier wattman n° 2 (2cm²) et conservés dans du silicagel à sec pour des analyses ultérieures en vue de l'identification de l'origine du repas de sang.

ANALYSE DES DONNEES

L'abondance de chaque espèce de glossines identifiées a été traduite par sa densité apparente par piège et par jour (DAP) calculé ainsi qu'il suit :

$$DAP = \frac{\text{Nombre de mouches capturées}}{\text{Nombre de pièges} \times \text{Nombre de jours de capture}}$$

Le taux d'infection (TI) définie selon la formule suivante : TI = (nombre de glossines infectées x 100)/ nombre total de glossines disséquées, a été calculé. Aussi, le test du X^2 a-t-il été effectué pour comparer la distribution de ces glossines suivant les biotopes prospectés.

RESULTATS

Au total, 664 glossines ont été capturées dans les deux biotopes prospectés dont 495 (74,48%) à l'intérieur du *baï* et 169 (25,45%) autour du *baï* (forêt attenant au *baï*). Ces mouches ne sont pas uniformément reparties dans les deux biotopes. En effet, la densité apparente par piège et par jour (DAP) a été de 7,04 G/P/J à l'intérieur du *baï* et de 2,44 G/P/J dans la forêt attenant au *baï*. Il existe aucune différence significative dans la distribution de ces insectes à travers les deux milieux prospectés ($t_{138}=1,73$; $P\text{-value}=0,08>0,05$). Le maximum de glossines a été capturé avec les pièges Vavoua (72%) et le minimum avec les pièges Nzi (28%).

COMPOSITION SPECIFIQUE

Au total six espèces de glossines ont été identifiées avec des DAP variables suivant l'espèce : *G. palpalis palpalis* (DAP=4,13G/P/J), *G. nashi* (DAP=2,91G/P/J), *G. fusca congolensis* (DAP=1,4G/P/J), *G. tachinoides* (DAP=0,44G/P/J), *G. frezili* (DAP=0,31G/P/J) et *G. fuscipes fuscipes* (DAP=0,29G/P/J) (Figure 4). *G. palpalis palpalis* et *G. nashi* ont été les espèces les plus abondantes dans notre zone d'étude. Les autres espèces ont été faiblement représentées (Figure 5).

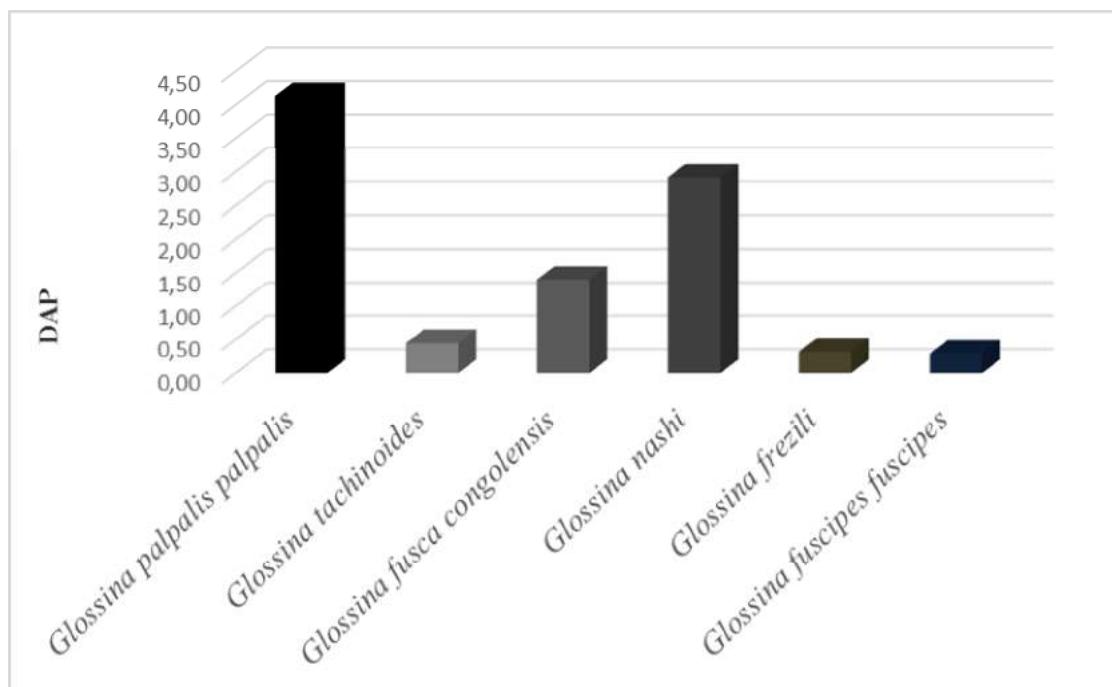


Figure 4 : Densité apparente par piège des glossines capturées/ Apparent density of the captured flies per trap

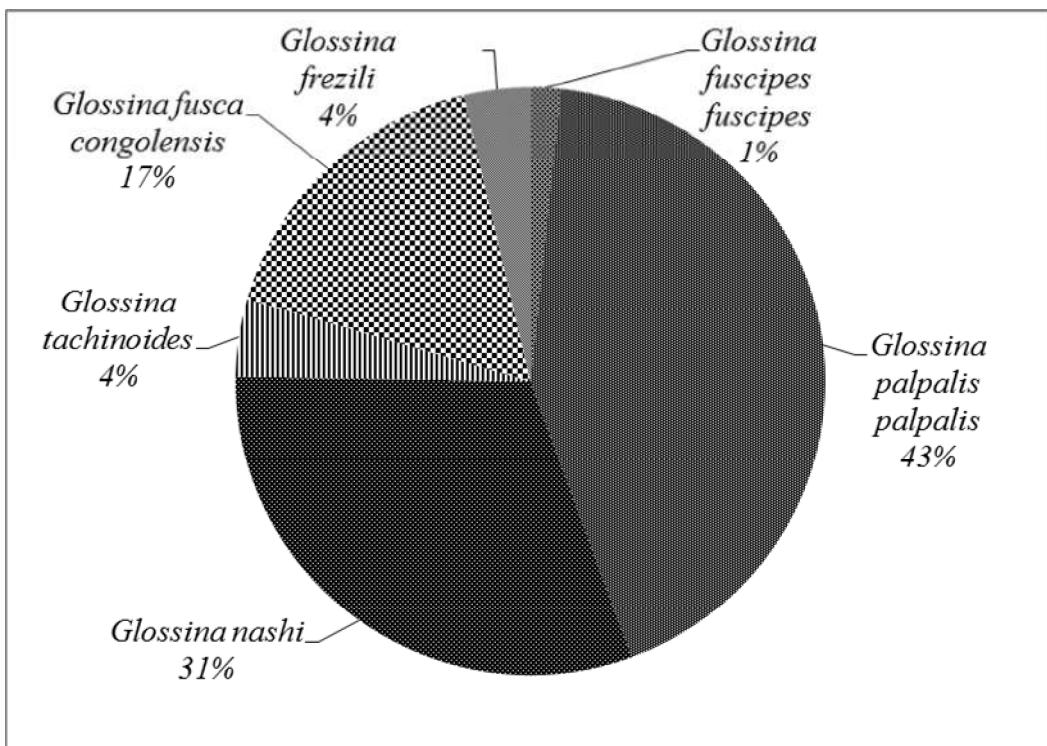


Figure 5 : Répartition spécifique des espèces de glossines capturées

Les six espèces capturées appartiennent aux sous-genres *Nemorhina* (51,20%) et *Austenina* (48,8%). Le sous genre *Nemorhina* a été représenté par trois espèces à savoir *G. palpalis palpalis* (43%), *G. fuscipes fuscipes* (1%) et *G. tachinoides* (4%). Le sous genre *Austenina* a été également représenté par trois espèces : *G. frezili* (4%), *G. fusca congolensis* (17%) et *G. nashi* (31%).

TAUX D'INFECTION TRYpanosomiEN

Toutes les glossines capturées ont été disséquées. Cependant, seuls les organes issus de la dissection de 10 glossines ont pu être observés au microscope du fait d'un défaut de fonctionnement de cet appareil qui n'a pas supporté la charge électrique fournit par le groupe électrogène.

Les organes de trois glossines se sont avérés infectés de trypanosomes, soit un taux d'infection de 30% (3 glossines infectées/10 glossines disséquées et observées au microscope). Les glossines infectées ont été respectivement *G. nashi* (une mouche parasitée au niveau de l'intestin seul) et 2 mouches de la sous-espèce *G. palpalis palpalis* dont l'une parasitée au niveau de l'intestin seul et l'autre au niveau du proboscis seul.

DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude constituent les premières données relatives à l'infection des glossines par des trypanosomes dans le *baï* de Momba. Ces résultats ne peuvent être considérés comme exhaustifs, car l'étude a été effectuée seulement pendant la grande saison sèche et durant une période relativement courte. Cependant, les pièges Nzi et Vavoua qui ont été utilisés au cours de cette étude ont présenté l'avantage de capturer le groupe cible à savoir les glossines (Laveissière et Grebaut, 1990 ; Mihok, 2002 ; Acapovi, 2005). Le piège Vavoua a montré une affinité supérieure au piège Nzi pour la capture des glossines. En effet, le maximum de capture a été observé avec les pièges Vavoua et le minimum avec le piège Nzi. Ces résultats corroborent ceux obtenus par plusieurs auteurs qui ont montré une efficacité supérieure des pièges Vavoua par rapport au piège Nzi pour la capture des glossines (Mihok, 2002, Desquesnes *et al.*, 2005).

Cette étude a permis également de mettre en évidence la présence des trypanosomes chez les glossines. Malgré les limites que peut présenter la méthode de détermination des trypanosomes selon leur localisation au sein de la mouche tsé-tsé, cette méthode s'avère-t-elle pratique sur le terrain à cause de sa simplicité et de sa rapidité (Bosson *et al.*, 2012). Cependant, bien que l'efficacité de la méthode de détermination des trypanosomes selon leur localisation dans les organes des glossines (glandes salivaires, proboscis et intestin moyen) (Itard, 1986 ; Bosson *et al.*, 2012) soit avérée, la caractérisation des trypanosomes par la PCR en utilisant les amores spécifiques auraient permis d'identifier les infections à trypanosomes (toutes espèces confondues) en infection mature ou immature. En effet, les études antérieures conduites par plusieurs auteurs ont permis, à l'aide de la PCR, de confirmer l'identification des trypanosomes mais de manière spécifique chez les glossines, après dissection des organes cibles et identification au microscope (Moser *et al.*, 1989 ; Kazadi *et al.*, 2000 ; Courtin *et al.*, 2005 ; Bosson *et al.*, 2012). La PCR permettrait d'identifier plus spécifiquement les espèces de trypanosomes que la microscopie, et de faire la différence entre les types de ces espèces de trypanosomes (Bosson *et al.*, 2012).

La richesse de l'entomofaune en un lieu se traduit par une plus ou moins grande diversité des espèces présentes (Desquesnes *et al.*, 2005 ; Kohagne *et al.*, 2011 ; Zinga *et al.*, 2013a, 2013b, 2014a, 2014b, Dibakou *et al.*, 2014 ; Mounioko *et al.*, 2015). Aussi, l'infestation d'un milieu par les glossines est-elle conditionnée par la présence des facteurs environnementaux adéquats (température comprise entre 15°C et 25°C, luminosité, humidité

relative), des vertébrés hôtes nourriciers (Kohagne *et al.*, 2010 ; Solano *et al.*, 2010) et d'une végétation dense (Laveissière C & Hervouët, 1991). Ces conditions sembleraient se retrouver dans les deux biotopes prospectés et expliqueraient la distribution des glossines qui y est observée. Cependant, le maximum d'individus a été obtenu à l'intérieur du *baï*, et cette situation particulière pourrait s'expliquer par la présence quasi permanente d'animaux sauvages dans ce milieu (Noupa et Nkongmeneck, 2008, Zinga *et al.*, 2013a) qui constituent une source de repas de sang (Kohagne *et al.*, 2010) disponible toute l'année. Par ailleurs, la présence d'une rivière (lieu d'abreuvement des animaux) à l'intérieur du *baï* expliquerait également la forte abondance de ces insectes dans ce milieu. La faible richesse spécifique des glossines ainsi observée pourrait s'expliquer par le fait que notre étude s'est déroulée pendant la grande saison sèche et durant une période relativement courte à une saison unique, et à l'aide de deux types de piège uniquement. En effet, des études précédentes ont montré que l'association de plusieurs types de pièges et l'ajout d'un attractif augmenteraient significativement les captures (Jaenson *et al.*, 1991 ; Amsler & Filledier, 1994 ; Mihok *et al.*, 1995 ; Mihok, 2002).

Les espèces de glossines capturées dans le *baï* de Momba sont des espèces aux caractères alimentaires anthrophiles, zoophiles, ubiquistes et sont impliquées dans la transmission de la THA (Pollock, 1992 ; Desquesnes, 2005 ; Kohagne *et al.*, 2010). En effet, *G. palpalis palpalis* et *G. tachinoides* sont deux espèces appartenant au groupe *palpalis* (Pollock, 1992). Les mouches appartenant à ce groupe sont réputées être de bons vecteurs des trypanosomes du sous genre *Trypanozoon* (Pollock, 1992). De plus, on a noté la présence de *G. fuscipes fuscipes* qui est également un vecteur majeur de la THA (Mbida *et al.*, 2009). La présence des glossines infectées confirme l'endémisation des trypanosomoses dans la région dont l'espèce *Trypanosoma vivax* est mise en évidence ici par l'infestation seule du proboscis de *G. nashi* et *G. palpalis palpalis*. L'infection de *G. palpalis palpalis* au niveau de l'intestin et du proboscis pourrait supposer la présence de *Trypanosoma congolense* dans ce biotope.

L'infestation du *baï* de Momba dans le bassin de l'Ivindo autrefois endémique de trypanosomose humaine africaine ou maladie du sommeil (Milleliri *et al.*, 2009) pourrait présumer une possible endémisation de cette parasitose dans cette localité avec les animaux sauvages comme réservoirs (Njiokou *et al.*, 2006). En effet, des études antérieures conduites dans cette région par Mavoungou *et al.* (2008) ont montré que les insectes hématophages en particulier les stomoxes prennent leurs repas sanguins sur plusieurs hôtes vertébrés tels que le

Chat doré (*Caracal aurata*), le singe Moustac (*Cercopithecus cephus*), le Céphalophe à dos noir (*Cercopithecus mona pogonias*), le porc (*Sus scrofa domestica*), le Pangolin géant (*Manis gigantea*), la Mangouste (*Bdeogale nigripes*) et l'homme (*Homo sapiens*) qui sont des réservoirs de parasites. Or les *baï* sont des milieux biologiques riches en sels minéraux et très prisés par ces animaux (Noupa et Nkongmeneck, 2008, Zinga *et al.*, 2013a). En outre, les glossines auront tendance à prendre leur repas de sang sur la faune environnante et si possible sur l'homme. Finalement, l'une des conséquences majeures de ce genre de comportement sera probablement les échanges de pathogènes entre l'homme, la faune et le milieu (Shope 1991 ; Haines, 1991 ; Epstein *et al.*, 1993). La nature de ces infections est à rapprocher de l'analyse des repas sanguins afin d'identifier les potentiels réservoirs de ces pathogènes (De La Rocque, 2003).

CONCLUSION

Cette étude, bien que préliminaire, nous a permis d'identifier les espèces de glossines présentes dans le baï de Momba et les espèces de trypanosomes que peuvent transmettre ces insectes. Au total, deux espèces de trypanosomes à savoir *Trypanosoma congolense* et *Trypanosoma vivax* ont pu être identifiées sur le terrain à l'aide de la méthode de détermination des trypanosomes selon leur localisation au sein de la glossine. Les espèces de glossines capturées ont été représentées par *G. palpalis palpalis*, *G. nashi*, *G. fusca congolensis*, *G. tachinoides*, *G. frezili* et *G. fuscipes fuscipes*.

La valorisation de cet espace forestier comme site écotouristique pourrait favoriser la résurgence de parasitoses par le biais des insectes vecteurs comme les glossines qui permettraient des échanges de parasites entre les animaux et les hommes. Par ailleurs, la présence des glossines infectées par les trypanosomes dans cette zone témoigne de l'existence d'un risque trypanosomien et suggère davantage d'investigations afin de préciser les différentes espèces de trypanosomes qui y circulent. Les informations qui découlent de ces investigations nous permettront de mettre en place des stratégies de lutte ciblée et efficaces contre ces parasites et ces insectes.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à l'appui financier, institutionnel et logistique de l'Union Européenne via le projet ACP-FORENET, l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET), l'Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrée des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), la bourse de Wallonie Bruxelles International, la bourse de CEEAC/PACEBO, et le Laboratoire d'Ecologie Vectorielle (LEV). Merci à Nicolas EMBA YAO et à Stéphane ESSASOU BADJI pour leur aide technique sur le terrain.

Nos sincères remerciements sont dirigés à l'adresse de CAMILLE RAYNA BELL, MOUNIOKO Franck, DIBAKOU Serge Ely, NZENGUE Ephrem, HENGA BOTSIKA BOBE Karl Bader, KOUUMBA Nathaniel, ONDO OKAMA Patrick, MIKALA OKOUYI Clency et LOEMBA Curtis Vianney dont les suggestions, remarques et corrections ont permis de bichonner ce manuscrit.

RÉFÉRENCES

- Acapovi-Yao .G.L. 2005. Identification et bioécologie des Tabanidés, vecteurs mécaniques potentiels de la transmission de la trypanosomose bovine dans les régions de savanes en Côte-d'Ivoire (Odienné et Korhogo). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan (Côte-d'Ivoire), 147 p.
- Allou K., Acapovi-Yao G., Kaba D., Kosson-Vanga H., Solano P. et Ngoran K.E. 2009. Chorologie et infection par les trypanosomes de *glossina palpalis palpalis* dans la forêt du banco et ses reliques, Abidjan (Côte d'Ivoire). *Parasite*. 16 : 289-295.
- Amsler S. et Filledier J. 1994. Attractivité pour les Tabanidae de l'association métacrésol/octénol : Résultats obtenus au Burkina Faso. *Revue Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays Tropicaux*. 47 : 93-96.
- Bosson-Vanga A.H., Acapovi-Yao G., Kaba D., Dofini F., Coulibaly B., Nodri Louis. et Koné M. 2012. Infection de *Glossina palpalis palpalis* par les trypanosomes le long du fleuve Comoé dans la région d'Abengourou (Côte d'Ivoire). *Journal des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques*. 13(1) : 31-37.

Bouyer J., Desquesnes M., Kaboré I., Lamine D.M., Gilles J., Yoni W. et Cuisance D. 2005. Les trypanosomoses Animales Africaines : Le piégeage des insectes vecteurs. CIRDES

Brunhes J., Cuisance D., Geoffroy B. et Hervy J. P. 1998. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Logiciel d'identification et d'enseignement. Editions ORSTOM, Montpellier, France

Cattand P. 2001. Donnez-moi deux bombardiers ou cinq hélicoptères. *Médecine Tropicale*. 61 : 311-312.

Courtin F., Dupont S., Zeze D. G., Jamonneau V., Sané B., Coulibaly B., Cuny G. et Solano P. 2005. Trypanosomes Humaine Africaine : Transmission urbaine dans le foyer de Bonon (Côte d'Ivoire). *Tropical Medicine and International Health*. 10(4) : 340-346.

Cuisance D. 2001. Glossines et Trypanosomes. Document pour servir au cours.

De La Rocque S., Michel J.F, Cuisance D., De Wispelaere G., Solano P., Augusseau X., Arnaud M. et Guillobez S. 2001. Le risque trypanosomien : une approche globale pour une décision locale. CIRAD.

De la Rocque S. 2003. Épidémiologie des Trypanosomoses Africaines : Analyse et prévision du risque dans des paysages en transformation. Le Courrier de l'environnement n°49, juin.

Desquesnes M., Dia M.L., Acapovi G.L. et Yoni W. 2005. Les vecteurs mécaniques des Trypanosomoses animales. *Edition Cirdes*. 69 p.

Dibakou E.S., Mounioko F, Zinga-Koumba C R., Mbang-Nguema O.A., Acapovi-Yao G. et Mavoungou J.F. 2015. Distribution des Glossines vecteurs de la Trypanosomose humaine africaine dans le Parc National de Moukalaba Doudou (Sud-ouest Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, 86:7957-7965.

Doutoum A., Delafosse A., Elsen P. et Amsler-Delafosse S. 2002. Vecteurs potentiels de Trypanosoma evansi chez le dromadaire au Tchad oriental. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. 55 (1) : 21-30.

Epstein P.R., Ford T.E. et Colwell R.R. 1993. Marine ecosystems: emerging diseases as indicators of change. *Lancet*. 342: 1216-1219.

Gouteux J.P. 2005. Evaluation du risque dans la maladie du sommeil : apport de la modélisation mathématique. *Parasite*. 12: 259-264.

Haines A. 1991. Global warming and health. *British Medical Journal*. 302: 669-670.

Itard J. 1986. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Etude et synthèse de L.D.E.M.V.T.

Jaenson T.G., Dos Santos R.C. et Hall D.R. 1991. Attraction of *Glossina longipalpis* (Diptera: *Glossinidae*) in Guinea-Bissau to odor baited biconical traps. *Journal of Medical Entomology*, **28**: 284-286.

Kazadi J.M., Losson B. et Kageruka P. 2000. Compétence vectorielle des mouches non ténérales de *Glossina morsitans* (Souche Mall) infectées par Trypanosoma (Nannomonas) congolense IL 1180. *Bulletin de la Société Pathologique Exotique*. 93 (2) : 125-128.

Kohagne T.L., Møeyi M.P., Mimpfoundi R. et Louis J.F. 2010. Entomological patterns in the human African Trypanosomiasis focus of Komo Mondah, Gabon. *African Health Sciences*. 10 (4): 342-348.

Kohagne-Tongue L., Gounoue-Kamkuimo R., Mengue Møeyi P., Kaba D., Louis F.J. et Mimpfoundi R. 2011. Enquête entomologique dans le foyer historique de trypanosomose Humaine Africaine de Bendjé (Gabon). *Parasite*, **18**: 1-7p.

Laveissière C. et Hervouët J.P. 1991. La trypanosomiase humaine en Afrique de l'ouest. *Epidémiologie et contrôle*. Eds ORSTOM, *collection Didactiques*.

Laveissière C. et Grébaut P. 1990. Recherche sur les pièges à glossines (Diptera : *Glossinidae*). Mise au point d'un modèle économique : le piège « Vavoua ». *Tropical Medicine and Parasitology*. 41 (2):185-192.

Lloyd LI et Johnson W.B. 1924. The trypanosome infections of tsetse flies in Northern Nigeria and a new method of estimation. *Bulletin Entomological Research*. 14: 265-288.

Mavoungou J.F., Simo G., De Stordeur E et Duvallet G. 2008. Ecologie des stomoxes (Diptera : *Muscidae*) au Gabon. II. Origine de repas de sang et conséquences épidémiologiques. *Parasite*. 15 : 611-615.

Mbida Mbida J.A., Mimpfoundi R., Njiokou F., Manga L. et Laveissière C. 2009. Distribution et écologie des vecteurs de la trypanosomose humaine africaine de type savanique en zone de forêt dégradée au sud Cameroun : cas du foyer de Doumé. *Bulletin de la Société Pathologique Exotique*. 102: 101-105.

Mihok S., Kangethe E.K., Kamau G.K. (1995). Trials of Traps and Attractants for *Stomoxys* spp. (Diptera, Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, 32 (3): 283-289.

Mihok S. 2002. The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. *Bulletin Entomological Research*. 92: 385-403.

Milleliri J.M., Kohagne T.L., Mengue M.P. et Louis F.J. 2009. 1861-2008 : la maladie du sommeil au Gabon. Cent cinquante ans d'une histoire contrastée. *Science et Médecine d'Afrique*. 2: 119-32.

Mounioko F., Dibakou F.S, Zinga-Kouumba C R., Mbang-Nguema O. A., Acapovi-Yao G., Mutambwe S. et Mavoungou J.F. 2015. Rythme d'activité journalière de *Glossina fuscipes fuscipes*, vecteur majeur de la trypanosomiase humaine africaine dans le parc national de Moukalaba Doudou (Sud-Ouest Gabon). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(1): 419-429.

Moser D.R., Cook G.A., Ochs D.E., Baily C.P., McKane M.R. et Donelson J.E. 1989. Detection of *Trypanosoma brucei* subspecies by DNA amplification using the polymerase chain reaction. *Parasitology*. 99 : 57- 66.

Njiokou F., Laveissière C., Simo G., Nkinin S., Grébaut P., Cuny G. et Herder S. 2006. Wild fauna as a probable animal reservoir for *Trypanosoma brucei gambiense* in Cameroun. *Infection, Genetic and Evolution*. 6: 147-153.

Noupa P. et Nkongmeneck B. A. 2008. Influence des clairières forestières sur la répartition spatiale des grands mammifères dans la forêt dense du Bassin du Congo: cas du Parc National de Boumba-Bek (Sud-est Cameroun). *International journal of Biological and Chemical Sciences*. 2 (2): 185-195.

Piazz O.O.K., Zinga-Kouumba C R., Mbang-Nguema O.A., Sembène M.P, Mavoungou J.F. 2014. Inventaire des mouches hématophages dans les élevages bovins, ovins et porcins à Oyem (Nord Gabon). *Afrique Science*. 10 (2): 373-381.

Pollock J.N. 1992. Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1: Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. FAO, Rome.

Shope R. 1991. Global climate change and infectious diseases. *Environmental Health Perspectives*. 96: 171-174.

Solano P., Bouyer J., Itard J. et Cuisance D. 2010. The cyclical vectors of trypanosomis. *Infectious and Parasitic Diseases of Livestock*. (13): 155-183.

Vande-Weghe J. P. 2006. Ivindo et Mwagna. Eaux noires, foret vierge et baïs. Wildlife conservation Society, Libreville (Gabon), 272 p.

Zinga-Kouumba. R.C., Acapovi-Yao G.L., Mavoungou J.F., Tongue K.T., Mbang-Nguema O.A., Obame-Ondo K.P. et Shango M. 2013a. Influence de la saison sur l'écodistribution des glossines, tabanides, stomoxes du Baï de Momba Makokou, Gabon. *Agronomie Africaine*. 25: 149-158.

Zinga-Kouumba R.C., Bouyer J., Mavoungou J.F., Acapovi-Yao G.L., Kohagne T.L., Mbang-Nguema O.A., Ondo-Ondo K.P. et Mutambwe S. 2013b. Evaluation de la diversité des diptères hématophages dans une clairière marécageuse du Gabon à l'aide des pièges Vavoua et Nzi. *Revue d'Elevage et Médecine Vétérinaire des pays tropicaux*. 66 (3): 91-96.

Zinga-Kouumba C.R., Mbang-Nguema O.A., Kohagne T.L., Acapovi-Yao G.L., Obame O.K.P, Mutambwe S, Mavoungou J.F. 2014a. Contribution à l'évaluation de la diversité des vecteurs biologiques de la Trypanosomose Humaine Africaine et de leur activité journalière dans le Parc National de l'Ivindo (Nord-est Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, **80**:7060-7070.

Zinga-Kouumba C.R., Mbang-Nguema O.A., Mavoungou J.F. et Obame Ondo K.P. 2014b. Ecodistribution des tabanidés, glossines et stomoxes le long d'un transect forêt Primaire-village au Gabon. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (1): 167-181.

**PARTIE III : DISCUSSION ET CONCLUSION
GÉNÉRALE**

DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude constituent les données relatives aux stomoxes, aux glossines et aux tabanides capturés dans deux Parcs Nationaux du Gabon à savoir le Parc National de l'Okendo et le Parc National de Moukalaba Doudou. Les insectes ainsi capturés sont des diptères hématophages et vecteurs potentiels biologiques et/ou mécaniques de plusieurs agents pathogènes (Mramba *et al.*, 2007, Baldacchino *et al.*; 2013; Baldacchino *et al.*, 2014).

Le but de cette étude a été d'acquérir et d'améliorer les connaissances sur les mouches piqueuses (glossines, stomoxes et tabanides) et d'explorer leur rôle vecteur dans la transmission des pathogènes en suivant cinq axes de travail suivant :

- 1) Inventaire des glossines, stomoxes et tabanides dans le PNI et PNMD ;
- 2) Suivi des populations de glossines, stomoxes et tabanides en saison sèche et en saison des pluies, pour analyser les variations temporelles de l'abondance de ces espèces en fonction de la saison dans ces parcs;
- 3) Exploration du rôle épidémiologique des diptères hématophages en étudiant le taux d'infection des glossines ;
- 4) Ecodistribution des tabanidés, glossines et stomoxes le long d'un transect forêt primaire-village au Gabon afin de comprendre la distribution de ces insectes dans et autour des parcs ;
- 5) Contribution à l'évaluation de la diversité des vecteurs biologiques de la Trypanosomose Humaine Africaine et de leur activité journalière dans le Parc National de l'Okendo (Nord-est Gabon) et dans le PNMD.

Les enquêtes entomologiques réalisées dans les différents biotopes ont permis d'identifier plusieurs espèces de tabanides, stomoxes et glossines qui vivent en sympatrie. Malgré les faibles abondances obtenues, cette étude nous a permis d'établir une liste de mouches hématophages présentes dans ces deux parcs. Aussi, cette liste pourra servir de référence aux études complémentaires pour la mise en place d'un programme national de lutte

antivectorielle dans les parcs nationaux du Bassin du Congo en général et au Gabon en particulier.

Les pièges Nzi et Vavoua qui ont été utilisés au cours de ce travail ont présenté l'avantage de capturer les groupes cibles (stomoxes, glossines et tabanides). De même, les résultats obtenus dans cette étude indiquent que les pièges Vavoua ont été qualitativement supérieurs pour piéger les glossines et les stomoxes dans ces biotopes, alors que les pièges Nzi ont été plus efficaces pour les tabanides. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Gilles *et al.* (2007) et par Lindh *et al.* (2009). Cependant, la diversité de l'entomofaune a été déterminée exclusivement par l'utilisation de ces deux types de pièges, de ce fait ces résultats d'inventaire ne peuvent être exhaustifs. Par ailleurs, les captures ont été réalisées seulement durant la journée et à l'aide des pièges Vavoua et Nzi. Aussi, cela n'exclut donc pas la présence éventuelle d'autres espèces diurnes de mouches piqueuses et même des espèces nocturnes et crépusculaires que nous n'avons pas capturées faute de n'avoir utilisé que ces deux types de piège (Williams, 1973 ; Broce, 1988 ; Broce *et al.* 1991 ; Vale, 1974 ; Holloway & Phelps, 1991 ; Mihok, 2002 ; Mavoungou, 2007). Ainsi, d'autres captures avec plusieurs types et attractifs seront nécessaires pour avoir une liste complète des différentes espèces de mouches hématophages présentes dans les biotopes prospectés.

L'analyse des facteurs environnementaux a montré que la variabilité des espèces capturées pourrait s'expliquer par le faciès botanique, la présence de la faune sauvage et domestique, la nature de la couverture végétale et le degré d'anthropisation de chacun de ses milieux. En effet, par exemple les glossines, les tabanides et les stomoxes ont été capturés largement dans le *baï* de Momba par rapport aux autres milieux qui lui sont adjacents (Forêt primaire, Forêt secondaire, Savane, Village Zadié, Village Loaloa, Village Doussala). La forêt primaire est caractérisée par de très grands arbres (jusqu'à 50 m de haut et plus de 2 m de diamètre) dont les cimes forment une canopée qui obscurcit le sous-bois et atténue considérablement la température et la quantité de lumière. D'autre part, la visibilité des pièges, et donc leur efficacité, y est réduite. En revanche, la clairière présente une végétation plus basse et les températures y sont relativement plus élevées en relation avec un temps d'éclairage plus important, rendant ainsi les pièges plus visibles et plus attractifs. Ces résultats corroborent des travaux conduits par Doutoum *et al.* (2002) qui ont relevé des interactions entre les effets de l'ensoleillement et la nature du piège. Ces résultats sont aussi similaires à ceux obtenus par Mavoungou *et al.* (2013b) dans la réserve de biosphère d'Ipissa-

Makokou au Gabon qui ont montré que le maximum de captures d'insectes hématophages a été observé dans les milieux ouverts. Aussi, la quasi présence des animaux vertébrés, hôtes nourriciers des mouches piqueuses, dans le *baï* de Momba, pourrait expliquer la diversité des mouches ainsi capturées. Les clairières forestières sont des pôles importants de concentration animale pour les grands herbivores qui y trouvent une végétation digestible à croissance rapide, disponible tout le long de l'année (Nganongo, 1999, 2000). La richesse de ces biotopes en sels minéraux (sodium, calcium et magnésium) et en eau constitue pour les animaux une source de compléments alimentaires (Magliocca *et al.*, 1999). Cependant, le maximum de capture a été obtenu dans le parc national de Moukalaba Doudou. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que le PNMD présente un faciès botanique dense et diversifié représenté d'une part par les mosaïques forêt-savane et d'autre part la diversité d'espèces animales qu'il abrite.

Dans notre étude, les données relatives à l'ensoleillement, le rayonnement journalier, la température journalière maximale et minimale, l'amplitude thermique, humidité relative maximale et minimale ; et l'âge physiologique des insectes n'ont pas été pris en compte dans les analyses bien qu'ils puissent influer considérablement les captures (Doutoum *et al.*, 2002 ; Mavoungou ; 2007, Rouet, 2011). Par ailleurs, les facteurs physiques (la luminosité, la densité et la richesse spécifique de la végétation, la hauteur de la canopée, etc.) et chimiques (pH de la litière, l'épaisseur de la litière, la composition chimique de la litière, etc.) n'ont pas également été inclus dans les analyses. Pourtant, selon plusieurs (Shanker et Sukumar, 1998, Gilles *et al.*, 2005b, 2005c ; Mavoungou *et al.*, 2013a ; 2013b, Baldacchino *et al.*, 2013b). L'implication de ces données physico-chimiques des différents milieux prospectés pourrait être déterminante dans la distribution et l'abondance des différentes espèces des mouches hématophages capturées dans les différents biotopes.

Le suivi des populations des stomoxes, des tabanides et des glossines dans le *baï* de Momba; pendant la saison des pluies et la saison sèche dans le parc national de l'Ivindo; a permis de montrer que l'abondance de ces différentes espèces varie d'une part en fonction des saisons, et d'autres part en fonction de l'espace. En effet, au *baï* de Momba un total de 17 espèces de tabanides, 7 espèces de glossines et 4 espèces de stomoxes ont été identifiées. Par ailleurs, l'abondance spécifique de ces insectes varie en fonction des saisons. Cette variabilité spécifique serait consécutive aux variations climatiques qui conditionnent étroitement la survie de nombreux groupes de diptères. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par

Baldacchino *et al.*, 2013a, 2013b qui ont montré l'importance des saisons sur la variabilité spécifique des diptères hématophages.

Chez les Stomoxyinae quatre espèces ont été capturées dont trois en saison des pluies (*S. niger niger*, *S. niger bilineatus* et *S. omega*) et trois en saison sèche (*S. niger niger*, *S. inornatus* et *S. omega*). La comparaison des abondances moyennes par une analyse de variance ANOVA a relevé qu'il existe une différence significative dans la répartition de ces insectes en fonction des saisons. Cela indique ainsi que les sources de variation d'abondance de chacune des espèces sont liées aux conditions pluviométriques. Aussi, le maximum de captures a été obtenu en saison des pluies. Ces résultats, corroborent ceux obtenus par Masmeatathip *et al.* (2006) et Mavoungou *et al.* (2008) qui ont montré que les stomoxes sont plus abondants en saison des pluies. De plus, les travaux de Zumpt (1973) ont montré que les stomoxes ont une forte affinité pour les zones humides. Seules *S. niger niger* et *S. omega* ont été capturées durant les deux saisons, alors que *S. niger bilineatus* et *S. inornatus* ont été identifiées respectivement en saison des pluies et en saison sèche. L'abondance relative de *S. niger niger* et *S. omega* durant les deux saisons correspondent bien à l'affinité déjà relevée de *S. niger niger* pour les zones humides et de *S. omega* pour son ubiquité. Ces résultats confirment ceux obtenus par plusieurs auteurs qui ont montré que *S. niger niger* et *S. omega* sont abondants où la présence humaine et/ou animale sont manifestes (Zumpt, 1973 ; Doutoum *et al.*, 2002 ; Mavoungou *et al.*, 2007).

La forte abondance de *S. inornatus* en saison sèche pourrait s'expliquer par son ubiquité et son affinité pour des zones riches en espèces animales (Zumpt, 1973). En effet, en saison sèche, le *baï* de Momba présente un pôle de concentration animale où plusieurs espèces animales viennent s'alimenter (Vande weghe, 2006). Par ailleurs, les femelles de stomoxes déposent des oeufs qui se développent en quelques semaines lorsque les conditions du milieu le permettent (Rodhain et Perez, 1985). Ainsi, il est probable que le climat chaud et humide observé en fin de saison des pluies soit favorable au développement des stades pré-imaginaux, expliquant l'émergence de nombreux adultes en début de saison sèche (Doutoum *et al.*, 2002). Contrairement à *S. inornatus*, *S. niger niger* a été capturé en nombre important durant la saison des pluies. Les fortes précipitations observées durant la saison des pluies pourraient expliquer l'abondance de cette espèce. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Masmeatathip *et al.* (2006a), Taylor *et al.* (2007) et Mavoungou (2007) qui ont montré l'importance des précipitations sur l'augmentation de la taille des populations des stomoxes et en particulier celle de *S. niger niger*. Les travaux conduits par Mavoungou *et al.* (2012, 2013b) dans ce même parc ont révélé la présence de sept espèces de stomoxes. Dans notre

étude, quatre espèces seulement ont été capturées. Cela traduit une richesse spécifique apparemment plus faible au *baï* de Momba, au moins pendant cette période d'étude ? On ne peut cependant pas conclure pour le moment car les captures ont été réalisées seulement durant la journée. Par ailleurs ; les travaux conduits par Mavoungou (2007) ont été menés dans plusieurs biotopes couvrant la forêt primaire, la forêt secondaire et de nombreux milieux anthropisés.

Quant aux tabanides, ils ont été plus nombreux en saison des pluies avec 14 espèces contre 7 espèces en saison sèche. Aussi, le maximum de capture a été observé en saison des pluies et le minimum en saison sèche. Ce pic d'abondance observé en saison des pluies pourrait s'expliquer par la pluviométrie. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Raymond *et al.* (1980). Par ailleurs, les tabanidés étant des insectes saisonniers, selon les milieux et les espèces, les pics d'abondance peuvent survenir en saison sèche ou humide. Des études conduites par Desquesnes *et al.* (2005) à Lahirasso au Burkina Faso ont montré que ces insectes sont plus abondants en saison sèche. Dans certaines zones telles qu'en Guyane française, certaines espèces se rencontrent tout au long de l'année, mais la plupart ont un pic d'abondance marqué en saison sèche (Raymond, 1988). Pendant les pluies, les phases larvaires deviennent plus longues, ce qui permet la survie des insectes jusqu'à la saison sèche suivante. L'existence de cycles courts de développement durant la saison sèche explique la pullulation des tabanidés à partir du milieu de cette saison (Desquesnes *et al.*, 2005). Cependant, quatre espèces (*Tabanus gratus*, *Tabanus ricardae* ; *Tabanus dilitius* ; *Chrysops silacea*) ont été identifiées aussi bien en saison des pluies qu'en saison sèche et avec des fortes abondances en saison des pluies. Il se pourrait qu'il puisse exister un facteur commun entre les deux saisons qui déterminent la présence de ces espèces. Il semble donc nécessaire, dans des études ultérieures d'inclure dans les analyses, la majorité des facteurs environnementaux susceptibles d'agir sur l'abondance et la diversité des tabanides.

Quant aux glossines, elles ont été plus abondantes en saison sèche. Ce pic d'abondance pourrait s'expliquer par la présence quasi permanente des animaux sauvages en cette saison qui constituent une source de repas de sang dans ce *baï* (Schwartz, 1915 ; Frezil et Carnevale, 1976 ; Kohagne *et al.*, 2011). Aussi, l'abondance de *G. palpalis palpalis* durant les deux saisons témoigne de son affinité pour l'humidité relative et les températures comprises entre 20° et 25 °C, favorisée par la présence de l'eau qui constitue avec la végétation les facteurs environnementaux favorables pour sa survie (Schwartz, 1915 ; Kohagne *et al.*, 2011). Alors que les espèces du sous-genre *Nemorrhina* affichent un caractère alimentaire opportuniste et diversifié, se nourrissant invariablement sur l'homme et sur des

animaux (Dagnogo *et al.*, 1985 ; Laveissière *et al.*, 1985), celles du sous-genre *Austenina* sont inféodées au gros gibier (Leak, 1999) très présent dans ce milieu.

Le volet de notre étude portant sur l'écodistribution des tabanidés, des glossines et des stomoxes le long d'un transect forêt primaire-village au Gabon a permis de montrer que les mouches piqueuses ont une large distribution. Par ailleurs, la répartition et l'abondance de ces insectes varie en fonction des milieux et de la saison. En effet, chez les tabanides certaines espèces sont plus inféodées à la forêt primaire, c'est le cas de *A. fasciata*, *T. canus* et *T. secedens* alors que d'autres présentent un tropisme positif pour les zones anthropisées telle que *C. silacea*. Cependant le maximum d'individus a été obtenu en milieu de forêt et le minimum en milieu anthropisé. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Mavoungou *et al.* (2012) dans la réserve de biosphère Ipissa Makokou situé dans le PNI au Gabon. Cette répartition pourrait s'expliquer par la différenciation des paysages mais également par la bioécologie de ces espèces. Alors que *C. silacea* est très fréquent en milieu anthropisé, les autres espèces ont une affinité pour des zones forestières (Fain, 1978). La saison des pluies a été un facteur majeur dans l'augmentation de la taille des populations des tabanides et pourrait ainsi expliquer la forte abondance de ces insectes durant cette période.

Les stomoxes semblent avoir le même profil que les tabanides dans ce parc. En effet, le maximum d'insectes a été obtenu en forêt primaire et le minimum en milieu anthropisé. Ces résultats ne corroborent pas ceux obtenus par Mavoungou *et al.* (2008) qui ont montré que les stomoxes sont plus importants dans les milieux perturbés (forêt secondaire et milieu anthropisé). Bien que les habitats perturbés soient propices au développement des stomoxes et à leur pullulation (Mavoungou *et al.*, 2008) ; la forte abondance des stomoxes en forêt primaire au cours de notre étude pourrait s'expliquer par le fait que ces insectes se nourrissent sur la faune sauvage qui pullule dans ce milieu (Mihok et Clausen, 1996). Par ailleurs, les espèces capturées à savoir *Stomoxys omega*, *S. niger niger* et *S. niger bilineatus* sont inféodées au milieu de forêt (Zumpt, 1973 ; Mavoungou *et al.*, 2008). Avec seulement trois espèces, les stomoxes ont représenté le groupe taxonomique le moins capturé au cours de cette étude dans ce parc. Cependant, le maximum de capture a été obtenu en saison des pluies. Aussi, les variations saisonnières semblent avoir joué un rôle essentiel sur l'évolution des effectifs des stomoxes. Ces résultats corroborent ceux obtenus par plusieurs auteurs qui ont montré l'importance des précipitations sur l'augmentation de la taille des populations des

mouches piqueuses (Gilles *et al.*, 2005c ; Gilles *et al.*, 2005d ; Mavoungou, 2007 ; Mavoungou *et al.*, 2008 ; Mavoungou *et al.*, 2012 ; Mavoungou *et al.*, 2013b).

Contrairement aux tabanides, la diversité spécifique des glossines observée dans le PNI est quasi uniforme le long du transect. L'infestation d'un milieu par les glossines est conditionnée par la présence simultanée des facteurs environnementaux adéquats (température comprise entre 15 °C et 25 °C, luminosité, humidité relative) et des vertébrés hôtes nourriciers (Foil and Gorham, 2000 ; Solano *et al.*, 2010). Ces conditions semblent se retrouver le long du transect forêt-village et pourrait expliquer la distribution uniforme des glossines qui y est observée. Toutefois, l'abondance des espèces demeure hétérogène et varie significativement selon les milieux prospectés et les saisons. Cette répartition pourrait s'expliquer probablement par la variabilité des préférences trophiques des espèces de glossines. En effet, alors que les espèces du sous-genre *Nemorhina* affichent un caractère alimentaire opportuniste et diversifié, se nourrissant invariablement sur l'homme et sur des animaux (Dagnogo *et al.*, 1985 ; Laveissière *et al.*, 1985), celles du sous-genre *Austenina* sont inféodées au gros gibier (Leak, 1999) très présent en forêt primaire. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Dibakou *et al.*, (2015) dans le parc national de Moukalaba Doudou qui ont montré que l'abondance et la distribution des glossines restent hétérogènes le long d'un transect forêt primaire-milieu anthropisé. Aussi, ces mêmes auteurs ont montré que l'abondance et la diversité des glossines sont plus importantes en forêt primaire qu'en milieu anthropisé.

La transmission de certains agents pathogènes par les mouches piqueuses vectrices apparaît comme le résultat du fonctionnement de systèmes biologiques particulièrement complexes et dynamiques, constitués par l'agent infectieux en cause, ses vecteurs et ses hôtes (Challier, 1971 ; Mavoungou 2007 ; Baldacchino, 2013). De plus, le fonctionnement d'un tel système peut varier d'un site à l'autre mais également dans un même lieu avec la saison (Andrew *et al.*, 2001, Desquesnes *et al.*, 2005). Par ailleurs, toute modification de ces écosystèmes entraînera une modification de la distribution des espèces vectrices (Andrew *et al.*, 2001, Bouyer, 2006). Par exemple, en ce qui concerne les vecteurs de la trypanosomose, bien que *Glossina morsitans* soit essentiellement une espèce de savane, *G. palpalis* est une espèce riveraine préférant la végétation dense (Kohagne *et al.*, 2011). Les facteurs qui modifient les gîtes de repos des mouches tsé-tsé adultes, par exemple une modification prolongée des précipitations, peuvent affecter l'épidémiologie et la transmission de la trypanosomose même si la végétation ne se modifie que lentement.

La mise en évidence de l'infection des glossines par les trypanosomes dans le *baï* de Momba a permis de montrer que ces insectes sont susceptibles de transmettre *Trypanosoma vivax* et *Trypanosoma congolense* aux animaux. Par ailleurs, la présence des glossines infectées confirme l'endémisation des Trypanosomoses dans la région. Ainsi, l'infestation du *baï* de Momba dans le bassin de l'Ivindo autrefois endémique de la trypanosomose humaine africaine ou maladie du sommeil (Milleliri *et al.*, 2009) d'une part ; et la fréquentation régulière de cette zone par les touristes et les populations locales (éco-guides) d'autre part, pourraient présumer une possible endémisation de cette parasitose dans cette localité avec les animaux sauvages comme réservoirs (Njiokou *et al.*, 2006). L'infection de ces insectes semble avoir lieu lors du repas de sang sur un invertébré portant l'agent pathogène. En effet, des études antérieures conduites dans cette région en particulier dans le PNI par Mavoungou *et al.* (2008) ont montré que les mouches piqueuses en l'occurrence les stomoxes prennent leurs repas sanguins sur plusieurs hôtes vertébrés tels que le Chat doré (*Caracal aurata*), le singe Moustac (*Cercopithecus cebus*), le Céphalophe à dos noir (*Cercopithecus mona pongo*), le porc (*Sus scrofa domestica*), le pangolin géant (*Manis gigantea*), le Mangouste (*Bdeogale nigripes*) et l'homme (*Homo sapiens*) qui sont des réservoirs de parasites. Or les *baï* sont des milieux biologiques riches en sels minéraux et très prisés par ces animaux (Noupa et Nkongmeneck, 2008). Aussi, ces glossines auront tendance à prendre leur repas de sang sur la faune environnante et si possible sur l'homme. Finalement l'une des conséquences majeurs de ce genre de comportement sera probablement les échanges de pathogènes entre l'homme et la faune (Shope 1991 ; Haines, 1991 ; Epstein *et al.*, 1993, Baldacchino, 2013).

En étudiant l'activité journalière des glossines dans le parc national de l'Ivindo et dans le parc national de Moukalaba doudou, nous avons constaté que ces insectes sont actifs en majeur parti pendant la journée. En effet, dans le parc national de l'Ivindo, les quatre espèces de glossines à savoir *Glossina palpalis palpalis*, *G. tachinoides*, *G. fusca congolensis* et *G. tabaniformis* ont présenté un pic d'activité en milieu de journée entre 12 heures et 14 heures. Les cycles d'activité de ces quatre espèces ne sont pas identiques. *G. palpalis palpalis* a une activité qui commence tôt et se termine en début de soirée. Cette espèce présente deux pics d'activité. *G. tachinoides* présente une activité diurne à crépusculaire, avec un pic d'activité entre 12 heures et 14 heures. C'est la seule espèce parmi les quatre qui semble avoir une activité crépusculaire. L'activité journalière de *G. tabaniformis* est bien étalée entre 10 heures et 16 heures et ne présente aucun pic d'activité. Contrairement aux autres espèces, *G. tabaniformis* a une activité journalière concentrée dans la tranche horaire située entre 12

heures et 16 heures. Dans le parc national de Moukalaba doudou, sur l'ensemble des biotopes prospectés les glossines capturées en particulier *G. fuscipes fuscipes* ont présenté un cycle d'activité unimodal avec un pic d'activité entre 12 heures et 14 heures en particulier. Ces résultats corroborent les travaux menés par plusieurs auteurs qui ont montré l'effet de la luminosité (des heures chaudes) sur l'abondance des captures (Salou *et al.*, 2012, Mavoungou *et al.*, 2013b). Nos résultats mettent en exergue en partie l'importance de la luminosité sur l'activité des glossines comme l'avaient déjà indiqué divers auteurs travaillant sur ces insectes (Power, 1964, Challier, 1973). Bien que la plupart des auteurs s'accordent pour attribuer un grand rôle aux facteurs climatiques dans la détermination du cycle d'activité (Mavoungou *et al.*, 2013a), les composantes principales des facteurs climatiques ne sauraient à elles seules expliquer le rythme d'activité (Mavoungou, 2007). Lecompte (1968), cité par Mavoungou (2007), annonce que chez les insectes, les interactions entre le ou les chronomètre(s) internes et les facteurs externes sont complexes. De plus, les modèles d'activité des insectes changent en fonction des zones géographiques, probablement en raison des différences dans le climat, la méthodologie de prélèvement, l'état physiologique de l'insecte et/ou par rapport à la saison (Charlwood & Lopes, 1980, Kohagne *et al.*, 2011 ; Mavoungou *et al.*, 2013a). En outre les rythmes circadiens d'activité des mouches piqueuses sont particulièrement importants, car ils déterminent les périodes d'agressivité et donc les moments de la journée pendant lesquels peut se effectuer le contact entre l'hôte vertébré et l'insecte vecteur de pathogène (Mavoungou *et al.*, 2013a). La compréhension des rythmes circadiens constitue donc un facteur épidémiologique essentiel dans la mise en place d'une stratégie de contrôle efficace contre les vecteurs de maladie et l'occurrence les tabanides, stomoxes et glossines (Le Berre, 1966, Acapovi, 2005).

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude des mouches piqueuses à travers des modèles stomoxes, tabanides et glossines dans deux parcs nationaux est une contribution à la connaissance de la diversité entomofaunique des vecteurs de maladies présents au Gabon en particulier dans les zones protégées. Cette étude a été menée dans le Parc National de l'Ovindo (nord-ouest Gabon) et dans le Parc National de Moukalaba Doudou représentés par plusieurs zones écologiques notamment les clairières forestières, les forêts primaires, les forêts secondaires, les savanes et les milieux anthropisés (villages).

Les résultats obtenus dans cette étude ont permis de montrer que les stomoxes, les glossines et les tabanides colonisent divers types de milieux dont les forêts primaires, les forêts secondaires, les savanes, les baï ou clairières forestières et les milieux anthropisés (villages). Par ailleurs, la connaissance de la diversité biologique et de l'évaluation des risques liés à la présence des mouches piqueuses dans les parcs nationaux constituent un problème majeur en santé humaine et dans la valorisation de ces biotopes sur le plan écotouristique.

En effet, l'étude de la diversité des diptères hématophages dans le parc national de l'Ovindo et celui de Moukalaba Doudou a permis de montrer que ces milieux sont fortement infestés par plusieurs espèces de mouches piqueuses. Ces dernières sont distribuées de façon hétérogène suivant la saison et les biotopes prospectés. Ainsi, les résultats des captures obtenus dans le baï de Momba ont montré que le peuplement des stomoxes est constitué par *Stomoxys niger niger*, *S. omega* et *S. inornata*. Quant au peuplement des glossines, on retrouve de *G. palpalis palpalis*, *G. nashi*, *G. fusca congolense*, *G. fuscipes fuscipes* et *G. frezili*. Les tabanides ont constitué le groupe taxonomique le plus diversifié avec trois genres : *Tabanus*, *Chrysops* et *Ancala*. Ces derniers sont répartis en dix-sept espèces dont quatorze capturées en saison des pluies et sept en saison sèche. Les quatorze espèces de tabanides récoltées en saison des pluies ont été représentées par *Tabanus taeniola*, *T. ricardae*, *Chrysops silacea*, *T. gratus*, *T. boueti*, *T. sudeticus*, *T. ruficrus*, *T. par*, *Atylotus albipalpus*, *A. fuscipes*, *T. biguttatus*, *T. brumpti*, *C. longicornis* et *A. agrestis*. Quant aux espèces identifiées en saison sèche, elles ont été représentées par : *C. silacea*, *T. gratus*, *T. sudeticus*, *Ancala fasciata*, *T. dilitius*, *T. obscurumalus* et *T. ricardae*. L'abondance et la composition spécifique de ces insectes varient considérablement en fonction de la pluviométrie. Les résultats obtenus dans les différents biotopes prospectés du PNI ont permis de montrer que les glossines, les stomoxes et tabanides sont quasi permanentes dans ces milieux quel que soit la saison. Aussi,

leurs pics d'abondances peuvent survenir en saison sèche comme en saison des pluies. De même la présence de plusieurs rivières dans le PNI, point d'abreuvement des animaux, justifierait la forte infestation de ce milieu par ces mouches piqueuses en particulier les glossines.

Par contre la diversité des mouches piqueuses a été faible dans le PNMD, et ceci semble être lié à la saison pendant laquelle les prospections entomologiques ont été réalisées. Toutefois, on note une forte abondance de ces mouches et en particulier les stomoxes. Ces stomoxes ont été représentées par plusieurs espèces dont *Stomoxys niger niger*, *Stomoxys omega* ; *Stomoxys niger bilineatus*, *Stomoxys xanthomelas*, *Stomoxys calcitrans*, *Stomoxys transvittatus*.

L'étude de l'infestation des glossines par les trypanosomes dans le baï de Momba a permis de montrer que ces insectes peuvent constituer des vecteurs majeurs de la trypanosomose humaine Africaine et Animale dans le PNI. De même, l'identification des glossines dans le PNMD, pourrait constituer aussi un danger potentiel pour les populations locales et les touristes. Au total deux espèces de trypanosomes ont été identifiées à savoir *Trypanosoma congolense* et *Trypanosoma vivax* respectivement chez *Glossina palpalis palpalis* et *Glossina nashi*. Dans ces parcs les glossines, les stomoxes et tabanides se nourrissent plus sur animal que sur homme. L'identification de *Trypanosoma congolense* et de *Trypanosoma vivax* chez les glossines ainsi que la diversité du régime alimentaire de ces insectes pourraient suggérer l'existence potentielle de deux types de cycle dans ces parcs. Un cycle prédominant animal-glossine-animal et un autre homme-glossine-homme. Toutefois, la technique d'identification des trypanosomoses utilisée dans ce travail n'étant pas très sensible, ces résultats méritent d'être confirmés par des outils de biologie moléculaire.

L'étude portant sur l'écodistribution des tabanidés, des glossines et des stomoxes le long d'un transect forêt primaire-village au Gabon, réalisée dans le PNI, a permis de montrer que ces deux biotopes sont infestés par les glossines, les stomoxes et les tabanides. Les glossines ont été représentées par *G. nashi*, *G. frezili*, *G. fusca congolensis* ; *G. tabaniformis*, et *G. palpalis palpalis*. En ce qui concerne les stomoxes, ils ont été identifiés comme *S. omega*, *S. niger niger* et *Stomoxys niger bilineatus*. Quant aux tabanides, ils ont représenté aussi le groupe taxonomique le plus diversifié avec quatorze (14) espèces réparties en trois genres (*Tabanus*, *Ancala* et *Chrysops*). Les quatorze (14) espèces identifiées ont été : *T. obscurehirtus*, *T. taeniola*, *T. dilitius*, *T. par*, *T. socius*, *T. obscurefumatus*, *T. canus*, *T. boueti*,

T. marmorosus congoicola, *T. secedens*, *Chrysops dimidiatus*, *C. silacea* et *A. fasciata*. Par ailleurs, l'abondance et la composition spécifique de ces insectes varient en fonction des milieux et des saisons.

De plus, les résultats obtenus dans le parc National de Moukalaba Doudou (sud-ouest Gabon) en particulier en savane, forêt primaire et milieu anthropisé (village Doussala) nous ont également permis d'observer diverses situations chorologiques. En effet, en forêt six (6) espèces de glossines ont été identifiées à savoir *G. fuscipes fuscipes*, *G. nashi*, *G. frezili*, *G. fusca congolensis*, *G. palpalis palpalis* et *G. tachinoides*. Alors qu'au village, cinq (5) espèces ont été capturées *G. fuscipes fuscipes*, *G. tachinoides*, *G. palpalis palpalis*, *G. nashi* et *G. frezili*. Dans la zone de savane cinq (5) espèces ont été dénombrées *G. fuscipes fuscipes*, *G. nashi*, *G. tachinoides*, *G. frezili* et *G. palpalis palpalis*. En ce qui concerne les stomoxes, ils ont été capturés en forêt et en savane. En forêt, ces stomoxes ont été représentées par *S. omega* ; *S. niger niger*, *S. xanthomelas*, *S. niger bilineatus*, *S. calcitrans* ; *S. transvittatus*. Tandis qu'en savane ; ils ont été identifiée comme *S. xanthomelas*, *S. niger niger*, *S. niger bilineatus* et *S. omega*. Ces situations chorologiques ont permis de montrer que l'abondance et la composition spécifique varie en fonction de la structure et des conditions des milieux prospectés. Aussi, ces situations semblent se retrouver dans le baï de Momba et expliquerait la présence de ces insectes dans cette clairière.

En outres, il pourrait exister une transhumance de ces insectes d'un parc à l'autre ou d'un biotope à l'autre. Finalement, l'une des conséquences probables de cette transhumance de vecteurs pourrait être l'exposition croissante des populations humaines et animales aux pathogènes transmis par ces mouches piqueuses vecteurs. Ainsi, il devint donc indispensable de mettre en place des moyens de lutte efficace via l'utilisation des pièges.

Ce travail est une contribution à l'étude entomologique et parasitologique des mouches piqueuses en l'occurrence les glossines, les stomoxes et les tabanides dans les aires protégées au Gabon. Aussi, il ouvre plusieurs pistes pour la recherche sur les insectes vecteurs de maladies dans les aires protégées et en particulier dans les parcs nationaux. Certaines informations complémentaires relatives aux glossines, aux stomoxes et aux tabanides n'ont pas pu être mises en évidence. Par conséquent, d'autres études sur ces vecteurs méritent d'être approfondies afin de comprendre le rôle épidémiologique de ces insectes. Il s'agit de :

Un inventaire entomologique avec l'utilisation de plusieurs types de piège (pièges nzi, pièges vavoua, piège biconique, piège petit tetra, piège grand tetra, piège écran, etc.) en association avec l'adjonction d'attractifs olfactif comme l'octénol ou des phénols, permettra d'avoir une liste plus représentative des différentes espèces de mouches piqueuses présentes dans les biotopes prospectés et dans les aires protégées du Gabon.

La connaissance détaillée des comportements alimentaires des glossines, des stomoxes et des tabanides sur différents hôtes vertébrés est indispensable pour l'identification des réservoirs animal et/ou humain. Il est donc important de poursuivre nos recherches sur la détermination de l'origine du repas de sang afin de connaître leurs hôtes potentiels.

La technique d'identification des trypanosomoses utilisée dans notre travail, dans le *baï* de Momba en particulier, n'étant pas très sensible, ces résultats méritent d'être confirmés par des outils de biologie moléculaire pour préciser. Par ailleurs, une enquête sur l'identification des animaux sauvages réservoirs de pathogènes sera conduite via plusieurs techniques (parasitologique, sérologique, moléculaire).

BIBLIOGRAPHIE

- Abila P.P., Michel A. Slotman., Aristeidis Parmakelis., Kirstin B. Dion., Alan S. Robinson., Vincent B. Muwanika., John C.K Enyaru., Loyce M. Lokedi., Serap Aksoy., Adalgisa Caccone. (2008). High Levels of Genetic Differentiation between Ugandan *Glossina fuscipes fuscipes* Populations Separated by Lake Kyoga. Lac Kyoga. PLoS NEGL Trop Dis 2 (5): e242. Doi: 10.1371 / journal.pntd.0000242.
- Acapovi-Yao G.L., Yao Y., NøGoran E., Dia M.L., Desquesnes M. (2001). Relative abundance of Tabanids in the savanna regions of Côte d'Ivoire. *Revue d'Elevage et de Médecine et Vétérinaire des Pays Tropicaux*, **54**: 109-114.
- Acapovi-Yao G.L. (2005). Identification et bioécologie des Tabanidés, vecteurs mécaniques potentiels de la transmission de la trypanosomose bovine dans les régions de savanes en Côte-d'Ivoire (Odienné et Korhogo). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan (Côte-d'Ivoire), 147 p.
- Acapovi-Yao G.L, Desquesnes M., Hamadou S., NøGoran E. (2009). Prévalence parasitologique et sérologique des trypanosomes chez trois races bovines en zones à glossines et présumée indemne, Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, **2** : 117-213.
- Acapovi-Yao G., Allou K., Mavoungou J.F., Zoh D., Dia M.L., NøGoran K.E. (2013). Distribution géographique et infection de *Glossina palpalis palpalis* (Diptera, Glossinidae) par les trypanosomes dans des reliques forestières de la ville d'Abidjan - Côte d'Ivoire. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, **11** (1) : 37-42.
- Akoma Mintsa R. (2014). Mammifères de la forêt guinéo-Congolaise : Partage. Edition du CENAREST. 267p.
- Aksoy S. 2003. Control of tsetse flies and trypanosomes using molecular genetics. *Veterinary Parasitology*, **115** : 125-145
- Allou K., Acapovi-Yao G.L., Kaba D., Kosson-Vanga H., Solano P., NøGoran K.E. (2009). Chorologie et infection par les trypanosomes de *Glossina palpalis palpalis* dans la forêt du Banco et ses reliques, Abidjan (Côte d'Ivoire). *Parasite*, **16** : 289-295.

- Amblard J. (1996). Situation de la trypanosomiase humaine africaine au Gabon. Etude sur la période 1993-1995. Rapport interne du service des grandes endémies, Ministère de la santé, Gabon, 18p.
- Amsler S., Filledier J. (1994). Attractivité pour les Tabanidae de l'association métacrésol/octénol : Résultats obtenus au Burkina Faso. *Revue Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays Tropicaux*, **47** : 93-96.
- Anderson J.R. (1966). Effect of nutrition on mating of *Stomoxys calcitrans* (L.). *Bulletin of the Entomological Society of America*, **12**: 285-302.
- Anderson J.R. (1978). Mating behavior of *Stomoxys calcitrans*: effects of a blood meal on the mating drive of males and its necessity as a prerequisite for proper insemination of females. *Journal of Economic Entomology*, **71** (2): 379-386.
- Andreeva V.R., Kilic A.Y., Altunsoy F. (2009). New Contribution to Information about Tabanidae (Diptera) Adult and Larvae from West Anatolia. *Journal of the Entomological Research Society*, **11**: 19-30.
- Andrew K Githcko, Steve W Lindsay, Ulisses E Confalonierit, Jonathan A. Patz. (2001). Changement climatique et maladies à transmission vectorielle : une analyse régionale. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé* ; Recueil d'articles N° 4 : 62-72.
- Bailey D.L., Whitfield T.L., Smittle B.J. (1979). Flight and dispersal of the stable fly. *Journal of Economic Entomology*, **66**: 410-411.
- Baldacchino Frédéric. 2013. Ecologie des Tabanidae en zones pastorales méditerranéennes et perspectives de lutte. Thèse de doctorat. Université Paul Valery-Montpellier III. 249p.
- Baldacchino F., Muenworn V., Desquesnes Marc., Desoli F., Charoenviriyaphap T., Duvallet G. (2013a). Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*, **26** (20): p13.
- Baldacchino F., Porciani A., Bernard C., Jay-Robert P. 2013b. Spatial and temporal distribution of Tabanidae in the Pyrenees Mountains: influence of altitude and landscape structure. *Bulletin of Entomological Research*, **104** :1-11.
- Baldacchino Frédéric., Marc Desquesnes., Steve Mihok., Lane D Foil., Gérard Duvallet., Sathaporn Jittapalapong. (2014). Tabanids: Neglected subjects of research, but

- important vectors of disease agents! *Infection, Genetics and Evolution* (Article in press).
- Baldry D.A.T. (1980). Local distribution and ecology of *Glossina palpalis* and *G. tachinoides* in forest foci of west African human trypanosomiasis, with special reference to associations between peri-domestic tsetse and their hosts. *Insect Sciences and its Application*, **1** : 85-93.
- Barré N. (1981). Les stomoxes ou mouches bò uf à La Réunion. Pouvoir pathogène, écologie, moyen de lutte. Maison Alfort (FRA)-GERDAT-IEMVT ; 90 pp.
- Bauer B., Amsler-Delafosse S., Kabore I., Kamuanga M. (1999). Improvement of cattle productivity through rapid alleviation of African trypanosomosis by integrated disease management practices in the agropastoral zone of Yalé, Burkina Faso. *Tropical Animal. Health and Production*, **31**: 89-102.
- Bergonzini J.C., Lanly J.P. (2000). Les Forêts Tropicales. Cirad-Montpellier. 164p.
- Berkebile D.R., Thomas G.D., Campbell J.B. (1994). Overwintering of the stable fly (Diptera: Muscidae) in southeastern Nebraska. *Journal of Economic Entomology*, **87** (6): 1555-1563.
- Berry I.L., Forester K. W., Ilcken E.H. (1976) Prediction model for development time of stable flies. *Transactions of the Asae*, **19**(1): 123-127.
- Berry I.L., Kunz S.E., Forester K.W. (1977) Dynamic model of physiological development of immature Stables Flies Diptera-Muscidae. *Annals of the Entomological Society of America*, **70** (2): 173-176.
- Berry I.L., Forester, K. W., Campbell J. B. (1978) Overwintering behaviour of stable flies in manure mounds. *Environmental Entomology*, **7**: 67-72.
- Bishopp F.C. (1913). The stable fly (*Stomoxys calcitrans* L.) an important livestock pest. *Journal of Economic Entomology*, **6**: 112-126.
- Blahó M., Egri A., Bahidszki L., Kriska G., Hegedus R., Akesson S. *et al.* (2012a). Spottier Targets Are Less Attractive to Tabanid Flies: On the Tabanid-Repellency of Spotty Fur Patterns. *Plos One*, **7**. doi: 10.1371/journal.pone.0041138.
- Blahó M., Egri A., Barta A., Antoni, G., Kriska G., Horváth G. (2012b). How can horseflies be captured by solar panels? A new concept of tabanid traps using light

polarization and electricity produced by photovoltaics. *Veterinary Parasitology*, 189: 353-365.

Blahó M., Egri A., Száz D., Kriska G., Akesson S., Horváth G. (2013). Stripes disrupt odour attractiveness to biting horseflies: battle between ammonia, CO₂, and colour pattern for dominance in the sensory systems of host-seeking tabanids. *Physiology and behaviour*, 119 : 168-174.

Boupoya A. (2010). Flore et Végétation des clairières interforestières sur sol hydromorphe dans le Parc National de l'Ovindo (Nord-est Gabon). Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles (France), 246 p.

Bouyer J., Desquesnes M., Kabore I., Dia M.L., Gilles J., Yoni W., Cuisance D. (2005). Le piégeage des insectes vecteurs. Santé animale en Afrique de l'Ouest, fiche n° 20. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Cirdes.

Bouyer J. (2006). Ecologie des glossines du Mouhoun au Burkina Faso: Intérêt pour l'épidémiologie et le contrôle des trypanosomoses africaines. Thèse de Doctorat. Université Montpellier II, 212p.

Bouyer J., Solano P., Cuisance D, Itard J, Frezil J L., Authie E. 2010. Control methods in Trypanosomosis, in : infections and parasitic diseases of livestock, Chap 131, 1927-1959. Lefèvre P C, Blancou R, Chermette J et Uilenberg G. (Eds), Lavoisier, France, 2, 1967.

Bouyer J., Grimaud Y., Pannequin M., Esnault O., Desquesnes M. (2011). Importance épidémiologique et contrôle des stomoxes à la Réunion. *Bulletin. Epidémiologique*, **43**: 53-58.

Broce A.B. (1988). An improved alsynite trap for stable flies, *Stomoxys calcitrans* (Diptera : Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, **25** : 406-409.

Broce A.B., Schwenke J.R. & Hampton K.E. (1991). Landing pattern of stables flies (Diptera: Muscidae) on the Alsynite cylinder traps: effect of wind speed and direction. *Journal of Medical Entomology*, **28**: 730-733.

Broce A.B., Hogsette J., Paisley S. (2005). Winter feeding sites of hay in round bales as major developmental sites of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in pastures in spring and summer. *Journal of Economic Entomology*, **98** (6): 2307- 2312.

- Browne S.M., Bennett, G.F. (1980). Color and shape as mediators of host-seeking responses of simulids and tabanids (Diptera) in the Tantramar marshes, New Brunswick, Canada. *Journal of Medical Entomology*, 17 : 58-62.
- Bruce W.N., Decker G.C. (1958). The relationship of stable fly to milk production in dairy cattle. *Journal of Economic Entomology*, 51 (3): 269-275.
- Brunhes J., Cuisance D., Geoffroy B., Hervy J.P. (1998). Les glossines ou Mouches Tsétsé Logiciel d'Identification et d'Enseignement. Editions ORSTOM, Montpellier, France.
- Budd L. 1999. Economic analysis, in: DFID-funded tsetse and trypanosomiasis research and development since 1980. Departement for International Development: Livestock Production Programme, Animal Health Programme/Natural Resources Systems Programme, Chatham, UK.
- Buge S. (2008). Les Diptères parasites du cheval: Étude de l'efficacité de la deltaméthrine vis à vis de l'infestation par les mouches chez les chevaux. *Thèse de doctorat vétérinaire*. Université Claude Bernard, Lyon I. 162 p.
- Bursell E. (1960). The measurement of size in tsetse flies (*Glossina*). *Bulletin of Entomological Research*, 51 (1): 33-37.
- Campbell J.B., White R.G., Wright J.E., Crookshank R., Clanton D.C. (1977). Effects of stable flies (Diptera-Muscidae) on weight gains and feed-efficiency of calves on growing and finishing rations. *Journal of Economic Entomology*, 70 (5): 592-594.
- Campbell, J.B., Berry I.L., Boxler D.J., Clanton D.C., Deutscher G.H. (1987) Effects of stable fly (Diptera: Muscidae) on weight gain and feed efficiency of feedlot cattle. *Journal of Economic Entomology*, 80: 117-119.
- Campbell J.B., Skoda S.R., Berkerile D.R., Boxler D.J., Thomas G.D., Adams D.C., Davis R. (2001). Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) on weight gains of grazing yearling cattle. *Journal of Economic Entomology*, 94 (3): 780-783.
- Castro J.D. (1967) Chemical Sterilization of the Stable Fly, *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus), with Metepa and Hempa. Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville, FL.

- Caubere P., Noireau F. (1991). Effect of attraction factors on the sampling of *Chrysops silacea* and *C. dimidiata* (Diptera: Tabanidae), vectors of *Loa loa* (Filaroidea: Onchocercidae) filariasis. *Journal of Medical Entomology*, **28**: 263-265.
- Cauquil L. (2011). Mise en place d'un élevage de *Stomoxys calcitrans* et de *Stomoxys indicus* et étude des sites de développement larvaire des *Stomoxys indicus* en Thaïlande. Thèse de doctorat, Université de Toulouse. 80 p.
- Challier A. (1965). Amélioration de la méthode de détermination de l'âge physiologique des glossines. Etudes faites sur *Glossina palpalis gambiensis*, Vanderplank, 1949. *Bulletin de la société de pathologie exotique*, **58**: 250-259.
- Challier A. (1971). La transmission de la Trypanosomiase Humaine en Afrique Occidentale : Ecologie et contrôle des vecteurs. Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale ; 51(4-5) : 549-558.
- Challier A. (1973). Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 (Diptera-Muscidae) en savane d'Afrique occidentale. Mémoire. ORSTOM 64, Paris.
- Challier A., Laveissière C. (1973). Un nouveau piège pour la capture des glossines (Glossina : Diptera, Muscidae) ; description et essais sur le terrain. Cahier. ORSTOM, Série Entomologie Médicale et Parasitologie, **11** : 251-262.
- Challier A., Eyraud M., LA faye A., Laveissière C. (1977). Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera, Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. Cahier ORSTOM, Série. Entomologie Médicale et Parasitologie, **15** : 283-286.
- Chantal J. (1997). Actualités de l'Anthrax ou fièvre charbonneuse. *Médecine Tropicale*, **57**: 52-60.
- Charlwood J.D., Lopes J. (1980) Age structure and biting behaviour of *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) from Manaus, Brazil. *Bulletin of Entomological research*, **70**: 549-555.
- Charlwood J.D., Sama S. (1996). The age structure, biting cycle and dispersal of *Stomoxys niger* Macquart (Diptera: Muscidae) from Ifakara, Tanzania. *African Entomology*, **4** (2): 274-277.

- Cooksey L.M., Wright R.E. (1987). Flight range and dispersal activity of the host-seeking horse fly, *Tabanus abactor* (Diptera, Tabanidae), in north central Oklahoma. *Environmental Entomology*, 16 : 211-217.
- Courtin F., Dupont S., Zeze D.G., Jamonneau V., Sané B., Coulibaly B., Cuny G., Solano P. (2005). Trypanosomose Humaine Africaine: Transmission urbaine dans le foyer de Bonon (Côte d'Ivoire). *Tropical Medicine and International Health*, 10 (4): 340-346.
- Cuisance D. (1989). Le piégeage des tsé-tsé. Maisons-Alfort, France, IEMVT, p. 172. (Coll. Etudes et synthèses, n° 32,)
- Cuisance D., Barre N., De Deken R. (1994). Ectoparasites des animaux : méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. *Revue scientifique et Technique - Office International des Epizooties.*, 13: 1305-1356.
- Cuisance D., De La ROCQUE. (2005). La Tsé-tsé : une mouche singulière et dangereuse. *Insectes*, 136 : 27-31.
- Dagnogo M., Lohuirignon K., Gouteux J.P. (1985). Comportement alimentaire des populations péridomestiques de *Glossina palpalis* (Robineau-Desvoidy) et *Glossina tachinoides* Westwood du domaine guinéen de Côte d'Ivoire. *Cahier ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 23: 3-8.
- D'Amico F., Gouteux J.P., Le Gall F., Cuisance D. (1996). Are stable flies (Diptera: Stomoxyinae) vectors of *Trypanosoma vivax* in the Central African Republic? *Veterinary Research* 27: 161-170.
- Darchen R. (1978). Les populations d'Agelena consociate Denis, araignée sociale, dans la forêt primaire gabonaise. Leur répartition et leur densité. *Annales de Sciences Naturelles, Zoologie, Paris*, 14 (2): 19-26.
- De La Rocque S., Cuisance D. (2005). La tsé-tsé, une mouche singulière et dangereuse. *Insectes*, 136 (1) : 27-31.
- Desquesnes M, Dia M.L. (2003a). Mechanical transmission of *Trypanosoma vivax*: in cattle by the African tabanid *Atylotus fuscipes*. *Veterinary Parasitology*; 119: 9-19.

Desquesnes M, Dia M.L. (2003b) Mechanical Transmission of *Trypanosoma congolense* in Cattle by the African Tabanid *Atylotus agrestis*. *Experimental Parasitology*, **105** : 226-221.

Desquesnes M., Dia M.L., Acapovi G.L., Yoni W., Foil L., Pin R. (2005). Les vecteurs mécaniques des trypanosomoses animales : Généralités, morphologie, biologie, impacts et contrôle. Identification des espèces les plus abondantes en Afrique de l'Ouest. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, Editions Cirdes, 68 p.

Dia M.L., Desquesnes M., Hamadou S., Bouyer J., Yoni W., Gouro A.S. (2008). Piège Tétra: Evaluation d'un modèle de petite taille pour la capture des vecteurs des trypanosomoses animales. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **159** : 17-21.

Dibakou Ely S, Mounioko Franck, Zinga-Koumba Christophe R, Mbang Nguema Ornella A, Acapovi-Yao Geneviève, MAVOUNGOU Jacques F. (2015). Distribution des Glossines vecteurs de la Trypanosomose humaine africaine dans le Parc National de Moukalaba Doudou (Sud-ouest Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, 86:79576 7965.

Djiteye A. (1992). Aperçu sur l'efficacité comparative de différents pièges et odeurs contre les mouches piqueuses (Diptera : Tabanidae et Muscidae) d'importance vétérinaire. In *Premier séminaire International sur les Trypanosomoses Animales non Transmises par les Glossines*, Annecy (France), 14-16 octobre.

Djiteye A. (1994). Efficacité comparée des différents types de pièges et / ou associations d'odeurs sur les tabanidés, stomoxes et glossines présentes en zone soudano-guinéenne (Mali) *G. m. submorsitans*, *G. tachinoides*, *G. p. gambiensis*. Résumé Rapport d'étape, LCV de Bamako, Mali.

Dougherty C.T., Knapp F.W., Burrus P.B., Willis D.C., Cornelius P.L. (1995). Behaviour of grazing cattle exposed to small populations of stable flies (*Stomoxys calcitrans* L.). *Applied Animal Behaviour Sciences*, **42**: 231-248.

Dsouli Najla. (2009). Contribution à la phylogénie du genre *Stomoxys* (Diptera, Muscidae) et à la phylogéographie de *Stomoxys calcitrans* (L. 1758). Thèse de doctorat. Université Montpellier III- PAUL VALERY.157 pp.

- Dumas JM (2009). Conférence internationale du CIRDES : Evolutions démographiques et changements climatiques : impacts sur les maladies à transmission vectorielle en Afrique de l'ouest. *Parasite*, **16** : 75-78.
- Ebang-Ella G.W., Yamagiwa J. (2014). Use of tool sets by chimpanzees for multiple purposes in Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *Primates*, 6pp. DOI 10.1007/s10329-014-0431-5.
- Eigen M., Kloft W.J., Brandner G. (2002). Transferability of HIV by arthropods supports the hypothesis about transmission of the virus from apes to man. *Naturwissenschaften*, **89** (4): 185-186
- Epstein P.R., Ford T.E., Colwell R.R. (1993). Marine ecosystems: emerging diseases as indicators of change. *Lancet*, **342**: 1217-1219.
- Fain A. (1978). Les problèmes actuels de la loase. *Bulletin de l'OMS*, **56** : 155-167.
- Fain A. (1981). Epidémiologie et pathologie de la loase. *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale*, 61: 277 - 285.
- FAO. (1990). Fao Agristat, Rome, 140 p
- FAO. (2002). Global forest resources assessment 2000 Main report. *FAO, forestry paper n°140. Eds. Lavoisier.*
- Foil L.D. & Hogsette, J.A. (1994). Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Revue Scientifique et Technique*, 13, 1125-1158.
- Foil L.D. (1989). Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitology Today*, **5**(3): 88-96.
- Foil L.D., Issel C.J. (1991). Transmission of retroviruses by arthropods. *Annual Revue of Entomology*, **36**: 355-381.
- Foil L.D., Hogsette J.A. (1994). Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Épizooties* **13** (4) : 1125-1158.
- Foil L.D., Gorham J.R. (2000). Mechanical transmission of disease agents by arthropods. In *Medical Entomology*, Eldridge BF, Edman JD (eds). Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, the Netherlands, 461-514.
- Frezil J.L., Carnevale P. (1976). Utilisation de la carboglace pour la capture de *Glossina fuscipes quanzensis* Pires, 1948, avec le piège Challier-Laveissière. Conséquences

épidémiologiques. Cahiers ORSTOM, Séries Entomologie Médicale et Parasitologique, **14** : 225-233.

Garros C., Gilles J., Duvallet G. (2004). Un nouveau caractère morphologique pour distinguer *Stomoxys calcitrans* et *S. niger* (Diptera : Muscidae). Comparaison de populations de l'île de La Réunion. *Parasite*, **11**: 329-332.

Georgelin. (1923). Maladie endémiques et endémo-épidémiques constatées au Gabon pendant l'année 1921-1922. *Annales de Médecine et de Pharmacie Coloniales*, **21**: 209-15.

Gilles J. (2001). Test d'efficacité de différents types de pièges dans la lutte contre les stomoxes. Introduction à l'étude de la biologie des stomoxes présents à La Réunion. Mémoire de DEA de Parasitologie. Montpellier I et II : 25 pp.

Gilles J. (2005). Dynamique et génétique des populations d'insectes vecteurs. Les stomoxes, *Stomoxys calcitrans* et *Stomoxys niger niger* dans les élevages bovins réunionnais. Thèse Doctorat, Université de La Réunion, Saint-Denis, p140

Gilles J., Litrico I., Duvallet G. (2005a). Microsatellite loci in the stable fly, *Stomoxys niger niger* (Diptera : Muscidae) on La Réunion Island. *Molecular Ecology Notes*, **5** : 93-95.

Gilles J., David J.F., Duvallet G. (2005b). Temperature effects on development and survival of two stable flies, *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger* (Diptera: Muscidae), in La Réunion Island. *Journal of Medical Entomology*, **42** (3): 260-265.

Gilles J., David J.F., Duvallet G. (2005c). Effects of temperature on the rate of increase of two stable flies from La Réunion island, *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger niger* (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, **42** (6): 959-965.

Gilles J., David J.F., Duvallet G., De La Rocque S., Tillard E. (2007). Efficiency of traps for *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger* on Reunion Island. *Medical and Veterinary Entomology*, **21**: 65-69.

Gouteux J.P., Kiénou. (1982). Observations sur les glossines d'un foyer forestier de trypanosomiase humaine en Côte d'Ivoire. Peuplement de quelques biotopes caractéristiques : Plantations, forêts et galeries forestières, en saison des pluies. Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie, **20** : 41-61.

Gouteux J.P., Kounda-Gboumbi J.C., D'Amico F., Wagner C., Noutoua L., Bailly C. (1993a). Enquête épidémiologique pour la recherche des lieux de contamination probables

- dans un foyer centrafricain de maladie du sommeil. *Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé*, **71** : 605-614.
- Gouteux J.P., Kounda-Gboumbi J.C., Noutoua L., D'Amico F., Bailly C., Roungou J.B. (1993b). Man-fly contact in the Gambian trypanosomiasis focus of Nola-Bilolo (Central African Republic). *Tropical Medicine and Parasitology*, **44**: 213-218.
- Gouteux JP. 2005. Evaluation du risqué dans la maladie du sommeil: Apport de la Modélisation Mathématique. *Parasite*, **12**: 259-264.
- Hafez M., Gamal-Eddin F.M. (1959a). Ecological studies on *Stomoxys calcitrans* L. and *sitiens* Rond in Egypt, with suggestions on their control. *Bulletin de la Société d'Entomologie d'Egypte*, **43** : 245-254.
- Hafez M., Gamal-Eddin F.M. (1959b). On the feeding habits of *Stomoxys calcitrans* L. and *sitiens* Rond., with special reference to their biting cycle in nature. *Bulletin de la Société d'Entomologie d'Egypte*, **43**: 291-301.
- Hafez M., Gamal-Eddin F.M. (1961). The behaviour of the stable fly larva, *Stomoxys calcitrans* L., towards some environmental factors. *Bulletin de la Société d'Entomologie d'Egypte*, **45** : 341-367.
- Hallé N. (1964). Liste des Phanérogames et des Ptéridophytes des environs de Makokou, Kemboma et Bélinga. *Biologica Gabonica*, **1** : 41-46.
- Hallé N. (1965). Seconde liste des Phanérogames et des Ptéridophytes du Nord-Est du Gabon (Makokou, Bélinga, Mekambo). *Biologica Gabonica*, **1**: 337-344.
- Hagan H. R. (1951). Embryology of the viviparous insects: *the Ronald press. Co., New York*, 472 p
- Hewitt C.G. (1910). The housefly, *Musca domestica* Linnaeus. A study of its structure, development, bionomics and economy. *Publications of the University of Manchester, Biological series*, **1**. 195p
- Hladik A., Hallé N. (1973). Catalogue des Phanérogames du Nord-Est du Gabon (cinquième liste). *Adansonia*, **2** (13): 527-544.
- Hoch A.L., Gargan T.P., Bailay C.L. (1985). Mechanical transmission of Rift Valley fever virus by hematophagous Diptera. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **34** (1): 188-193.

- Hogsette J.A., Ruff J.P., McGowan M.J. (1981). Stable fly integrated pest management (IPM) in Northwest Florida. *Journal of the Florida Anti-Mosquito Association*, **52**: 48-52.
- Hogsette J.A., Ruff J.P., Jones, C.J. (1987) Stable fly biology and control in the northwest Florida. *Journal of Agricultural Entomology*, **4** (1): 1-11.
- Hogsette J.A., Nalli A., Foil L.D. (2008) Evaluation of different insecticides and fabric types for development of treated targets for stable fly (Diptera: Muscidae) control. *Journal of Economical Entomology*, **101**(3): 1034-1038.
- Hollander, A.L. & Wright, R.E. (1980). Impact of tabanids (Diptera: Tabanidae) on cattle: blood meal size and preferred feeding sites. *Journal of Economic Entomology*, **73** : 431-433.
- Holmes P.H. (1997). New approaches to the integrated control of trypanosomiasis. *Veterinary Parasitology*, **71**: 121-135.
- Holloway M.T.P. & Phelps R. J. (1991). The responses of *Stomoxys Spp* (Diptera : Muscidae) to traps and artificial host odors in the field. *Bulletin of Entomological Research*, **81** (1): 51-55.
- Horváth G., Majer J., Horváth L., Szivák I., Kriska G. (2008). Ventral polarization vision in tabanids: horseflies and deerflies (Diptera: Tabanidae) are attracted to horizontally polarized light. *Naturwissenschaften*, **95**: 1093-1100.
- Horváth G., Blahó M., Kriska G., Hegedüs R., Gerics B., Farkas R. *et al.* (2010). An unexpected advantage of whiteness in horses: the most horsefly-proof horse has a depolarizing white coat. *Proceedings of the Royal Society of London B : Biological Sciences*, **277** (1688) : 1643-1650.
- IRD (Institute de Recherche pour le Développement). (2011). L'IRD en Afrique Centrale : Cameroun-Centrafrique-Congo-Gabon-Guinée équatoriale-R.D. Congo. IRD/DIC, Mai 2011. 62 p.
- Iret, Ecotrop, Unesco. (1987). Makokou, Gabon. Une station de recherche en écologie forestière tropicale ; 52 pp.
- Itard J. (1986). Les glossines ou mouches tsé-tsé, Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT), 155pp.

Itard J., Chartier P.C., Morel P.C., Troncy P.M. (2000). Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris, Cachan, technique et documentation, édition médicale internationale, 774 pp.

Jacquiet P., Rouet D., Bouhsira, Salem A., Liénard E., Franc M. (2014). Population dynamics of *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) in southwestern France. *Revue de Médecine Vétérinaire*, **165**, 9-10, 267-271.

Jaenson T.G., Dos Santos R.C., Hall D.R. (1991). Attraction of *Glossina longipalpis* (Diptera: Glossinidae) in Guinea-Bissau to odor baited biconical traps. *Journal of Medical Entomology*, **28**: 284-286.

Jones C.J., Hogsette J.A., Patterson R.S., Milne D.E. (1985) Effects of natural saccharide and pollen extract feeding on stable fly (Diptera: Muscidae) longevity. *Environmental Entomology*, **14** (1), 223-227.

Jones C.J., Milne D.E., Patterson R.S., Schreiber E.T., Milio J.A. (1992). Nectar Feeding by *Stomoxys calcitrans* (Diptera, Muscidae), Effects on Reproduction and Survival. *Environmental Entomology*, **21** (1): 141-147.

Jordan A.M. (1962). The ecology of the fusca group of tsetse flies (Glossina) in southern Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, **53**: 355-385.

Jordan A.M. (1963). The distribution of the fusca group of tsetse flies in Nigeria and west Cameroon. *Bulletin of Entomological Research*, **54**: 307-323.

Kaba D. (1990). Étude des glossines vectrices des trypanosomiases africaines et lutte antivectorielle au 43ème BIMA, Abidjan Port-Bouët, Côte d'Ivoire, Mémoire de DEA, CEMV, 70 p. FAO.

Kaba D. (2006). Trypanosomiases africaines et lutte antivectorielle au 43ème BIMA, Abidjan Port-. Bouët, Côte d'Ivoire, Mémoire de DEA, CEMV, 70 p.

Kagbadouno M., Camara M., Bouyer J., Hervouët J.P., Courtin F., Jamonneau V., Morifaso O., Kaba D., Solano P. (2009). Tsetse elimination: its interest and feasibility in the historical sleeping sickness focus of Loos islands, Guinea. *Parasite*, **16**: 29-35.

Kamuanga M., Sigue H., Swallow B., Bauer B., Döpfer G. (2001). Farmers' perceptions of the impacts of tsetse and trypanosomosis control on livestock production: evidence from southern Burkina Faso. *Tropical animal health and production*, **33** (2): 141-153.

- Kangwagye T.N. (1974). The seasonal incidence of biting flies (Diptera) in Rwenzori National Park and Kigezi Game Reserve, Uganda. *Bulletin of Entomological Research*, **63(04)**: 535-549.
- Kettle D.S. (1995). Medical and Veterinary Entomology. 2nd Edition, CAB International.
- Killough R.A., McKinstry D.M. (1965). Mating and oviposition studies of the stable fly. *Journal of Economic Entomology*, **58** (3): 489-491.
- Kohagne Tongue L., Gounoue Kamkuimo R., Mengue Mœyi P., Kaba D., Louis F.J., Mimpfoundi R. (2011). Enquête entomologique dans le foyer historique de trypanosomose Humaine Africaine de Bendjé (Gabon). *Parasite*, **18**: 1-7p.
- Koné N., NøGoran E.K., Sidibe I., Kombassere A.W., Bouyer J. (2011). Spatio-temporal distribution of tsetse and other biting flies in the Mouhoun River basin, Burkina Faso. *Medical and Veterinary Entomology*, **25**: 156-168.
- Konstantinov S.A. (1993). The attack distance and the range and nature of the daily flight dispersion of horse flies in the genus *Hybomitra* (Diptera: Tabanidae). *Parazitologija*, **27** : 419-426.
- Kunz S.E., Monty J. (1976). Biology and ecology of *Stomoxys nigra* Macquart and *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera, Muscidae) in Mauritius. *Bulletin of Entomological Research*, **66**: 745- 755.
- Kunz S.E., Berry I.L., Forester K.W. (1977). Development of immature forms of *Stomoxys calcitrans* Diptera-Muscidae. *Annals of the Entomological Society of America*, **70** (2), 169-172.
- Kunz S.E., Murell K.D., Lambert G., James L.F., Terill C.E. (1991). Estimated losses of livestock to pests. In: D. Pimentel (Editor), CRC Handbook of pest management in agriculture. Volume 1. CRC Press, Boca Raton, FL; 69-98 pp.
- Krmar S. (2005). Reponse of horse flies (Diptera, Tabanidae) to different olfactory attractants. *Biologic*, **60**: 611-613.
- Krmar S., Mikuska A., Merdic E. (2006). Response of Tabanidae (Diptera) to different naturel attractants. *Journal of Vector Ecology*, **31**: 262-265.

Krmar S. (2007). Reponse of horse flies (Diptera, Tabanidae) to canopy traps baited with 4-methylphenol, 3-isopropylphenol, and naphthalene. *Journal of Vector Ecology*; **32**: 188-192.

Labrecque G.C., Weidhaas D.E., Whitfield T.L. (1975). Graphic models as intermediate steps to computerized simulations of stable fly populations. *Mosquito News*, **35**: 316-321.

Laveissière C., Couret D., Staak C., Hervouët J.P. (1985). *Glossina palpalis* et ses hôtes en secteur forestier de Côte d'Ivoire. Relation avec l'épidémiologie de la trypanosomiase humaine. Cahier ORSTOM, série *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **23** (4) : 297-303.

Laveissière C., Couret D., Hervouët J.P. (1986). Localisation et fréquence du contact homme/glossines en secteur forestier de Côte d'Ivoire. 1. Recherche des points épidémiologiquement dangereux dans l'environnement végétal. Cahier ORSTOM, série *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **1** : 21-35.

Laveissière C., Grébaut P. (1990). Recherche sur les pièges à glossines (Diptera : Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège «Vavoua». *Tropical Medicine and Parasitology*, **41**(2): 185-192.

Laveissière C., Hervouët J. P. (1991). La trypanosomiase humaine en Afrique de l'ouest. Epidémiologie et contrôle. Eds ORSTOM, collection Didactiques.

Laveissière C., Grébaut P., Herder S., Penchenier L. (2000). Les glossines vectrices de la Trypanosomiase humaine africaine. IRD and OCEAC, Yaoundé, Cameroun. 246 p.

Leak S.G.A. (1999). Tsetse biology and ecology. Their role in the epidemiology and control of trypanosomiasis. CABI Publishing: New York; 568p.

Leclercq M. (1967). Contribution à l'étude des Trypetidae (Diptera) paléarctiques et de leurs relations avec les végétaux. *Bulletin de Recherche Agronomique de Gembloux*, **2**(1) : 64-105.

Lecompte J. (1968). Les rythmes d'activité chez les Arthropodes. *Annales Epiphytes*, **19**:121-131.

Legendre L., Legendre P. (1979). Écologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec, Montréal.

- Leprince, D.J., Lewis, D.J., Parent, J. (1983). Biology of male tabanids (Diptera) aggregated on a mountain summit in southwestern Quebec. *Journal of Medical Entomology*, **20** : 608-613.
- Lindh J.M., Torr S.J., Vale G.A., Lehane M.J. (2009). Improving the cost-effectiveness of artificial visual baits for controlling the tsetse fly *Glossina fuscipes fuscipes*. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, **3**. DOI: 10.1371/journal.pntd.0000474
- Lysyk T.J. (1993). Adult resting and larval development sites of stable flies and house flies (Diptera: Muscidae) on dairies in Alberta. *Journal of Economic Entomology*, **86** (6): 1746-1753.
- Lysyk T.J. (1995). Temperature and population density effects on feeding activity of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, **32** (4): 508-514.
- Lysyk T.J. (1998). Relationships between temperature and life-history parameters of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, **35** (2): 107-119.
- Mallaye P, Kohagne Tongué L, Ndeledje N, Louis FJ, Mahamat Hassane H. 2014. Transmission concomitante de trypanosome humaine et animale: le foyer de Mandoul au Tchat. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, **67**(1): 5-12.
- Magliocca F., Querouil S., A. Gautier-hion. (1999). Population structure and group composition of Western lowland gorillas in north-western Republic of Congo. *American Journal of Primatology*, **48** (1): 1-14.
- Maillet L. (1953). Carte de la distribution probable des sous-espèces et variétés de *Glossina palpalis*. Échelle 1/28 000 000. ORSTOM, service cartographie, Paris.
- Masmeatathip R., Gilles J., Ketavan C., Duvallet G. (2006a). First survey of seasonal abundance and daily activity of *Stomoxys* spp. (Diptera: Muscidae) in Kamphaengsaen campus, Nakornpathom Province Thailand. *Parasite*, **13**: 245-250.
- Masmeatathip R., Ketavan C., Duvallet G. (2006b). Morphological Studies of *Stomoxys* spp. (Diptera: Muscidae) in central Thailand. *Kasetsart Journal*, **40** : 872-881.

- Matyas P.A. (1958). Tabanidae. In: Fauna Hungariae, vol. 16, Diptera I, 9 fasc., Simonkovich E. trad., 1965. Budapest, Hungary, Akademiai Kiado, 43-74 p..
- Mavoungou J.F. (2007). Ecologie et rôle vecteur des stomoxes (Diptera : Muscidae) au Gabon. Thèse de doctorat. Université Montpellier III PAUL VALERY. 137 p.
- Mavoungou J.F., Jay-robert P., Gilles J., Atsame Edda A., G. Duvallet. (2008). Ecologie des stomoxes (Diptera : Muscidae) au Gabon. I. Premier inventaire dans différentes zones écologiques. *Parasite*, **15** : 27-34.
- Mavoungou J.F., Makanga B., Acapovi-Yao G., Desquesnes M., B. Mbøbatchi. (2012). Chorologie des Tabanidae (Diptera) dans la réserve de Biosphère Ipassa-Makokou (GABON) en saison des pluies. *Parasite*, **19**: 165 - 171.
- Mavoungou J.F., Acapovi-Yao G.L., Kohagne T.L., Zinga-Kouumba R.C., Mbang-Nguema O.A., Obame Ondo P.K., Mbøbatchi B., Gilles J., Duvallet G. (2013a). Influence du degré de perturbation du milieu sur l'activité journalière des stomoxys spp. (Diptera : Muscidae) au Nord-Est du Gabon. *Revue Cames*, **01** : 54-60.
- Mavoungou J.F, Picard N., Kohagne T.L., Mbøbatchi B., Gilles J., Duvallet G. (2013b). Spatio-temporal variation of biting flies, Stomoxys spp. (Diptera: Muscidae), along a man-made disturbance gradient, from primary forest to the city of Makokou (North-East, Gabon). *Medical Veterinary and Entomological*, **27**: 339-345.
- Mbida Mbida J.A., Mimpfoundi R., Njiokou F., Manga L., Laveissière C. (2009). Distribution et écologie des vecteurs de la trypanosomose humaine africaine de type savanique en zone de forêt dégradée au sud Cameroun : cas du foyer de Doumé. *Bulletin de la Société Pathologique Exotique*, **102** : 101-105.
- McPheron L., Broce A.B. (1996). Environmental components of pupariation-site selection by the stable fly (Diptera: Muscidae). *Environmental Entomology*, **25** (3): 665-671.
- Meyer J.A., Petersen J.J. (1983) Characterization and seasonal distribution of breeding sites of stable flies and house flies (Diptera: Muscidae) on Eastern Nebraska feedlots and dairies. *Journal of Economic Entomology*, **76**: 103-108.
- Mihok S., Kangethe E.K., Kamau G.K. (1995). Trials of Traps and Attractants for *Stomoxys* spp. (Diptera, Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, **32** (3): 283-289.
- Mihok S. (2002). The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. *Bulletin of Entomological Research*, **92**: 385-403.

- Mihok, S., Carlson, D.A., Krafsur, E.S. & Foil, L.D. (2006). Performance of the Nzi and other traps for biting flies in North America. *Bulletin of Entomological Research*, **96** : 387-397.
- Mihok S. & Mulye H. (2010). Responses of tabanids to Nzi traps baited with octenol, cow urine and phenols in Canada. *Medical and Veterinary Entomology*, **24** : 266-272.
- Mihok, S. & Lange, K. (2012). Synergism between ammonia and phenols for Hybomitra tabanids in northern and temperate Canada. *Medical and Veterinary Entomology*, **26** : 282-290.
- Milleliri J.M., Kohagne T.L., Mengue M.P., Louis F.J. (2009). La maladie du sommeil au Gabon. Cent cinquante ans d'une histoire contrastée. 1861-2008. *Sciences et Médecine d'Afrique*, **2**: 119-132.
- Milligan P.J.M. (1990). Modelling trypanosomiasis transmission. *International Journal of Tropical Insect Science*, **11**(3): 301-307.
- Miller R.W., Pickens L.G., Morgan N.O., Thimijan R.W., Wilson R L. (1973). Effect of Stable Flies Diptera-Muscidae on Feed Intake and Milk-Production of Dairy-Cows. *Journal of Economic Entomology*, **66** (3): 711-713.
- Minchin E.A., Gray A.C.H., Yulloch F.M.G. (1906). *Glossina palpalis* and its relation to *Trypanosoma gambiense* and others trypanosomes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, p. 242-258
- Monty J. (1972). A review of the stable fly problem in Mauritius. *Revue agricole et sucrière de l'île Maurice*, **51** : 13-29.
- Moutia A. (1928). Surra in Mauritius and its principal vector *Stomoxys nigra*. *Bulletin of entomological Research*, **19** : 211-216.
- Morlais Isabelle. (1998). Identification des trypanosomes chez les glossines en zones endémiques de trypanosome humaine au Cameroun. Thèse de doctorat. UNIVERSITE MONTPELLIER II. 229 p ;
- Mounioko Franck, Ely S. Dibakou, Christophe R. Zinga-Koumba, Ornella A. Mbang-Nguema, Geneviève Acapovi-Yao, Mutambwe Shango, Mavoungou Jacques F. 2015. Rythme d'activité journalière de *Glossina fuscipes fuscipes*, vecteur majeur de la trypanosomiase humaine africaine dans le parc national de Moukalaba

- Doudou (Sud-Ouest Gabon). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9** (1): 419-429.
- Mramba F., Broce A.B., Zurek L. (2007). Vector competence of stable flies, *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae), for *Enterobacter sakazakii*. *Journal of vector Ecology*. **32** (1): 134-139.
- Mullen, G.R., Durden, L.A., 2002. Medical and veterinary entomology. Academic Press, Amsterdam; Boston, xv, 597 p.
- Muzari M.O., Jones R.E., Skerratt L.F., Duran T.L. (2010). Feeding success and trappability of horse flies evaluated with electrocuting nets and odour-baited traps. *Veterinary Parasitology*, **171**: 321-326.
- Nash T.A.M. (1955). The fertilization of *Glossina palpalis* in captivity. *Bulletin of Entomological Research*, **46** : 357-368.
- Nekpeni E.B. (1989). Ecologie et biologie des glossines forestières de Côte d'Ivoire: cas de *Glossina palpalis palpalis* Robineau Desvoidy, 1830 (Diptera: Glossinidae) de la région de Gagnoa. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Fac. Sci. Univ. Nat. Côte d'Ivoire, 158 pp.
- Nganongo J.B. (1999). Suivi des salines ; Parc national d'Odzala, Congo. Rapports mensuels : Août, septembre, octobre, novembre, décembre.
- Nganongo J.B. (2000). Suivi des salines ; Parc national d'Odzala, Congo. Rapport mensuel janvier.
- Njiokou F., Laveissière C., Simo G., Nkinin S., Grebaut P., Cuny G., S. Herder. (2006). Wild fauna as a probable animal reservoir for *Trypanosoma brucei gambiense* in Cameroon. *Infection Genetics and Evolution*, **6** (2) : 147 - 153.
- Noireau F., Gouteux J.P., Toudic A., Samba F., Frezil J.L. (1986). Importance épidémiologique du réservoir animal à *Trypanosoma brucei* au Congo : 1. Prévalence des trypanosomoses animales dans les foyers de maladie du sommeil. *Tropical Medicine and Parasitology*, **37**: 393-398.
- Noireau F., NzoulanI A., Sinda D., Itoua A. (1990). *Chrysops silacea* and *C. dimidiata*: fly densities and infection rates with *Loa loa* in the Chaillu Mountains, Congo Republic. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **84**: 153-155.

Noupa P., Nkongmeneck B.A. (2008). Influence des clairières forestières sur la répartition spatiale des grands mammifères dans la forêt dense du Bassin du Congo: cas du Parc National de Boumba-Bek (Sud-est Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **2** (2): 185 - 195.

Oladunmade M. A.; Taken W., Dengwat L., Ndams I .S. 1985. Studies on insecticide-impregnated targets for the control of riverine *Glossina* spp. (Diptera, Glossinidae) in the subhumid savanna zone of Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, **75** : 275-281.

Oldroyd H. (1952). The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region, Vol. I. London, UK, British Museum (Natural History), 226 p.

Oldroyd H. (1954). The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region, Vol. II. London, UK, British Museum (Natural History), 341 p.

Oldroyd H. (1957). The horse flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian region, Vol. III. London, UK, British Museum (Natural History), 489 p.

Oldroyd H. (1973). Tabanidae in Smith (K. G. V.): Insects and other arthropods of medical importance. British Museum. (Natural History), London: pp 195 - 202.

Oliveira A.F., Ferreira R.L.M. & Rafael J.A. (2007). Seasonality and diurnal activity of Tabanidae (Diptera : Insecta) of canopy in the adolpho ducke forested reserve, Manaus, Amazonas State, Brazil. *Neotropical Entomology*, **36** :790-797.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé). (1998). Control and surveillance of African Trypanosomiasis. Report of a WHO Expert Committee, WHO Technical Report Serie 881.

PFBC (Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo). (2006). Les forêts du Bassin du Congo : Etat des Forêts 2006. PFBC, 256 p

Pollock J.N. (1992). Manuel de lutte contre la mouche Tsé-tsé. Volume 1 : Biologie, systématique et répartition des tsé-tsé. F.A.O; Rome (Italie), 310 p.

Power R.J.E. (1964). The activity pattern of *Glossina longipennis* Corti (Diptera: Muscidae). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London*, **39**: 5-14.

R CORE TEAM. (2013). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. www.R-project.org

- Ramsamy M. (1979) Studies of the large-scale rearing of the stable fly, *Stomoxys nigra* Macquart (Diptera: Muscidae). *Bulletin of Entomological Research*, **69**: 477-489.
- Rayaissé J.B., Esterhuizen J., Tirados I., Kaba D., Salou E., Diarrassouba A., Vale G.A., Lehane M.J., Torr S.J., Solano P. (2011). Towards an optimal design of target for tsetse control: comparisons of novel targets for the control of *Palpalis* group tsetse in West Africa. *PloS Negl. Trop. Dis.*, **5**. DOI: 10.1371/journal.pntd.0001332
- Rayaissé J.B., Krober T., McMullin A., Solano P., Mihok S., Guerin P.M. (2012). Standardizing visual control devices for tsetse flies: West African species *Glossina tachinoides*, *G. palpalis gambiensis* and *G. morsitans submorsitans*. *PloS Negl. Trop. Dis.*, **6**. DOI: 10.1371/journal. pntd.0001491.
- Raymond H.L., Taufflieb R., Cornet M., Camicas J.L., Chateau R., Dieng P. Y. (1980). Listes annotées des Tabanidae (Diptera) du Sénégal et de la Gambie. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, Série A*, **42** (4): 812-822.
- Richard J.L., Pier A.C. (1966). Transmission of *Dermatophilus congolensis* by *Stomoxys calcitrans* and *Musca domestica*. *American Journal of Veterinary Research*, **27** (117): 419-423.
- Roberts M.J., Pell P. (1972). Microorganisms in the midgut of tsetse fly larvae. *Microbios*, **17**: 213 - 220.
- Rodhain F., Perez C. (1985). Les Muscidae Stomoxyinae. In : *Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire*. Paris, France, Maloine, 394-395p
- Rodriguez-Batista Z., Leite R.C., Oliveira P.R., Lopes C.M.L., Borges L.M.F. (2005). Populational dynamics of *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus) (Diptera: Muscidae) in three biocenosis, Minas Gerais, Brazil. *Veterinary Parasitology*, **130**: 343-346
- Rogers D.J. (1977). Study of a natural population of *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead and a model for fly movement. *Journal of Animal Ecology*, **46**:309-330.
- Rogers D.J., Robinson T.P. (2004). Tsetse distribution. In: Maudlin, I.; Holmes, PH.; Miles, MA., editors. *The Trypanosomes*. Wallingford, U.K: CABI Publishing; p. 139-179.
- Rogers D. J., S. E. Randolph. (1993). Distribution of tsetse and ticks in Africa: past, present and future. *Parasitology Today*, **9** (7): 226-271.

Ross H.H., Ross C. A., Ross J. R. P. (1982). A textbook of entomology. *John Wiley & Sons*, New York. 666 p.

Rouet Diane. 2011. Dynamique des populations de *Stomoxys calcitrans* dans un site urbain, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Thèse d'exercice, Médecine Vétérinaire; Toulouse 3, 116p.

Salou E., Rayaissé J.B., Laveissière C., Sanon A., Solano P. (2012). Interactions comportementales et rythmes d'activité de *Glossina palpalis gambiensis* et *G. tachinoides* (Diptera : Glossinidae) en galerie forestière au Burkina Faso. *Parasite*, **19**: 217-225.

Sané B., Salano P., Garcia A., Fournet F., Laveissière C. (2000). Variations intraspécifiques de la taille des ailes et du thorax chez *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, **53**: 245-248.

Sané B, Garcia A, Fournet F, Laveissière C. 1999. Répartition des groupes d'âge de *Glossina palpalis palpalis* femelle dans les plantations et les talwegs en zone forestière de Côte d'Ivoire: Relation avec la prévalence de la maladie du sommeil. *Entomologie Médicale*, 92: 210-212.

Samways M.J., Osborn R., Hastings H., Hattingh V. (1999). Global climate change and accuracy of prediction of species geographical ranges: establishment success of introduced ladybirds (Coccinellidae, *Chilocorus* spp.) worldwide. *Journal of Biogeography*, **26**, 795-812.

Schofield S., Torr S.J. (2002). A comparison of the feeding behaviour of tsetse and stable flies. *Medical and Veterinary Entomology*, **16**: 177-185.

Schwetz J. (1915). Preliminary note on the general distribution of *Glossina palpalis* in Lomani district, Belgian Congo. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, **9**: 513-526.

Schwinghammer K.A., Knapp F.W., Boling J.A., Schillo K.K. (1986). Physiological and nutritional response of beef steers to infestations of the stable fly (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, **79**: 1294-1298.

- Seck M.T., Bouyer J., Sall B., Bengaly Z., Vreyen M.J.B. (2010). The prevalence of African animal trypanosomoses and tsetse presence in Western Senegal. *Parasite*, **17**: 257-265.
- Simmonds S.W. (1944). Observations on the biology of the stable fly in Florida. *Journal of Economic Entomology*, **37**: 680-686
- Solano P., Bouyer J., Itard J., Cuisance D. (2010). The cyclical vectors of trypanosomis. *Infectious and Para Diseases of Livestock*, **13**: 155-183.
- Solano P., Ravel S., Bouyer J., Camara M., Kagbadouno M.S., Dyer N., Bardes L., Herault D., Donnelly M.J., De Meeus T. (2009). The Population Structure of *Glossina palpalis gambiensis* from Island and Continental Locations in Coastal Guinea. *PLoS Negl Trop Dis*, **3** (3): 392.
- Solano P., Bouyer J., Itard J., Cuisance D. 2010. The cyclical vectors of trypanosomis. *Infectious and Parasitic Diseases of Livestock*, **13**: 155 - 183.
- Sømme L. (1961). On the overwintering of house flies (*Musca domestica* L.) and stable flies (*Stomoxys calcitrans* (L.)) in Norway. *Norsk Entomologisk Tidsskrift*, **11**: 191-223.
- Strother S. (1999). Tabanids (horseflies). *Dermatology online journal*, **5** (2): 6.
- Sutcliffe J.F., Dcambre C., Downe A.E.R. (1993). Effects of 2 blood-feeding regimes on mortality and female reproduction in a laboratory colony of Stable Flies, *Stomoxys calcitrans*. *Medical and Veterinary Entomology*, **7** (2): 111-116.
- Sutherland B. (1978). Nutritional values of different blood diets expressed as reproductive potentials in adult *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae). *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **45**: 209- 212.
- Sutherland B. (1979). Some effects of temperature on the adults, eggs and pupae of *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae). *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, **46**: 223-227.
- Surcouf J., Ricardo G. (1909). Etude monographique des tabanides d'Afrique. Paris, France, Masson, 292 p.

- Takenoshita Y., Ando C., Iwata Y., Yamagiwa J. (2008). Fruit phenology of the great habitat in the Moukalaba-Doudou National Park, Gabon. *African Study Monograph Supplementary*, **39**: 23-39.
- Takken V, Oladunmade M A, Dengwat L, Feldmann H U, Onah J A, Tenabe S O et Hamann H J. 1986. The eradication of *Glossina palpalis* (Robineau-Desvoidy) (Diptera : Glossinidae) using traps, insecticide-impregnated targets and the sterile insect technique in central Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, **76** : 275-286.
- Taufflieb R. (1981). Tabanidae. In : Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahélo-soudanienne. Paris: ORSTOM, (45) : 617-624. (Initiations-Documentations Techniques; 45).
- Taufflieb R et Finelle P. 1956. Etude écologique des Tabanides d'Afrique Equatoriale Française. Extrait, *Bulletin Institut d'Etude Centrafricaines*, Nouvelles série, Brazzaville, **12**: 209-251.
- TEREA. (2010). Rapport d'inventaire d'aménagement. Concession de Makokou, (tome1). Tech. rep., Olam, Libreville, Gabon.
- Thuiller W., Lavorel S., Araújo M.B. (2005). Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change. *Global Ecology and Biogeography*, **14**: 347-357.
- Toure F.S., Kassambara L., Williams T., Bain O., Millet P. (1998). Human occult loasis: improvement in diagnostic sensitivity by the use of polymerase chain reaction. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **59**: 144-149.
- Toure FS, Mavoungou E, Deloron P, Egwang TG. 1999. Analyse comparative de deux méthodes diagnostiques de la loase humaine: sérologie IgG4 et PCR nichée. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **92**: 167-170.
- Troncy P.M., Itard J., Morel P.C. (1981). Les trypanosomoses animales africaines. In : précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Ministère de la coopération et du développement. Maisons Alfort, Paris, 717 p.
- IUCN. (1996). Guide de la Convention sur la Diversité Biologique. 193p.
- Vale G.A. (1974). The response of Tse-Tse flies (Diptera, Glossinidae) to mobile and stationary baits. *Bulletin Entomological Research*, **64**: 545-588.

- Van Hennekeler, K., Jones, R.E., Skerratt, L.F., Fitzpatrick, L.A., Reid S.A. & Bellis, G.A. (2008). A comparison of trapping methods for Tabanidae (Diptera) in North Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology*, **22** : 26-31.
- Van Hennekeler K., Jones R.E., Skerratt L.F., Muzari M.O. & Fitzpatrick L.A. (2011). Meteorological effects on the daily activity patterns of tabanid biting flies in northern Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology*, **25** : 17-24.
- Van Hoegaerden M., Chabaud B., Akue J.P., Ivanoff B. (1987). Filariasis due to *Loa loa* and *Mansonella perstans*: distribution in the region of Okondja, Haut Ogooué Province, Gabon, with parasitological and serological follow-up over one year. *Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **81**: 441-446.
- Vande weghe J.P. (2006). Ivindo et Mwagna. Eaux noires, foret vierge et baïs. Wildlife Conservation Society, Libreville (Gabon), 272 p.
- Vande weghe J.P. (2012). MOUKALABA DOUDOU. Agence National des Parcs Nationaux (ANPN), Libreville (Gabon), 296 p.
- Vanleeuwe H., Cajani S., Gautier-hion A. (1998). Large mammals at forest clearings in the Odzala National Park, Congo. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, **53**: 171-180.
- Vitouley H.S., Bengaly Z., Lapo R.A., Gbati O.B., Assane M. (2007). Etude du potentiel d'extraits aqueux de plantes médicinales pour le traitement de la trypanosomose animale africaine. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, **5**: 9- 22.
- Wall, W.J. & Doane Jr, O.W. (1980). Large scale use of box traps to study and control saltmarsh greenhead flies (Diptera: Tabanidae) on Cape Cod, Massachusetts. *Environmental Entomology*, **9**: 371-375.
- Wanji S., Tendongfor N., Esum M.E., Enyong P. (2002). *Chrysops silacea* biting densities and transmission potential in an endemic area of human loasis in south-west Cameroon. *Tropical Medicine & International Health*, **7**: 371-377.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). 2006. Weekly epidemiological record-Relevé Epidémiologique hebdomadaire, **81** (8): 69-80.
- Wilcox B.A, Ellis B. (2006). Les forêts et les maladies émergentes chez l'homme. *Unasylva* ; **57** : 11-18.

Wilks C. (1990). La conservation des écosystèmes forestiers du Gabon. Programme pour les forêts tropicales, UINC/CCE : 125 pp.

Williams D.F. (1973). Sticky traps for sampling populations of *Stomoxys calcitrans*. *Journal of Economic Entomology*, **66**: 1279-1280.

Zinga-Kouumba R.C., Acapovi-Yao G.L., Mavoungou J.F., Tongue K L., Mbang-Nguema.O.A., Obame, O.K.P., Shango M. (2013). Influence de la saison sur l'écodistribution des glossines, tabanides, stomoxes du Baï de Momba Makokou, Gabon. *Agronomie Africaine.*, **25** : 149-158.

Zinga-Kouumba .R.C., Bouyer J., Mavoungou J.F., Acapovi-Yao G.L., Kohagne T.L., Mbang, N.O.A., Ondo K.P.O., Mutambwe S. (2013). Evaluation de la diversité des diptères hématophages dans une clairière marécageuse du Gabon à l'aide des pièges Vavoua et Nzi. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, **66** (3): 91-96.

Zinga-Kouumba C.R., Mbang-Nguema O.A., Kohagne T.L., Acapovi-Yao G.L., Obame O.K.P, Mutambwe S, Mavoungou J.F. (2014a). Contribution à l'évaluation de la diversité des vecteurs biologiques de la Trypanosomose Humaine Africaine et de leur activité journalière dans le Parc National de l'Ivindo (Nord-est Gabon). *Journal of Applied Biosciences*, **80**:7060-7070.

Zinga-Kouumba C.R., Mbang-Nguema O.A., Mavoungou J.F., Obame Ondo K.P. (2014b). Ecodistribution des tabanidés, glossines et stomoxes le long d'un transect forêt Primaire-village au Gabon. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (1): 167-181.

Zumpt F. (1973). The Stomoxynae biting flies of the world. Taxonomy, biology, economic Importance and control measures. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart*, 175 p.