

Table des matières

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Résumé | v |
| Abstract | vi |
| Sigles et abréviations..... | vii |
| Liste des tableaux | viii |
| Liste des figures | ix |
| Liste des annexes..... | x |
| Introduction | 1 |
| PREMIERE PARTIE : Synthèse bibliographique | 3 |
| Chapitre I : Généralités sur les Glossines | 4 |
| 1.1. Morphologie | 4 |
| 1.2. Systématique | 6 |
| 1.3. Alimentation..... | 8 |
| 1.3.1. Anatomie de l'appareil digestif..... | 8 |
| 1.3.2. La nutrition..... | 8 |
| 1.3.3. Déroulement du repas..... | 9 |
| 1.4. Reproduction | 9 |
| 1.4.1. Les organes génitaux..... | 9 |
| 1.4.2. Cycle de développement | 10 |
| 1.5. Ecologie..... | 14 |
| 1.5.1. Répartition géographique | 14 |
| 1.5.2. Facteurs influençant la répartition..... | 15 |
| 1.6. Rôle vectoriel des glossines | 16 |
| Chapitre II : Lutte anti-vectorielle | 18 |
| 2.1. Méthodes de lutte anti-vectorielles | 18 |
| 2.1.1. Méthodes chimiques..... | 18 |
| 2.1.2. Méthodes non chimiques..... | 20 |
| 2.2. Elevage des glossines au laboratoire | 22 |
| 2.2.1. Conditions générales d'élevage..... | 23 |
| 2.2.2. Technique d'alimentation..... | 23 |
| 2.2.3. Technique de la reproduction..... | 24 |
| 2.2.4. Procédé de stockage de mouches et la conservation des pupes | 24 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| DEUXIEME PARTIE : Etude expérimentale | 27 |
| Chapitre I : Matériel et méthodes | 28 |
| 1.1. Matériel | 28 |
| 1.1.1. Cadre de l'étude | 28 |
| 1.1.2. Matériel biologique | 28 |
| 1.1.3. Matériel technique..... | 28 |
| 1.2. Méthodes | 30 |
| 1.2.1. Influence de la durée de conservation des pupes au froid sur la viabilité des mouches écloses. | 30 |
| 1.2.2. Compétitivité pour l'accouplement..... | 31 |
| 1.2.2.2. Effet de la couleur de marquage rouge et blanc sur la compétitivité pour l'accouplement. | 32 |
| 1.2.4. Paramètres étudiés..... | 32 |
| 1.2.5. Analyses statistiques | 32 |
| Chapitre II : Résultats et Discussion | 33 |
| 2.1. Résultats | 33 |
| 2.1.1. Influence de la durée de conservation des pupes mâles stériles au réfrigérateur sur la viabilité des mouches. | 33 |
| 2.1.2. Effet de la réfrigération des pupes mâles stériles sur la compétitivité de mouches écloses. | 36 |
| 2.1.3. Effet des couleurs de marquage des mâles sur la compétitivité des glossines..... | 39 |
| 2.2. Discussion | 41 |
| 2.2.1. Influence de la durée de conservation des pupes mâles stériles au réfrigérateur sur la viabilité des mouches. | 41 |
| 2.2.2. Effet de la réfrigération des pupes mâles sur la compétitivité des mouches écloses. | 43 |
| 2.2.3. Effet de la couleur de marquage des mâles en rouge et en blanc sur la compétitivité pour l'accouplement des femelles. | 44 |
| Conclusion et perspectives | 46 |
| Références bibliographiques | 47 |
| ANNEXES | I |

Résumé

L'objectif de cette étude était de déterminer l'influence de la durée de conservation au froid des pupes mâles stérilisées sur la viabilité et la compétitivité de mouches écloses de *Glossina palpalis gambiensis* et *G. morsitans submorsitans*. Pour ce faire, 7 lots de 160 pupes mâles âgées de 31 jours ont été constitués pour chacune de ces 2 espèces. Ensuite chaque lot a été divisé en 4 sous lots de 40 pupes et placées dans des boîtes de pétris pour conserver ainsi au réfrigérateur. Ces pupes ont été exposées au préalable à l'irradiation au rayon gamma, à 110 Gray pendant 24 minutes et 30 secondes. La température test était réglée à 9,8°C et l'humidité relative test à 49,7% tandis que les pupes témoins étaient maintenues aux conditions de l'insectarium (25°C et 70% d'humidité relative). Ces deux températures sont restées constantes pendant toute la période de l'expérience. A chaque intervalle de 2 jours, 4 sous lots de 40 pupes étaient retirés du réfrigérateur et exposés à la température témoin pour l'éclosion des mouches. Les mouches écloses à différentes durées de conservation ont été comparées à des témoins par rapport à la viabilité et la compétitivité pour l'accouplement avec les femelles. Pour la compétitivité, les mouches issues des pupes réfrigérées ont été différenciées des non réfrigérées par marquage à la peinture rouge ou blanc. Les résultats ont montré que, indépendamment de l'espèce, une longue durée de réfrigération des pupes réduit le taux d'éclosion des mouches, la viabilité et la compétitivité des mouches issues de ces pupes. Pour obtenir le maximum d'individus viables et compétitifs, il conviendrait de lever l'inhibition des pupes au 2^{ème} jour de conservation sous froid pour *Gpg* et au 4^{ème} jour pour *Gms*. Au-delà de ces dates respectives la viabilité et la compétitivité de mouches mâles seraient compromises. Par ailleurs, le marquage à la peinture rouge et blanc n'a pas d'effet attractif sur le comportement sexuel de glossines femelles et sans effet notable sur les individus marqués. Ces résultats pourraient contribuer à l'amélioration des procédures de la technique de production de mâles stériles dans le cadre de la lutte contre les glossines.

Mots clés : *Glossina palpalis gambiensis*, *G. morsitans submorsitans*, compétitivité, pupes, stériles, éclosion et viabilité.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of the duration of conservation at cold temperature sterilized male pupae on the viability and the competitiveness of *Glossina palpalis gambiensis* and *Glossina morsitans submorsitans*. Seven shares of 160 male pupae, 31 days old offer larviposition have been constituted for each species. Then, each share has been divided to 4 sub-shares of 40 pupae that have been on view in box refrigerator. These pupae have been first exposed to gamma rays at 110 grays during 24 minutes and 30 seconds. The experimental conditions were set at a temperature of 9, 8°C and a relative humidity of 49, 7% while control pupae were kept at the conditions of tsetse flies laboratory (24 °C and 70% relative humidity). Each 2 days, 4 shares of pupae were withdrawn from refrigeration and exposed to the control temperature for tsetse flies hatching. The tsetse flies hatched at different time of conservation, have been compared with the controls in relation to competitiveness for mating. Sterilized tsetse flies have been also differentiated from the non sterilized one by red or white tracer «Gouache tempera». Results have shown that, independently of species, a long time of refrigeration decreases the vigor and consequently decrease viability and competitiveness of tsetse flies hatched from irradiated pupae. To obtain maximum viable and competitive individuals, it is suggested to stop pupae inhibition at the 4th day of conservation at cold for *Gpg* and at 6th day for *Gms*. Beyond these respective dates viability and competitiveness of male tsetse flies would be compromised. Also, both red and white tracer «Gouache tempera» appeared without any attractive effect on female sexual behavior and any harmful effect on colored individuals. These results could contribute to the improvement of the Sterilized Insect Technique for the fight against tsetse flies and trypanosomes.

Key word: *Glossina palpalis gambiensis*, *G. morsitans submorsitans*, competitiveness, pupa, sterile, hatching and viability.

Sigles et abréviations

AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique ;

ANOVA : Analysis Of Vaviance ;

CIRDES : Centre International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Subhumide ;

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations ;

GAAA : Groupements Atomiques Alsacienne et Atlantique ;

G.p.g : Glossina palpalis gambiensis ;

G.m.s : Glossina morsitans submorsitans ;

IRD : Institut de Recherche pour le Développement ;

ORSTOM : Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer ;

SAT : Systèmes d'Attractifs Toxiques ;

SSPC : Self Stocking of Production Cages ;

TAA : Trypanosomose Animale Africaine ;

THA : Trypanosomose Humaine Africaine ;

TIS : Technique de l'Insecte Stérile ;

Liste des tableaux

Tableau I : Liste des espèces et sous-espèces de glossines par sous- genre (Source : Leak, 1999)..... 7

Tableau II : Dispositif expérimental pour l'évaluation de l'effet de la durée de conservation des pupes mâles stériles de *Glossina palpalis gambiansis* au froid sur la viabilité des mouches écloses. 30

Tableau III : Dispositif expérimental pour évaluer l'effet de la durée de conservation des pupes mâles stériles de *Glossina morsitans submorsitans* au froid sur la viabilité des mouches écloses. 31

Tableau IV : Nombre de couples formés par les mâles stériles et mâles témoins. 37

Tableau V : Nombre de couples formés par les mâles stériles et mâles témoins..... 38

Tableau VI : Effet des couleurs de marquages rouges et blancs sur le nombre de couples formés par les individus marqués..... 39

Tableau VII : Effet des couleurs de marquages rouges et blancs sur le nombre de couple formé par les mâles marqués en rouges par rapport aux marqués blancs. 40

Liste des figures

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : A : Glossine vue dorsale, ailes repliées ; B : Nervures alaires de la glossine (source : Pollock, 1982). | 4 |
| Figure 2 : Glossine vue dorsale, ailes écartées (source : Pollock, 1982). | 5 |
| Figure 3 : Glossine vue latérale, ailes repliées (source : Pollock, 1982)..... | 6 |
| Figure 4 : Schéma de l'appareil digestif de la glossine (source : Itard, 1986)..... | 8 |
| Figure 5 : Les organes génitaux des glossines, A & B (source : IRD, 2000)..... | 10 |
| Figure 6 : Schéma du cycle de reproduction d'une glossine : (D'après D. Cuisance, 1989). .. | 13 |
| Figure 7 : Carte de répartition géographique des glossines (source : ORSTOM, 1998)..... | 15 |
| Figure 8 : Pièges et écrans utilisés pour la lutte contre les glossines et autres insectes piqueurs (source : Vitouley, 2007)..... | 20 |
| Figure 9 : A : Chariot comportant des grandes cages placées sur ses rayons ; B : Dispositif pour l'alimentation des glossines : Bac contenant du sang et recouvert de membrane de silicone le tout sur une plaque chauffante. | 25 |
| Figure 10 : Taux d'éclosion des pupes mâles réfrigérées de <i>G. palpalis gambiensis</i> en fonction du nombre de jours de conservation au froid. | 33 |
| Figure 11 : Taux moyens de mortalité des mouches chez <i>G. palpalis gambiensis</i> en fonction de la durée de conservation des pupes au froid. | 34 |
| Figure 12 : Taux d'éclosion des pupes mâles réfrigérées de <i>G. morsitans submorsitans</i> en fonction du nombre de jours de conservation au froid. | 35 |
| Figure 13 : Taux moyens de mortalité avant accouplement chez <i>G. morsitans submorsitans</i> en fonction de la durée de conservation au froid. | 36 |

Liste des annexes

Annexe 1: Répartition géographique des trois sous-genres de Glossines..... II

Annexe 2 : Fiche de suivi des éclosions de mouches..... III

Annexe 3 : Fiche de suivi de la mortalité avant accouplement des mouches. III

Annexe 4 : Fiche de suivi de la compétitivité des mouches.....IV

Annexe 5 : Matériel de laboratoire utilisé V

Introduction

Les glossines ou mouches tsé-tsé sont des insectes diptères, vecteurs biologiques des trypanosomoses. Les trypanosomoses sont des maladies parasitaires causées par des protozoaires sanguins du genre *Trypanosoma*, appartenant à la section des *Salivaria* (Bäuer, 2007). Les glossines se rencontrent sur une superficie d'environ 10 millions de km² dans 37 pays d'Afrique subsaharienne infestés, soit le tiers de la superficie totale du continent (Shaw, 2004 ; Fao, 2002). De nos jours, le nombre des pays est devenu 38 avec la création de nouvel Etat du Sud-Soudan. Sur cette superficie les pertes annuelles directes de production animale (lait, viande et reproduction) sont de l'ordre de 1 à 1,2 milliards de dollars US, auxquelles il faut ajouter les pertes indirectes sur la production agricole (traction animale, fumure,...) estimées à 4,5 milliards de dollars US par an (Fao, 2002). Au Burkina Faso, comme dans la plupart des pays Ouest-Africains au Sud du Sahara, ces insectes sont considérés comme l'un des principaux facteurs limitant le développement de l'élevage (Hursey *et al.*, 1995 ; Swallow, 1998 ; Shaw, 2003).

Pour pallier à cette situation, la lutte anti-vectorielle s'avère l'une des stratégies incontournables pour le bien-être en Afrique et l'élimination de ces pathologies ne peut se faire sans la destruction des glossines (Jordan, 1986 ; Geerts et Holmes, 1997 ; De La Rocque et Cuisance, 2005). Ainsi plusieurs méthodes de lutte ont vu le jour, notamment les méthodes chimiques, caractérisées par l'utilisation d'insecticides sur des leurres ou sur des animaux et les méthodes non chimiques constituées de méthode écologiques et biologiques (Cuisance *et al.*, 2003 ; Itard, 2000). En effet, toutes les méthodes de lutte anti-vectorielle sont efficaces, mais la notion de coût et la tolérance de chaque méthode vis-à-vis de l'environnement rendent certaines méthodes plus efficaces et mieux appropriées que d'autres. La Technique de l'Insecte Stérile (TIS) ou de lâcher de mâles stériles est une technique autocide, non polluante, ciblée et peut être associée à d'autres méthodes (Dyck *et al.*, 2005). Toutefois, la mise en œuvre de cette technique exige la production en quantité et en qualité de mouches mâles stériles pour des lâchers dans les zones cibles. Cependant, le fait que la durée du stade pupal soit plus longue en saison froide qu'en saison chaude (Itard, 2000) pourrait justifier l'utilisation du froid artificielle pour la conservation des pupes mâles stériles. Il conviendrait alors de rechercher la durée optimum de conservation des pupes au réfrigérateur dans le but de cumuler un grand nombre de pupes pour des éclosions de masse destinées au lâcher.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail dont le thème est "**Influence de la durée de conservation au froid des pupes mâles stériles sur la viabilité et la compétitivité des mouches écloses de *Glossina palpalis gambiensis* et de *G. morsitans submorsitans*.**"

Les objectifs de l'étude :

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'amélioration des procédures de la technique de production de mâles stériles.

Plus spécifiquement, il s'agit de :

- Evaluer l'influence de la durée de conservation des pupes mâles stériles au réfrigérateur sur la viabilité des mouches écloses ;
- Déterminer la compétitivité pour l'accouplement des mâles issus des pupes réfrigérées par rapport aux mâles issus des pupes non conservées au froid ;
- Déterminer l'effet de la couleur de marquage (rouge et blanche) sur le comportement sexuel des glossines femelles.

Hypothèses :

- ✓ Une longue conservation des pupes au froid réduit les taux d'éclosion et la viabilité des mouches ;
- ✓ Les mouches issues de pupes conservées au froid sont aussi compétitives pour l'accouplement que celles provenant des pupes non conservées au froid ;
- ✓ La couleur de marquage à la peinture des mouches mâles n'a pas d'effet attractif sur le comportement sexuel des glossines femelles.

Le présent document comporte deux parties :

Une première partie, qui est consacrée à une synthèse bibliographique sur les glossines et la lutte anti-vectorielle ;

Et une deuxième partie, qui porte sur l'étude expérimentale.

PREMIERE PARTIE : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les Glossines

1.1. Morphologie

Les glossines ou mouches tsé-tsé sont des insectes diptères allongés, robustes, de coloration brun noirâtre à brun testacé, mais jamais métallique, leur longueur est comprise entre 6 et 16 mm. En général, les mâles sont plus petits que les femelles. Leur morphologie diffère de la plupart des autres *Muscidae* par l'adaptation de leurs pièces buccales à la piqure, ce qui les fait classiquement ranger dans le groupe des "muscoïdes piqueurs", auquel appartiennent les Stomoxyinae. L'aile constitue également pour l'insecte une "carte d'identité" (Fig.1), caractérisée par la présence de la cellule distale en forme de hache (Itard, 1986). Au repos, la mouche tsé-tsé a généralement l'air assez mince car ses ailes sont repliées l'une sur l'autre (Pollock, 1982) et son corps se compose de trois parties principales: la tête, le thorax (auxquels sont fixées les ailes et les pattes) et l'abdomen (Fig.1).

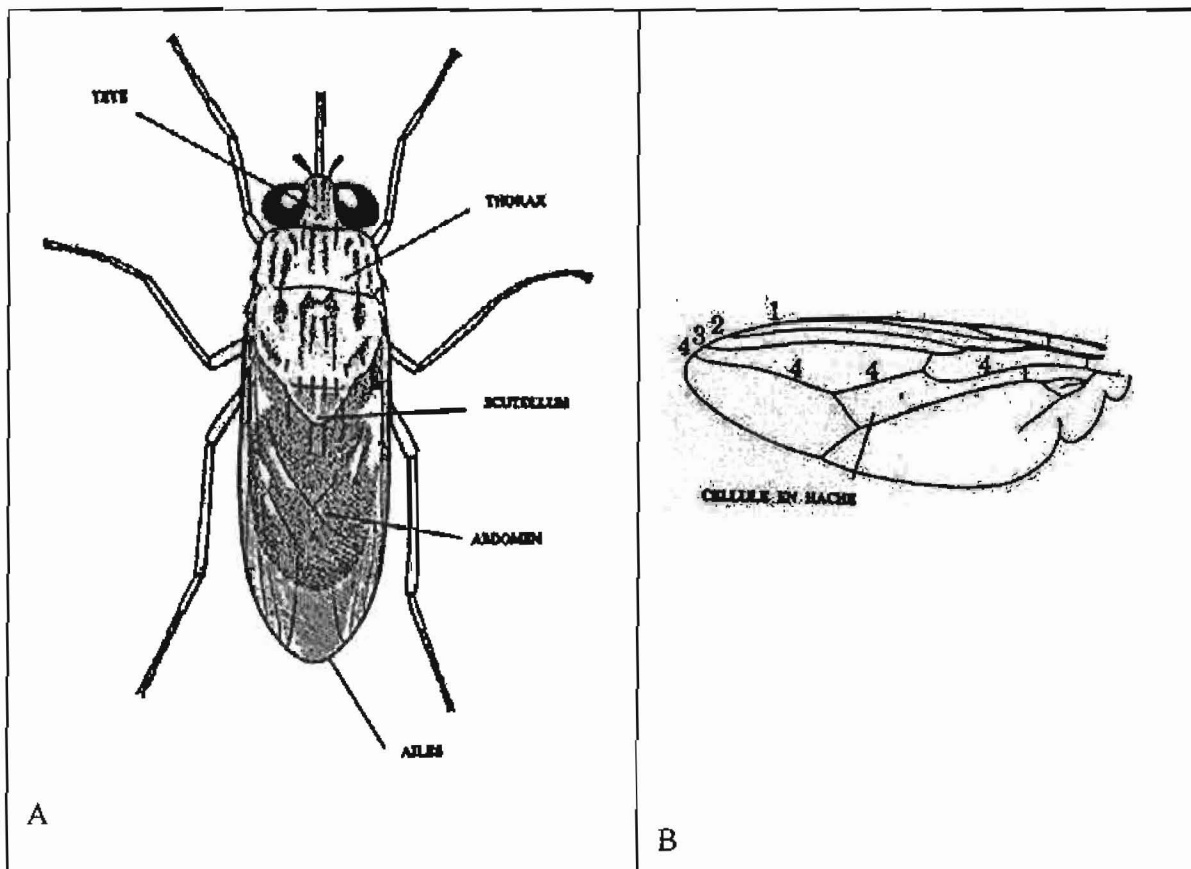


Figure 1 : A : Glossine vue dorsale, ailes repliées ; B : Nervures alaires de la glossine (source : Pollock, 1982).

La tête, comprend deux yeux associés à trois ocelles. Les antennes ont une forme caractéristique : elles sont composées de trois articles dont le troisième porte l'arista. La base des antennes est entourée par la suture ptilinal (Balenghien, 2003). Les pièces buccales comprennent le proboscis et les palpes maxillaires (Fig.2 et 3). Les palpes maxillaires jouent le rôle de protecteur de la trompe. Le thorax porte les segments respiratoires, une paire d'ailes caractérisée par la forme en hache de la cellule distale, une paire de balanciers et trois paires des pattes (Fig.2 et 3). L'abdomen comprend 8 segments dont 7 visibles dorsalement (Fig.2 et 3). Le 2^{ème} est le plus grand. Chaque segment est composé de tergite dorsal rigide, sternite ventral souple et pourvu d'une paire de stigmates respiratoires. Le 8^{ème} segment comprend le genitalia, appareil reproducteur externe du mâle et femelle, dont la forme et la dimension sont caractéristiques des espèces et sous-espèces (Fig.2 et 3).

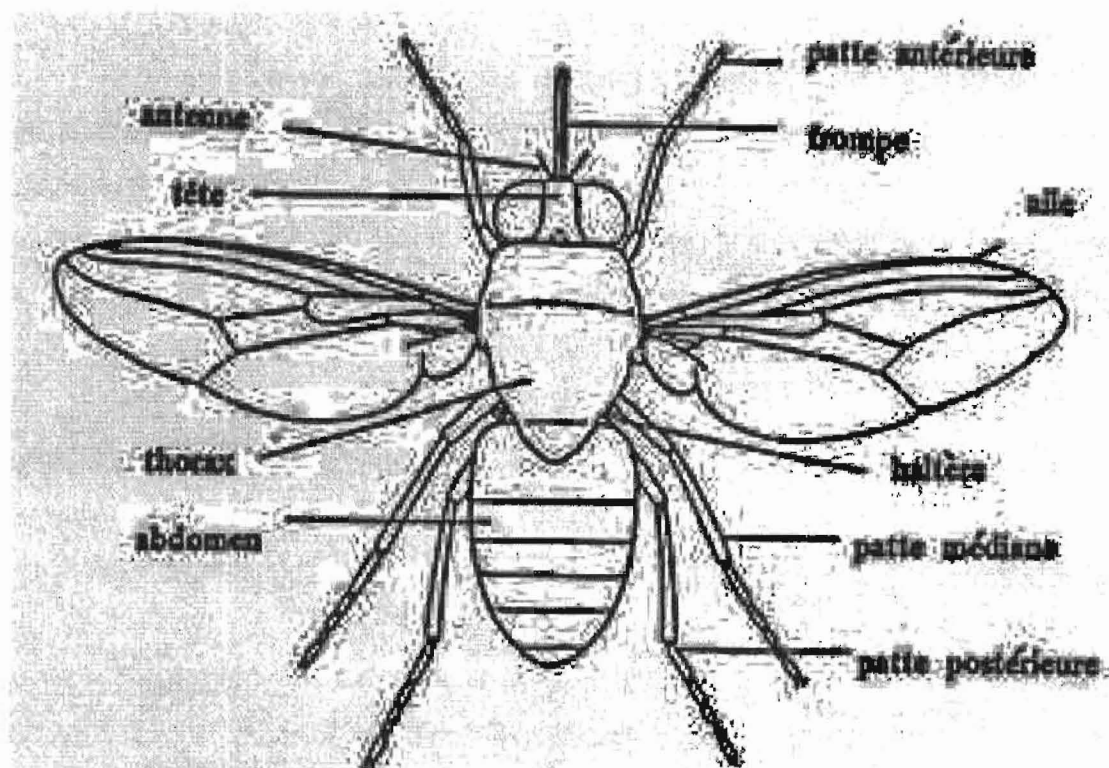


Figure 2 : Glossine vue dorsale, ailes écartées (source : Pollock, 1982).

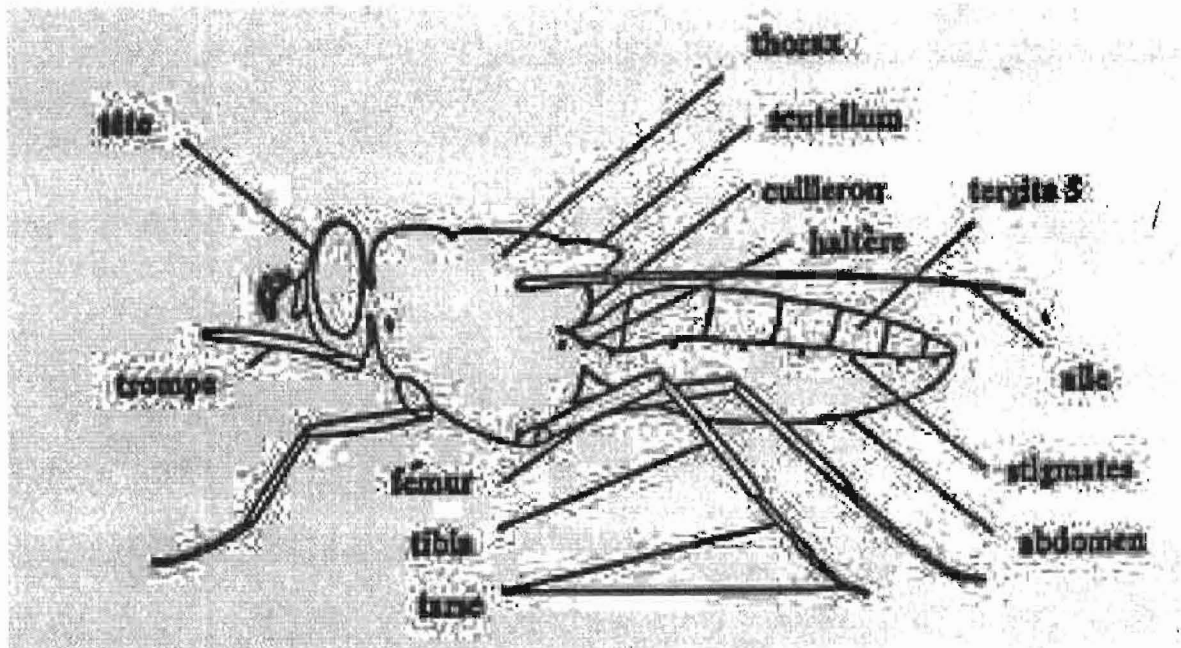


Figure 3 : Glossine vue latérale, ailes repliées (source : Pollock, 1982).

1.2. Systématique

Les glossines font parties de la classe des insectes, de l'ordre des diptères brachycères et de la famille des *Glossinidae*. Elles sont regroupées en un seul genre *Glossina* qui est subdivisé en 3 sous-genres (Tableau.1) ; *Nemorhina* (ancien groupe *palpalis*), *Glossina* (ancien groupe *morsitans*) et *Austenina* (ancien groupe *fusca*).

- Le sous-genre *Nemorhina*, rassemble 9 espèces et sous-espèces, ce sont des glossines riveraines qui habitent les zones forestières d'Afrique de Ouest et Centrale (galeries forestières, mangroves, niayes). Elles n'existent pas en Afrique de l'Est et du Sud notamment après le 12 et 13^{ème} parallèle. (annexe 1)
- Le sous-genre *Glossina*, constitué de 7 espèces et sous-espèces, fréquentant les forêts claires à brachystegia en Afrique de l'Est et Centrale, Isoberlinia en Afrique de Ouest zones où la savane a remplacée les régions forestières. (annexe 1)
- Le sous-genre *Austenina*, comprend 15 espèces et sous-espèces vivant en majorité dans la forêt dense humide équatoriale de base et moyenne altitude, mosaïque forêt/savane, zone de transition forêt/savane îlots forestiers et grosses forêts galeries. (annexe 1)

Tableau I : Liste des espèces et sous-espèces de glossines par sous- genre (Source : Leak, 1999).

| Sous- genre <i>Nemorhina</i> . | | Sous-genre <i>Glossina</i> s.str. | Sous-genre <i>Austenina</i> . |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1a | <i>G.palpalis palpalis</i> Robineau-Desvoidy, 1930 | 1a <i>G. morsitans submorsitans</i> Newstead, 1910 | 1a <i>G. fusca fusca</i> Walker, 1849 |
| 1b | <i>G. palpalis gambiensis</i> Vanderplank, 1949 | 1b <i>G. morsitans centralis</i> Machado, 1970 | 1b <i>G. fusca congolensis</i> Newstead et Evans, 1921 |
| 2a | <i>G. fuscipes fuscipes</i> Newstead, 1910 | 1c <i>G. morsitans morsitans</i> Westwood, 1850 | 2a <i>G. nigrofusca hopkinsi</i> Van Emden, 1944 |
| 2b | <i>G. fuscipes quanzensis</i> Pires, 1948 | 2 <i>G. austeni</i> Newstead, 1912 | 2b <i>G.nigrofusca nigrofusca</i> Newstead, 1910 |
| 2c | <i>G. fuscipes martinii</i> Zumpt, 1935 | 3 <i>G. pallidipes</i> Austen, 1903 | 3 <i>G. medicorum</i> Austen, 1911 |
| 3 | <i>G. tachinoides</i> Westwood, 1850 | 4 <i>G. swynnertoni</i> Austen, 1923 | 4 <i>G. nashi</i> Poots, 1955 |
| 4a | <i>G. pallicera pallicera</i> Bigot, 1891 | 5 <i>G. longipalpis</i> Wiedemann, 1830 | 5 <i>G. tabaniformis</i> Westwood, 1850 |
| 4b | <i>G. pallicera newsteadi</i> Austen, 1929 | | 6 <i>G. brevipalpis</i> Newstead, 1910 |
| 5 | <i>G.caliginea</i> Austen, 1911 | | 7 <i>G. longipennis</i> Corti, 1895 |
| | | | 8 <i>G. frezili</i> Gouteux, 1987 |
| | | | 9 <i>G. severini</i> Newstead, 1913 |
| | | | 10 <i>G. fuscipleuris</i> Austen, 1911 |
| | | | 11 <i>G. vanhoofi</i> Henrard, 1952 |
| | | | 12 <i>G.schewtzi</i> Newstead et Evans, 1921 |
| | | | 13 <i>G. haningtoni</i> Newstead et Evans, 1922 |

1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c, 4a et 4b : sous-espèces de glossines.

1.3. Alimentation

1.3.1. Anatomie de l'appareil digestif

L'appareil digestif de la glossine est adapté à la consommation et à la digestion du sang, qui constitue son unique nourriture (Itard, 1986). Il débute par le canal alimentaire et se prolonge dans la tête, puis le pharynx et l'œsophage pour atteindre finalement le proventricule. Le jabot se prolonge également vers l'avant par un canal pour aboutir au proventricule. L'intestin commence par la face dorsale du proventricule et comprend l'intestin moyen et postérieur, puis la région iléale, le colon, le rectum et se termine par l'anus (Fig.3).

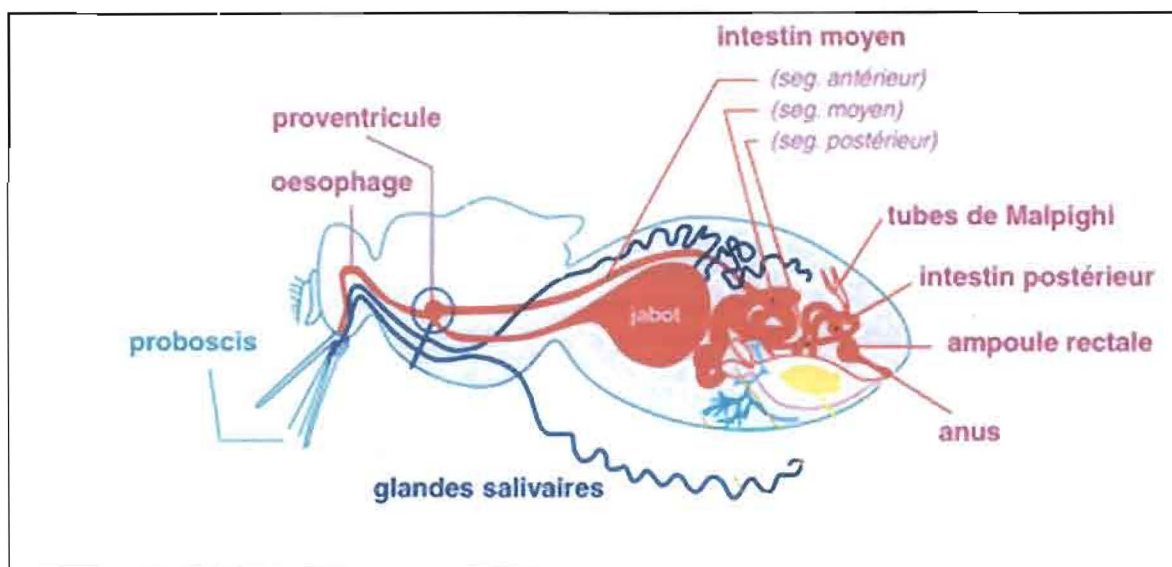


Figure 4 : Schéma de l'appareil digestif de la glossine (source : Itard, 1986).

1.3.2. La nutrition

Comme chez la plupart des espèces, le cycle biologique de la glossine dépend de son alimentation. Chez les mouches tsé-tsé, les deux sexes sont hématophages. Les activités biologiques : l'activité ovarienne, la fécondation, le développement de la larve, l'achèvement de la croissance de la jeune mouche et le stockage de graisse pour les périodes difficiles dépendent du repas sanguin (Launois *et al.*, 2004). Les mâles prennent généralement des repas moins importants que les femelles et l'intervalle entre les repas est variable selon les espèces, les conditions climatiques locales, l'activité sexuelle et la présence d'hôtes disponibles (Pollock, 1982 ; Itard, 1986). Le sang qui est constitué de 80% d'eau et 20% de matière sèche est utilisé dans les processus métaboliques de la glossine par une production directe d'énergie ou par les réserves de matière grasse (Custer, 2005). L'acide urique est le

principal produit de déchet (71,6%), comme chez la majorité des autres insectes (Bancé, 2003).

Chez les glossines, les habitudes alimentaires sont assez spécifiques et grâce à cette spécificité, cinq grands groupes ont été identifiés en fonction des hôtes les plus fréquentés reconnaissables par la vue et l'odorat (Kaboré, 2001 ; Launois *et al.*, 2004).

1.3.3. Déroulement du repas

Le processus commence par l'enfoncement de la trompe et le basculement du corps de la glossine. Celle-ci prend une position oblique et perce la peau par ces mouvements alternatifs et la rapidité des labelles. Une fois la peau percée à travers la trompe, la salive est injectée dans la blessure. Il s'en suit alors un gorgement rapide de 25-30 secondes. La quantité de sang dans le jabot est de 66% de la quantité ingérée au cours d'un repas et plus la mouche est affamée, plus la quantité de sang absorbée est élevée. Le jabot commence à se vider 5 à 10 minutes après la fin du repas. Selon Kaboré (2001), la durée de vidage de jabot dure en moyen 5 à 30 minutes.

1.4. Reproduction

Chez les glossines, comme chez les autres insectes en général, la reproduction est l'apanage des adultes mâles et femelles. Les caractères différentiels entre les deux sexes de mouche tsé-tsé sont peu marqués, toutefois le mâle ne se distingue de la femelle que par une taille généralement plus petite et par la présence à l'extrémité ventrale de l'abdomen d'un appareil copulateur externe saillant, ce qui est contraire chez la femelle (Itard, 1986).

1.4.1. Les organes génitaux

- Appareil génital mâle

Il est composé d'une paire de testicules pour le stockage de spermatozoïdes non renouvelable, d'un canal déférent pour chaque testicule, d'un canal déférent commun et de deux glandes annexes au point de jonction des canaux déférents (Fig.4).

- Appareil génital femelle

Il comprend deux ovaires contenant chacun deux ovarioles, deux oviductes (droit et gauche). Chaque ovariole comprend (germarium, vitellarium, un follicule en développement et un tube

folliculaire) ; un oviducte commun ; un utérus ; deux spermathèques et de glande utérine sur la surface dorsale de l'utérus (Fig.4).

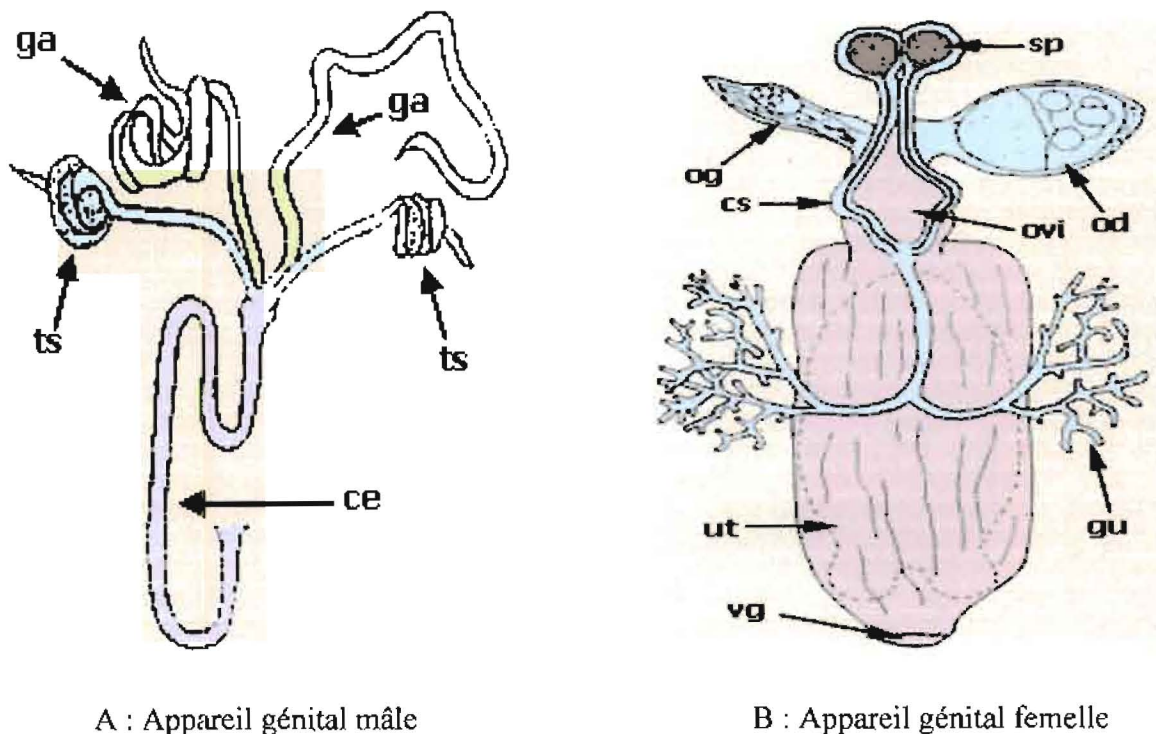


Figure 5 : Les organes génitaux des glossines, A & B (source : IRD, 2000).

testicules (ts) ; canal éjaculateur (ce) ; des accessoires (ga) ovaire droit : (od) ; ovaire gauche : (og) spermatèques : (sp.) ; utérus : (ut) ; glande utérine : (gu) ; canaux des spermatèques : (cs) ; oviductes : (ovi).

1.4.2. Cycle de développement

Les *Glossinidae*, sont considérées comme des diptères très évolués, caractérisées par un mode particulier de reproduction (Poinsignon, 2008). Elles sont classées dans le groupe des pupipares avec les *Hyppoboscidae*, les *Streblidae* et les *Nycteribiidae*, (Itard et Cuisance, 2003). Les mouches tsé-tsé constituent les seules espèces animales capables de donner naissance à une larve qui, sans se nourrir dans le milieu extérieur, aboutira à un adulte après nymphose (Fig.5) (Bouyer, 2006). Selon ces auteurs, cela reste possible grâce à un régime alimentaire qui est très riche en énergie et un organe analogue à l'utérus des mammifères qui porte en outre des glandes lactifères permettant d'allaiter les larves in utero. Les glossines présentent un cycle de développement long de 40 à 100 jours et un taux de reproduction très faible, maximum 10 descendants par femelle (Rogers et Randolph, 1985). La taille des descendants diminue avec le rang de portée (De Deken *et al.*, 1997), et avec la dureté des

conditions environnementales. Les glossines de petite taille sont moins résistantes aux stress thermiques et hygrométriques (Buxton, 1955). Des records ont été enregistrés chez *glossina palpalis gambiensis* de 7 à 9 mois voir 1 an (Laveissiere *et al.*, 2000). Cela souligne leur grande capacité vectorielle vis à vis du trypanosome. Selon Cuisance (1989), le cycle de reproduction de glossine est caractérisé par : l'accouplement, la fécondation, la larviposition et l'avortement.

1.4.2.1. Accouplement

Les processus de l'accouplement chez les glossines ne présentent pas de particularité notable. En général dans la nature les mâles volent en groupes ou essaims à la recherche des femelles (Itard, 1986). L'accouplement n'a lieu que très exceptionnellement en vol. En effet, la femelle, tous les tarses en appui sur un support, écarte largement les ailes. Le mâle, placé au-dessus d'elle, l'étreint avec ses pattes antérieures (Fig.5). Un seul accouplement suffit pour assurer la fertilité de la femelle pour toute sa vie. Toutefois, au laboratoire beaucoup de jeunes femelles s'accouplent à plusieurs reprises et à une fréquence non déterminée dans la nature (Dame et Fort, 1968 ; Itard, 1986). Selon Bancé (2003), cette méthode d'accouplement pourrait avoir un intérêt pour la technique d'Insecte Stérile. Le plus souvent, l'accouplement se fait 2 à 3 jours d'âge pour les femelles et à partir du 6^{ème} au 8^{ème} jour d'âge pour les mâles. La durée de l'accouplement est variable selon les espèces, mais ne doit pas être inférieure à 30 minutes, mais en moyenne 1 à 3 heures suffisent pour que l'insémination ait lieu (Kaboré, 2001).

1.4.2.2. La fécondation

Après l'accouplement, les spermatozoïdes quittent le spermatophore et remontent les conduits spermathécaux jusqu'aux spermathèques pour y demeurer à l'état actif pendant toute la vie de la femelle (Pollock, 1982). La première ovulation survient entre les 8^{ème} et 10^{ème} jours de la vie adulte selon les espèces et les conditions climatiques (dans les jours qui suivent l'accouplement). Chez les glossines, les 4 ovarioles sont toujours à des stades différents de développement. Le 1^{er} œuf provient toujours de l'ovariole droit interne, le 2^{ème} de l'ovariole gauche interne, le 3^{ème} de l'ovariole droit externe et le 4^{ème} de l'ovariole gauche externe puis le cycle redémarre par l'ovariole droite interne (Kaboré, 2001). L'œuf est fécondé à son entrée dans l'utérus par un spermatozoïde provenant de l'un des spermathèques, qui pénètre son extrémité antérieure. Balenghien (2003) rapporte que, l'œuf fécondé séjourne dans l'utérus

pendant trois jours environ, pendant que se développe la larve du premier stade (pas de lobe respiratoire), puis la 1^{ère} mue larvaire donne une larve de deuxième stade en 1 à 2 jours possédant des lobes postérieurs partiellement développés. La 2^{ème} mue larvaire aboutit à une larve de troisième stade qui possède des lobes polypneustiques entièrement développées (taille plus grande) et la ponte survient aussitôt.

1.4.2.3. La larviposition

Chez la glossine, la première larviposition intervient entre les 17^{ème} et 20^{ème} jours de la vie adulte dans les régions où la température moyenne est de 25°C et chaque 8 à 10 jour qui suivent, elle donne naissance à une larve entièrement développée (Percoma, 2006). La femelle expulse la larve dans un milieu favorable, cette dernière cherche à s'enfouir rapidement par reptation dans le sol si la texture de celui-ci est fine. Les meilleures dimensions des particules favorables pour que les larves de *G. palpalis* s'enfouissent sont comprises entre 1,8 à 2,5 mm de diamètre (Parker et Mant, 1979). Après quelques minutes, la larve s'immobilise et se transforme en puppe, son tégument durcit et brunit (Balenghiem, 2003). Dans les quinze minutes qui suivent si la température tend à baisser brusquement, le taux de larviposition peut doubler (Robinson *et al.*, 1985). La durée du stade pupal est variable selon la température, le sexe et l'espèce de glossine. Elle est comprise entre 25 et 35 jours à 25°C en moyenne (Pollock, 1982 ; Itard, 2000). Une température trop élevée ou trop basse provoque la mort de la puppe (Toé, 2010). A la fin de cette période pupale, on observe une émergence de mouche dite "ténérale" dont le corps est mou et les ailes sont petites et fripées (Mandé, 2008). L'émergence de mouche est caractérisée par une fente circulaire à l'extrémité antérieure de pupes due aux gonflements de ptilinium et les mouvements alternés de la tête du thorax. Ainsi, la mouche nouvellement éclos ne tarde pas à chercher un hôte pour se nourrir et un partenaire sexuel.

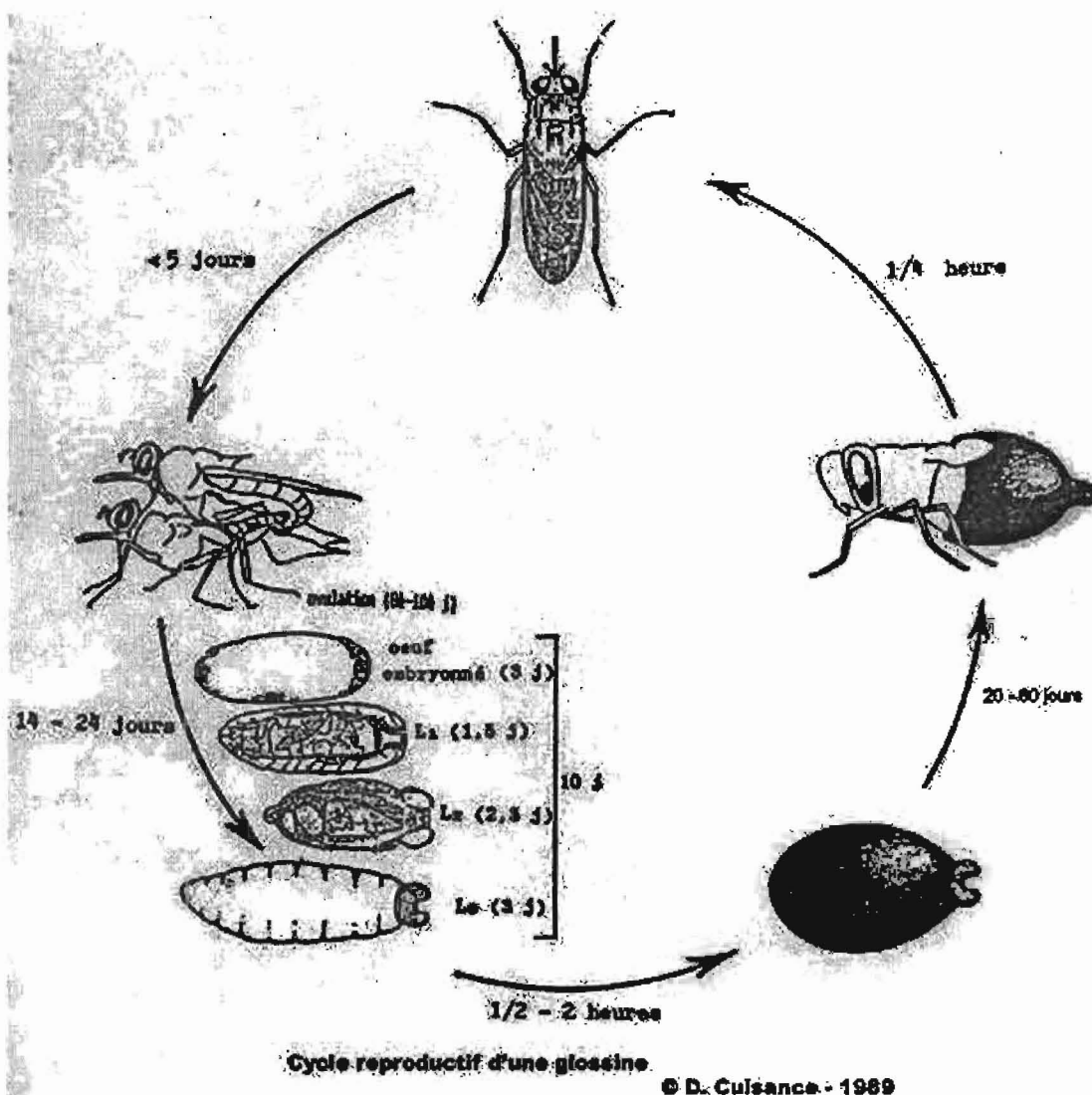


Figure 6 : Schéma du cycle de reproduction d'une glossine : (D'après D. Cuisance, 1989).

1.4.2.4. Avortement

Comme chez la plupart des insectes, l'avortement chez la glossine est caractérisé par l'expulsion de la larve de l'utérus avant le terme habituel, dû à certains accidents qui surviennent au cours de la gestation. Ces accidents peuvent être d'origine alimentaire (insuffisance d'alimentation), certaine odeur agréable ou désagréable (parfums, insecticide) et quelque manipulation indésirable. On parle d'avortement lorsque la larve est expulsée de l'utérus sans avoir atteint sa taille ou forme normale, par conséquent elle n'est pas viable.

1.5. Ecologie

1.5.1. Répartition géographique

Les glossines où mouches tsé-tsé, se rencontrent seulement qu'en Afrique Subsaharienne entre le 15^{ème} parallèle Nord et 29^{ème} parallèle Sud (Fig.6). Leur densité varie en fonction des espèces mais aussi au cours de la saison. Elle augmente en début de saison hivernale, dévient maximale en milieu de saison et décroît en saison sèche et froide pour atteindre un niveau bas en saison sèche et chaude (Laure *et al.*, 2005).

Les glossines du groupe *palpalis* sont riveraines. Elles sont rencontrées dans les végétations denses qui bordent les fleuves et les cours d'eau. Quelque fois, elles sont retrouvées dans les zones périforestières et autour des lacs. La sous-espèce *G. palpalis gambiensis* occupe la végétation ripicole de l'Afrique subhumide ou humide. Par contre, ceux du groupe *morsitans* se trouvent dans les savanes boisées et les forêts denses, et souvent dans les forêts claires. Leur présence est liée à la faune et au bétail. *G. morsitans submorsitans* occupe une ceinture intermittente qui traverse l'Afrique d'Ouest en Est depuis la Gambie et le Sénégal jusqu'en l'Ethiopie et Ouganda (Pollock, 2006).

Les activités des glossines sont généralement diurnes avec deux lieux de repos différents : En effet, selon Dicko (2011) le jour, les glossines se reposent sur les faces inférieures des branches ou brindilles, dans des trous et sous des grosses racines d'arbres. Autrement dit dans des lieux assez proches du sol. Dans la nuit, elles montent sur les végétations et se posent sur la face supérieure des feuilles

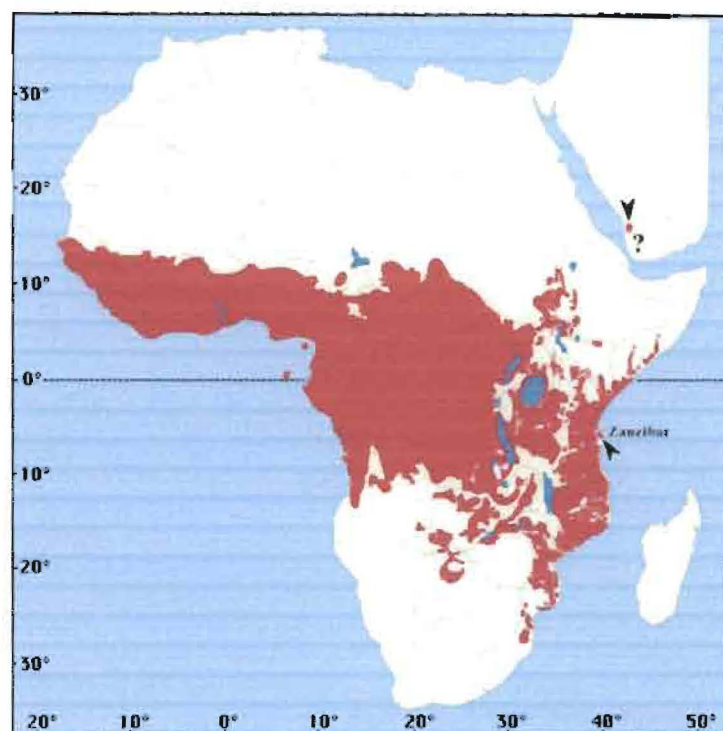


Figure 7 : Carte de répartition géographique des glossines (source : ORSTOM, 1998).

1.5.2. Facteurs influençant la répartition

Le mode de répartition des espèces de glossine résulte principalement de l'existence de barrières climatiques et écologiques qui en limitent la propagation (Pollock, 1982). Ces barrières peuvent être regroupées suivant deux facteurs :

Facteur abiotique : Van Den Bossche et De Deken, (2002) rapportent que la répartition des glossines dépend de la variation de son climat (ensoleillement, la pluviosité et l'humidité, la température, la pression atmosphérique et le vent). Les facteurs les plus influents sur la densité des glossines ainsi que sur leurs activités, sont la température et l'humidité. La température optimale est 25°C pour toutes les espèces de glossines (Pollock, 1982). Elles ne supportent pas les hautes et basses températures. Selon Vitouley (2007), les glossines souffrent à la température de 36°C et meurent en dessous de 0°C et aux températures comprises entre 38°C et 40°C. L'optimum hygrométrique varie entre 50 et 60% d'humidité pour les espèces de savane et 65 et 85% pour les espèces de forêt et de galeries forestières (Itard, 1986). Cependant, certaines espèces survivent à des humidités relatives basses : 13% pour *G. tachinoides*, et 10% pour *G. morsitans*. Pour les espèces du groupe *fuscus* et la plupart

des espèces du groupe *palpalis*, une pluviométrie annuelle de 1000 à 2000 mm semble nécessaire (Verdier, 2005).

Facteur biotique : les glossines sont des insectes piqueurs uniquement africains, leur survie dépend de la présence des mammifères mais aussi de certains facteurs climatiques. D'après Pollock (1982), l'absence de nourriture en quantité suffisante, fait que certains zones sont exempts de mouche tse-tse, même s'ils leur sont favorables à d'autres égards. Les forêts claires sur sable du Kalahari en Zambie (Province occidentale), au Zimbabwe et au Botswana en sont un exemple. De plus, la flambée de peste bovine qui a balayé l'Afrique à la fin du siècle dernier a éliminé la plupart des animaux sur lesquels se nourrissaient les glossines et il en est résulté une importante réduction des zones infestées (Pollock, 2000). Depuis cette époque il ya eu ou il ya encore reconstitution, tant du gibier que des zones infestées (Percoma, 2006).

L'homme, à travers ces activités modifie directement ou indirectement l'habitat naturel des mouches tsé-tsé. Les populations de *Glossina morsistans submorsistans* diminuent quand les densités humaines sont supérieures à 40 habitants/km², et disparaissent au-delà de 100 habitant/km² (Cuisance *et al.*, 2003).

1.6. Rôle vectoriel des glossines

Les trypanosomes sont des protozoaires flagellés du genre *Trypanosoma*. Ces parasites vivent dans le plasma sanguin, la lymphe et divers tissus de leurs hôtes (Itard, 1981). Ce sont des parasites obligatoires ayant, les plus souvent, deux hôtes (Acapovi, 2005). En effet, le parasite est transmis à l'hôte vertébré généralement par un insecte hématophage, les glossines ou mouches tsé-tsé, vecteur "biologique" ou par un vecteur "mécanique" comme les tabanidés ou taons et les stomoxynés. Selon Pratlong (2008), le vecteur biologique, c'est un animal vulnérable et hématophage (en général un Arthropode), qui puise le parasite chez un sujet hôte, assure sa maturation et/ou sa multiplication, le conserve, le transporte et va finalement l'inoculer à un nouvel hôte. Il s'agit donc d'un hôte intermédiaire actif. Par contre le vecteur mécanique a un rôle de simple transport passif.

Les glossines sont les vecteurs les plus importants qui constituent les hôtes intermédiaires de ces parasites. Au sein des glossines, les trypanosomes subissent un cycle évolutif complexe (transformation et multiplication), aboutissant à l'apparition de formes infestantes dans l'appareil piqueur. Le développement de ces parasites a lieu dans la partie antérieure ou moyenne du tube digestif et dont la transmission s'effectue par inoculation, appartiennent à la

section des salivaria. Une glossine infectée reste infectante durant tout le reste de sa vie et peut héberger plusieurs milliers de trypanosomes dont une seule piqure suffit pour infecter un mammifère (Kam, 2003). Au sein d'une population de vecteurs, 3 à 10% seulement des glossines seraient capables de transmettre la maladie (Koné, SD), cité par (Percoma, 2006).

Les mouches tsé-tsé ont une importance d'ordre médicale et vétérinaire, les trypanosomes pathogènes du bétail sont : *Trypanosoma vivax* (Ziemann, 1905), *T. congolense* (Brodin, 1904) et *T. brucei brucei* (Plimmer et Bradford, 1989).

Chapitre II : Lutte anti-vectorielle

Dès que fut connu le rôle des glossines dans la transmission des trypanosomes, l'homme a cherché à lutter contre elles, dans le but de supprimer d'une part sa nuisance et d'autre part de l'interrompre la propagation de la maladie du sommeil et des trypanosomoses animales. Cette lutte demeure l'une des stratégies incontournables pour le développement de l'Afrique et l'élimination de ces parasites ne peut se faire sans la destruction des glossines (Geerts et Holmes, 1997; Jordan, 1986). Les deux autres luttas sont :

- Le traitement des animaux par les trypanocides ;
- Et l'élevage des animaux trypanotolérants.

Nous nous focaliserons sur la première méthode de lutte, car elle est la plus importante et la plus déterminante dans les stratégies d'intervention contre les trypanosomoses surtout dans le domaine vétérinaire (De La Rocque et Cuisance, 2005).

2.1. Méthodes de lutte anti-vectorielles

Il ya plusieurs méthodes :

2.1.1. Méthodes chimiques

Elles sont basées sur l'utilisation des insecticides rémanents, par pulvérisation des zones cibles (à glossines), par voie terrestre ou aérienne. Cependant, l'utilisation de ces insecticides a montré vite leur limite, surtout leur coût très élevé et la destruction des faunes non ciblés. Dans les années 1970, grâce à une meilleure connaissance de certains facteurs attractifs visuels et olfactifs, cette méthode a été améliorée, ce qui a permis la mise en œuvre de Systèmes d'Attractifs Toxiques (S.A.T).

Le S.A.T, se définit comme un ensemble de leurres (pièges, écrans) attractifs par leur forme, leur taille, leur couleur ou par adjonction d'attractifs olfactifs et rendu toxique par la présence d'un insecticide (Chalier, 1984). Il vise donc à tuer les glossines en grand nombre ou à les stériliser au moyen de chimiostérilisant. Selon Cuisance (1989), la couleur joue un rôle très important dans l'attractivité et l'efficacité de capture du SAT ; surtout les couleurs bleues et noires ont une attractivité supérieure. Les supports imprégnés des insecticides les plus utilisés sont :

- Les pièges, ils ont une enceinte composée de couleurs attractives pour les glossines (bleu et noir), favorisant la pénétration de ces dernières par des ouvertures situées à la base. Après leur pénétration, les glossines sont guidées par la suite vers la partie haute dont le tissu est une moustiquaire qui laisse donc passer la lumière. Elles terminent ainsi leur parcours dans une cage située au sommet où elles sont piégées car la cage est munie des dispositifs anti-retour. Dans le cas des pièges imprégnés d'insecticides cette cage est peu sollicitée dans le cas des (Challier et Laveissière 1973 ; Challier *et al.*, 1977 ; Laveissière et Couret 1980 ; Cuisance, 1989 ; Laveissière et Grébaut 1990 ; Cuisance *et al.*, 2003 ; Bouyer *et al.*, 2005a). Les pièges les plus utilisés sont présentés sur la (Fig. 7).
- Les écrans, ils sont constitués de tissu de couleurs attractives, imprégné d'insecticide (Fig.7). Ce sont des versions simplifiées des pièges et sont beaucoup pratiques et moins coûteux (Cuisance *et al.* 2003 ; Bila *et al.*, 2005).
- Et les animaux, ils jouent en fait le rôle d'appâts vivants à travers leurs mobilités, odorants et attractifs (Bauer *et al.*, 1999 ; Cuisance *et al.*, 2003 ; Bouyer *et al.*, 2005b ; Vale et Torr, 2005). L'utilisation du bétail imprégné de pyréthrin de synthèse comme piège "vivant" offre à la fois un moyen de lutte contre les glossines et les autres diptères piqueurs ainsi que les tiques (Kam, 2003). Cette technique est moins efficace surtout en présence des hôtes nourriciers sauvages et que les animaux traités ne peuvent pas parcourir toutes les zones infestées par les tsé-tsé. (Vitouley, 2007).



Figure 8 : Pièges et écrans utilisés pour la lutte contre les glossines et autres insectes piqueurs (source : Vitouley, 2007).

2.1.2. Méthodes non chimiques

Elles sont constituées de :

2.1.2.1. Méthode écologique

La méthode écologique pour la lutte anti-vectorielle est caractérisée par la destruction de la faune et de la flore des zones infestées par les glossines.

Pour la destruction de la faune, elle consiste à l'abattage du gibier dans le but de diminuer les hôtes nourriciers des glossines et la suppression des réservoirs des trypanosomes. Cette technique ne donne pas entière satisfaction à cause de son coût élevé et les menaces qui portent sur la biodiversité des espèces fauniques.

Quant à la destruction de la flore, elle est basée sur les coupes des arbres et arbustes, biotope de glossines. Cette méthode a pour conséquence également d'être source de destruction de

l'environnement au profit de la désertification et son coût élevé si elle doit être appliquée sur de grands espaces.

2.1.2.2. Méthode biologique

La lutte biologique est basée sur l'utilisation des ennemis naturels des mouches tsé-tsé. Cette technique a été tentée en quelques rares occasions. LAMBORN, en 1923 cité par (Itard, 1986) parvient à élever des *Syntomosphyrum glossinae* sur des pupes de *Sarcophaga*, ce qui lui permet de lâcher, en 5 mois, environ 277 000 parasites dans une péninsule du lac Nyassa. Le taux de parasitisme des pupes de *G. morsitans* qui était de 0,3%, atteint alors 8,7%. Selon le même auteur, NASH en 1931 encouragé par les résultats de LAMBORN réussit à lâcher, près de 13 millions de parasites dans une zone de savane située près de Kikori, au Tanganyika. Cependant, à la fin de la période des lâchers (juin, 1932), le taux de parasitisme des pupes de *G. morsitans* récoltées dans cette zone ne dépassait pas 2,6%. NASH, ainsi que, beaucoup plus récemment, ONYIAN et RIORDAN, pensent que ce faible taux de parasitisme est dû à la difficulté, pour les *Syntomosphyrum*, de traverser la couche de sable sous laquelle se trouvent les pupes de glossines.

De nos jours, la lutte biologique est focalisée sur la lutte génétique utilisant des méthodes susceptibles de réduire le potentiel reproducteur des insectes nuisibles comme les glossines par altération ou modification du matériel héréditaire. Selon Dyck *et al.* (2005), c'est une méthode très spécifique, non polluante, ciblée et elle a l'avantage d'être associée à d'autres méthodes telles que les piégeages et les écrans.

2.1.2.2.1. La lutte génétique

La lutte génétique ou autocide, c'est une technique qui est basée sur l'exploitation de l'instinct naturel d'accouplement chez les insectes (Maïga, 2003). Elle a pour principe d'utiliser des facteurs aboutissant à l'échec de la reproduction. Parmi les méthodes qu'utilise la lutte génétique, seul le lâcher de mâles stériles est sollicité (Itard, 2000).

Le principe consiste à lâcher de façon continue dans une population sauvage, les mâles de même espèce, élevés au laboratoire et rendus stériles par des radiations ionisantes (rayons X ou rayons gamma) ou des produits stérilisants (tépa et métépa). L'insémination des jeunes femelles par ces derniers entraîne la suppression de la descendance car les femelles accouplées deviennent infertiles durant tout le reste de leur vie.

Pour une efficacité maximum de cette technique, elle doit être associée au préalable à la méthode chimique en amont, notamment les supports imprégnés (piégeages), jusqu'à un certain seuil de réduction d'infestation et par la suite appliquer la TIS en aval. De plus, Feldmann et Hendrichs (2001) rapportent que, la distribution des insectes stériles peut être optimisée par des lâchers aériens, des zones inaccessibles (montagnes et forêts), deviennent accessibles qu'à travers la TIS. Et enfin, elle dépend surtout de la capacité des mâles stériles à localiser les femelles sauvages et à compétition avec les mâles sauvages pour s'accoupler (Opiyo *et al.*, 2001).

2.1.2.2.2. Application de la Technique d'Insecte Stérile (TIS) pour la lutte contre les glossines
L'intérêt de l'application de la lutte génétique (TIS) sur les mouches tsé-tsé est caractérisée par le fait que :

- La durée de vie d'une tsé-tsé est d'environ 2 mois ;
- Le taux de reproduction, est d'une puppe tous les 8 à 10 jours ;
- La femelle s'accouple une fois ou un petit nombre de fois au début de sa vie ;
- Le stock de sperme du mâle est non renouvelable dû au remplissage des spermathèques ;
- La stérilisation des mâles est rendue possible par des radiations ionisantes (rayons X ou rayons gamma) ou des produits stérilisants (tépa et métépa).

Ces paramètres biologiques doivent être pris en compte afin de faciliter la réussite de l'application de la TIS.

2.2. Elevage des glossines au laboratoire

En 1913 c'est Roubaud E. qui était le premier à réaliser l'élevage de glossines à l'Institut Pasteur à Paris à partir de pupes de *Glossina morsitans submorsitans* provenant du Sénégal (Kaboré, 1982). L'élevage de tsé-tsé est effectué pour étudier la physiologie de l'insecte, son rôle pathogène, son écologie et sa sensibilité aux différents traitements. De nos jours, la production de mouches tsé-tsé est orientée vers l'intérêt génétique et surtout le lâcher des mâles stériles qui est devenu une priorité pour les pays de l'Afrique subsaharienne.

L'importance de l'élevage de tsé-tsé reste un atout pour la recherche afin de faciliter la lutte de cette dernière à travers :

- L'amélioration des systèmes de piégeage (formes, couleurs et attractifs olfactifs) ;
- Efficacité et rémanence des insecticides, des chimiostérilisants ;
- Etudes sur la biologie et la capacité vectorielle des espèces ;
- Et enfin, la conservation de certains acquis de plus de deux années d'expérience. /

Pour la réussite de cet élevage, il est nécessaire d'enregistrer les événements qui s'y déroulent ; ce qui permettra de déceler les anomalies et de corriger leur effet (Itard et Bauer, 1984). Comme tout autre élevage, la production de tsé-tsé connaît aussi des particularités qu'il faut absolument respecter, notamment les facteurs climatiques, l'alimentation et la reproduction :

2.2.1. Conditions générales d'élevage

Les mouches tsé-tsé sont des insectes très fragiles d'où la nécessité d'une surveillance rigoureuse des locaux, du matériel et leur élevage exige surtout le respect strict de facteurs climatiques notamment la température et l'humidité relative. A l'insectarium du CIRDES, les tsé-tsé sont maintenues à une température de $24 \pm 1^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $75 \pm 5\%$, grâce aux appareils suivants :

- Des climatiseurs et des humidificateurs sont utilisés respectivement pour le maintien de la température et de l'humidité relative aux niveaux escomptés ;
- Des thermo-hygrographes servent à enregistrer simultanément la température et l'humidité relative.

2.2.2. Technique d'alimentation

- Les glossines sont hématophages, leur élevage nécessite du matériel adapté et du personnel qualifié.

Dans le cadre de la lutte génétique contre les mouches tsé-tsé à grande échelle et nécessitant une quantité importante des mâles stériles, l'alimentation se fait sur des membranes de silicone pour éviter l'infestation ou l'intoxication des glossines. Cette membrane est semblable à la peau des hôtes nourriciers. Le dispositif d'alimentation comprend une plaque chauffante, un support, et une membrane de silicone qui permet aux tsé-tsé de se gorger via la paroi sur du sang chauffé à environ 38°C (Fig.9). Les glossines sont laissées 5 à 10 minutes sur la membrane et chaque membrane peut supporter au moins 1000 glossines par heure.

Le sang frais de bovin ou de porc, défibriné est utilisé, on y ajoute du glucose (1000mg/l). Il est ensuite irradié à 50-55krad afin de le stériliser vis-à-vis de la flore bactérienne et inhiber l'évolution des trypanosomes souvent présents dans le sang du bétail livrés à l'abattoir.

Pour une bonne reproduction, il faut veiller à une alimentation correcte, 4 à 6 jours par semaine (Kaboré, 1982). A l'insectarium les glossines sont alimentées 6 jours sur 7 par semaine.

2.2.3. Technique de la reproduction

Le mode de reproduction de mouches tsé-tsé est particulier par rapport aux autres insectes, la pupiparité, la larve se nourrit dans l'utérus à partir des sécrétions des glandes annexes de la femelle.

Au laboratoire, il ya deux méthodes d'accouplement :

- L'accouplement à l'aide d'un tube à essai, après avoir effectué le sexage et alimenté les mouches ;
- Et l'accouplement de manière automatique selon la méthode du self stocking of production cages (SSPC) (FAO/AIEA, 2002 ; Opiyo *et al.*, 2001).

Seul, l'accouplement à l'aide d'un tube à essai est réalisé à l'insectarium, après alimentation des glossines. Il a lieu toujours dans la cage des femelles et les mâles sont maintenus ensemble avec les femelles dans les cages. Le sex-ratio est : Un mâle pour 3 femelles et la durée d'accouplement est variable selon les espèces et les conditions climatiques. La première larviposition intervient entre le 17^{ème} et 20^{ème} jour de la vie adulte de la femelle dans les régions où la température moyenne est de 25°C et chaque 8 à 10 jour qui suivent, elle donnera naissance à une larve entièrement développée (Itard, 1986).

2.2.4. Procédé de stockage de mouches et la conservation des pupes

Les mouches tsé-tsé sont conservées dans des cages à armature métallique de forme parallélépipédique et placés sur les différents rayons de chariot après avoir effectuer le sexage. Chaque rayons contient des pondoirs individuels avec tiroirs pour les pupes et est monté sur des roulettes mobiles (Fig.9).

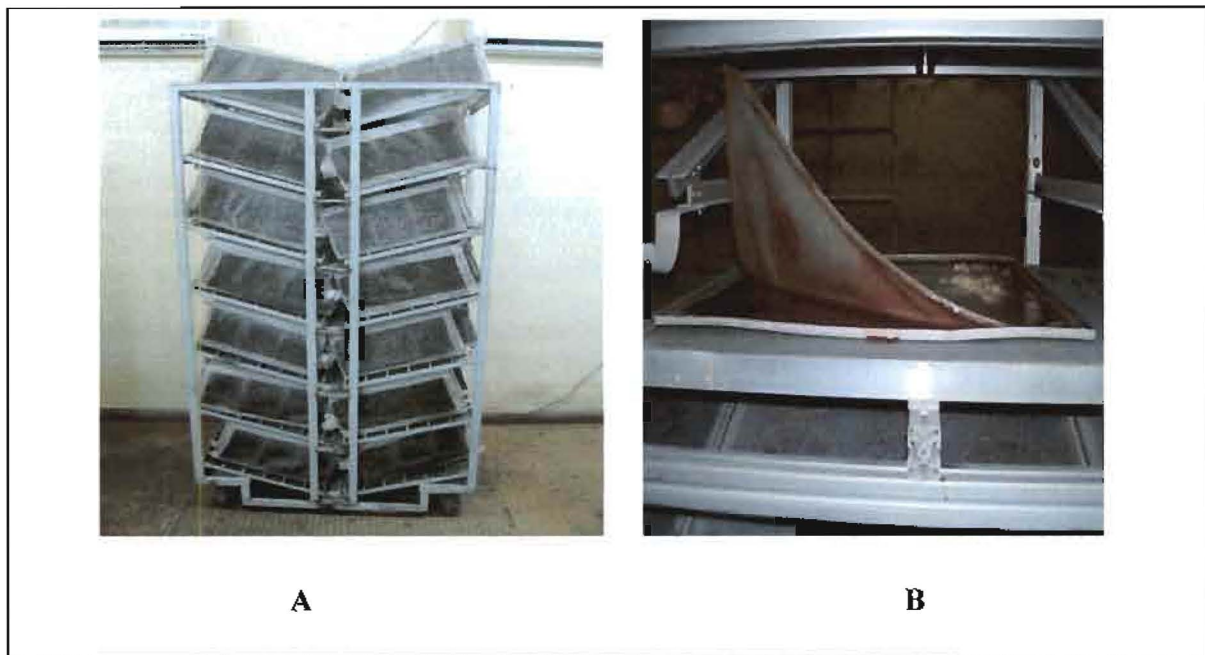


Figure 9 : A : Chariot comportant des grandes cages placées sur ses rayons ; B : Dispositif pour l'alimentation des glossines : Bac contenant du sang et recouvert de membrane de silicone le tout sur une plaque chauffante.

- A l'émergence, les mouches ténérales sont endormies au froid à 4-5°C, afin d'effectuer le sexage. Cette opération consiste à séparer manuellement les femelles des mâles et consiste aussi en la mise en cage des mouches. La durée de l'anesthésie est environ 3 à 5 minutes.

En effet, 150 mouches femelles de même espèce sont mises ensemble dans une grande cage d'une part et d'autre part, 50 mâles de même espèce sont mis également dans des petites cages. Ces cages sont étiquetées selon les espèces : La couleur marron est donnée pour *Glossina morsitans suborsitans*, jaune pour *G. tachinoides* et blanche pour *G. palpalis gambiensis*. L'étiquette porte les informations relatives au nombre de mouches mis en cage et la date d'éclosion.

- A l'alimentation, la cage contenant des mouches tsé-tsé est posée sur le système d'alimentation décrit ci-dessus, pour la prise de repas, après 5 à 10 mn la cage est retirée du système et replacée sur le chariot. Les glossines sont alimentées 6 jours sur 7.
- La collecte des pupes, consiste à différencier et à faire de suivi des pupes selon les dates de pontes. Elle est effectuée tous les jours ouvrables et caractérisée par les retraits des pupes du jour de chaque espèce des chariots. Ces pupes sont comptées à l'aide d'une machine "compteur de pupes" et pesées à l'aide d'une "balance

électronique" pour le calcul du poids moyen. Ainsi les pupes sont gardées dans des "bacs à pupes" pour la conservation.

A partir de 20 jours d'âge, les pupes conservées dans des bacs sont introduites dans des cages d'éclosion pour le suivi de l'émergence.

- La stérilisation du sang et des pupes, à l'abattoir frigorifique de Bobo-Dioulasso le sang récolté pour l'alimentation des mouches tsé-tsé est stérilisé à l'insectarium à l'aide d'un appareil "irradiateur" césium 135, aux rayons gamma afin de le débarrasser de tous les germes nocifs.

DEUXIEME PARTIE : Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

1.1. Matériel

1.1.1. Cadre de l'étude

L'étude s'est déroulée à l'insectarium du Centre International de Recherche-Développement sur l'Elevage en zone Subhumide (CIRDES). Ce Centre regroupe sept (7) pays de l'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée Bissau, Mali, Niger et Togo). Le CIRDES est situé à Bobo-Dioulasso, capitale économique du Burkina Faso dans la zone sud-ouest. C'est une institution de recherche à vocation sous-régionale au service du développement de l'élevage en Afrique.

1.1.2. Matériel biologique

Il est composé :

- de pupes mâles stériles de *Glossina palpalis gambiensis* et de *G. morsitans submorsitans* ;
- de mouches mâles et femelles de *G. palpalis gambiensis* et de *G. morsitans submorsitans* ;

1.1.3. Matériel technique

Il est constitué de :

- Cages

Trois types des cages ont été utilisés pour la contention des mouches tsé-tsé lors de nos expériences, il s'agit :

- Des cages d'éclosion, constituées d'une armature métallique de forme parallélépipédique de 30 cm de long, 25 cm de large et d'une hauteur de 15 cm. L'ensemble est habillé de tulle moustiquaire ;
- De grandes cages, formées également d'une armature métallique de 39 cm de long, 19 cm de large et 6 cm de haut pour la contention des femelles reproductrices. Elles ont une forme parallélépipédique et sont habillées de tulle moustiquaire dont les mailles ont pour dimensions 2 mm × 2 mm pour permettre le passage des larves ;

- Et des cages Roubaud, de dimensions 13 cm × 8 cm × 5 cm, habillées généralement en tulle moustiquaire de mailles plus petites (1 mm × 1 mm) que celles des grandes cages pour stocker uniquement des mâles.
- Une salle équipée de :
 - Climatiseur, réglé de manière à maintenir la température à $25 \pm 1^\circ\text{C}$;
 - Humidificateur, réglé de manière à maintenir l'humidité relative à $70 \pm 5\%$;
 - Thermo-hygrographe, réglé pour l'enregistrement simultané de la température et de l'humidité relative ;
 - Réfrigérateur, maintenu à une température de $9,82 \pm 1^\circ\text{C}$ et à $49,75 \pm 9,96\%$ de taux d'humidité relative pour la conservation des pupes mâles stériles ;
 - Irradiateur autonome monobloc, utilisé pour irradier les pupes ;
- Deux enregistreurs programmables, utilisés pour mesurer simultanément la température et l'humidité relative dont un posé à l'intérieur du réfrigérateur et l'autre dans la salle ;
- Congélateur, transformé en killer pour arrêter les éclosions des pupes et le marquage des mouches ténérales à la température comprise entre 4 à 5°C ;
- Des boîtes de pétris, utilisées pour conserver les pupes ;
- Des marqueurs peinture rouge et blanc, utilisés pour marquer les mouches ténérales ;
- Des plaques chauffantes, des membranes de silicone et leurs supports ; ont été utilisé comme matériel d'alimentation des glossines ;
- Des chariots sur lesquels sont stockées les cages contenant les glossines ;
- Et tout autre matériel du laboratoire.

1.2. Méthodes

1.2.1. Influence de la durée de conservation des pupes au froid sur la viabilité des mouches écloses.

Au total 1120 pupes mâles de chaque espèce (*G.p.g* et *G.m.s*) ont été obtenues par arrêt des éclosions à la température de 4 à 5°C au 31^{ème} jour après larviposition. Ces pupes ont été réparties en 7 lots de 160 pupes. Chaque lot a été divisé en 4 sous lots de 40 pupes. Le tout est gardé au réfrigérateur à la température de 9,8°C et au taux hygrométrique de 49,75%. Ensuite à chaque intervalle de 2 jours, les 4 sous-lots sont retirés et placés à la température de 25°C pour les éclosions.

Les mouches écloses ont été comparées à 160 mouches mâles témoins issues des conditions de l'insectarium (25°C et 70% de taux d'humidité relative) (confère tableau 2 et 3 ci-après).

Tableau II : Dispositif expérimental pour l'évaluation de l'effet de la durée de conservation des pupes mâles stériles de *Glossina palpalis gambiansis* au froid sur la viabilité des mouches écloses.

| Répétitions | Traitements | | | | | | |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | T1 | T2 | T4 | T6 | T8 | T10 | T12 |
| R1 | G ₁ pg1 | G ₂ pg1 | G ₃ pg1 | G ₄ pg1 | G ₅ pg1 | G ₆ pg1 | G ₇ pg1 |
| R2 | G ₁ pg2 | G ₂ pg2 | G ₃ pg2 | G ₄ pg2 | G ₅ pg2 | G ₆ pg2 | G ₇ pg2 |
| R3 | G ₁ pg3 | G ₂ pg3 | G ₃ pg3 | G ₄ pg3 | G ₅ pg3 | G ₆ pg3 | G ₇ pg3 |
| R4 | G ₁ pg4 | G ₂ pg4 | G ₃ pg4 | G ₄ pg4 | G ₅ pg4 | G ₆ pg4 | G ₇ pg4 |
| Témoins | Tp1 (1..4) | Tp2 (1..4) | Tp3 (1..4) | Tp4 (1..4) | Tp5 (1..4) | Tp6 (1..4) | Tp7 (1..4) |

T (1 à 12) = Traitements ; R (1 à 4) = Répétitions ; Tp (1 à 4) = Témoins *palpalis*.

Tableau III : Dispositif expérimental pour évaluer l'effet de la durée de conservation des pupes mâles stériles de *Glossina morsitans submorsitans* au froid sur la viabilité des mouches écloses.

| Répétitions | Traitements | | | | | | |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | T1 | T2 | T4 | T6 | T8 | T10 | T12 |
| R1 | G1ms1 | G2ms1 | G3ms1 | G4ms1 | G5ms1 | G6ms1 | G7ms1 |
| R2 | G1ms2 | G2ms2 | G3ms2 | G4ms2 | G5ms2 | G6ms2 | G7ms2 |
| R3 | G1ms3 | G2ms3 | G3ms3 | G4ms3 | G5ms3 | G6ms3 | G7ms3 |
| R4 | G1ms4 | G2ms4 | G3ms4 | G4ms4 | G5ms4 | G6ms4 | G7ms4 |
| Témoins | Tm1 (1..4) | Tm2 (1..4) | Tm3 (1..4) | Tm4 (1..4) | Tm5 (1..4) | Tm6 (1..4) | Tm7 (1..4) |

T (1 à 12) = Traitements ; R (1 à 4) = Répétitions ; Tm (1 à 4) = Témoins *morsitans*.

1.2.2. Compétitivité pour l'accouplement

1.2.2.1. Evaluation de la compétitivité des mâles issus des pupes réfrigérées :

Pour chacune des 2 espèces, le test de compétitivité pour l'accouplement entre mouches issues des pupes réfrigérées et celles issues des pupes non conservées au froid a été effectué à la température de 25°C et à un taux d'humidité relative de 70%.

A l'éclosion, cent (100) mouches mâles de chaque lot réfrigéré et âgées de 6 à 7 jours ont été réparties en 4 sous lots de 25 mouches. Deux sous lots ont été marqués au dos du thorax en rouge et les deux autres lots en blanc.

Cent (100) mouches mâles issues des pupes non réfrigérées (témoin), âgées de 6 à 7 jours ont été également réparties en 4 sous lots de 25 mouches et marquées de la même façon que les lots réfrigérés pour la compétitivité.

En outre, 100 mouches femelles de *G.p.g* et 100 femelles de *G.m.s*, âgées 2 à 3 jours ont été utilisées pour le test de compétitivité pour l'accouplement. Ces femelles ont été réparties aussi en 4 sous lots de 25 femelles. Chaque lot a été introduit dans une cage contenant au préalable 25 mâles stériles et 25 mâles témoin. Les mâles issus de pupes réfrigérés et ceux issus de pupes témoins ont été mis en compétition pour s'accoupler avec les 25 femelles.

Afin d'éviter que le marquage ne soit un facteur favorable à la formation de couple, les mâles du lot témoin et ceux du lot expérimental sont marqués de façon alternative en rouge ou en blanc. Les marqueurs peintures rouge et blanc ont été utilisés. Chaque couple formé a été retiré de la cage à l'aide d'un tube à essai et regroupé par groupe de mouches issues de pupes

réfrigérées et de mouches témoins dans une cage pour le comptage. Ensuite les nombres de couples formés « femelle-mâle issu de pupes réfrigérées » et « femelle-mâle témoins » ont été comparés.

1.2.2.2. Effet de la couleur de marquage rouge et blanc sur la compétitivité pour l'accouplement.

L'effet de la coloration du mâle sur le potentiel d'accouplement a été étudié pour chaque durée de conservation au froid. Pour chacune des couleurs, rouge ou blanche, les stériles ont été comparé aux témoins. Aussi, pour chacun des groupes, stériles ou témoins, les marqués rouge ont été comparé aux marqués blanc.

1.2.4. Paramètres étudiés

a) Les taux d'éclosion

Il se définit comme le pourcentage de mouches écloses (GE) par rapport au nombre de pupes initial (NP).

$$TE = (GE/NP) \times 100$$

b) Les taux de mortalité des mouches avant accouplement

C'est le pourcentage du nombre de mouches mortes entre la date d'éclosion et la date d'avant accouplement (Nmea) par rapport au nombre de mouches vivantes au départ (Nmv).

$$TMac = [Nmea/Nmv \times 100].$$

c) La compétitivité entre mouches mâles pour l'accouplement des femelles.

1.2.5. Analyses statistiques

Les données recueillies ont été traitées avec le logiciel Microsoft Office Excel version 2007, qui a servi aussi aux constructions des courbes. L'analyse de variance a été effectuée selon le model ANOVA. Le test de Student a été utilisé avec le logiciel XL-STAT pro 2007 pour la séparation des moyennes au seuil de 5%. Il a porté essentiellement sur la comparaison de compétitivité pour l'accouplement des mouches mâles de 2 groupes (stériles et témoins) ainsi que sur l'effet de la couleur de marquage des mâles en rouge et en blanc sur la formation des couples.

Chapitre II : Résultats et Discussion

2.1. Résultats

2.1.1. Influence de la durée de conservation des pupes mâles stériles au réfrigérateur sur la viabilité des mouches.

2.1.1.1. Cas de *Glossina palpalis gambiensis* :

2.1.1.1.2. Les taux d'éclosion

Les taux d'éclosion des mouches mâles chez les pupes conservées au froid et chez les pupes témoins sont présentés sur la figure 10.

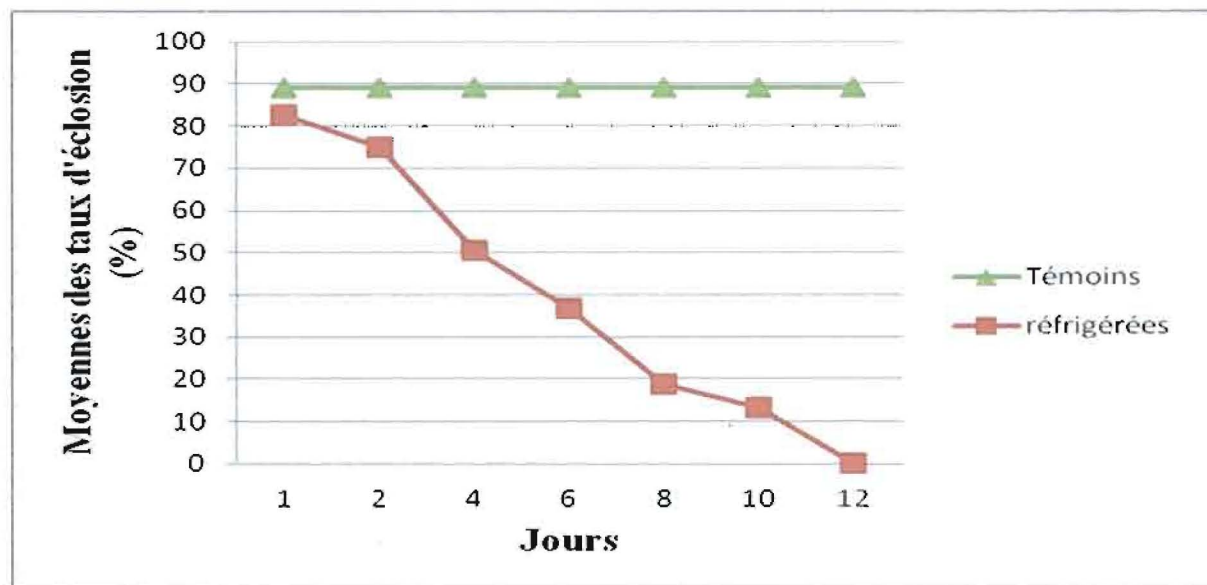


Figure 10 : Taux d'éclosion des pupes mâles réfrigérées de *G. palpalis gambiensis* en fonction du nombre de jours de conservation au froid.

Le présent graphe montre une grande sensibilité des pupes au froid. On remarque que les taux d'éclosion des mouches diminuent en fonction de la durée de conservation au réfrigérateur. Les éclosions des mouches issues de pupes réfrigérées commencent 30 minutes après l'exposition à la température témoin de 25°C et atteignent leur maximum ou pic en 24h et prend fin en 48h.

Par rapport à la durée de conservation au réfrigérateur, le taux moyen d'éclosion des pupes qui était de 82,5% après 1 jour de réfrigération a décru graduellement avec l'augmentation de

la durée de réfrigération jusqu'à s'annuler au 12^{ème} jour. Par contre, le taux d'éclosion des lots témoins qui était de 89% est resté constant durant toute la durée de l'expérience.

2.1.1.1.3 Les taux de mortalité avant accouplement

Le taux moyen de mortalité avant accouplement (i) des mouches issues de pupes réfrigérées en fonction de la durée de conservation au froid et (ii) des mouches témoins sont présentés sur la figure 11.

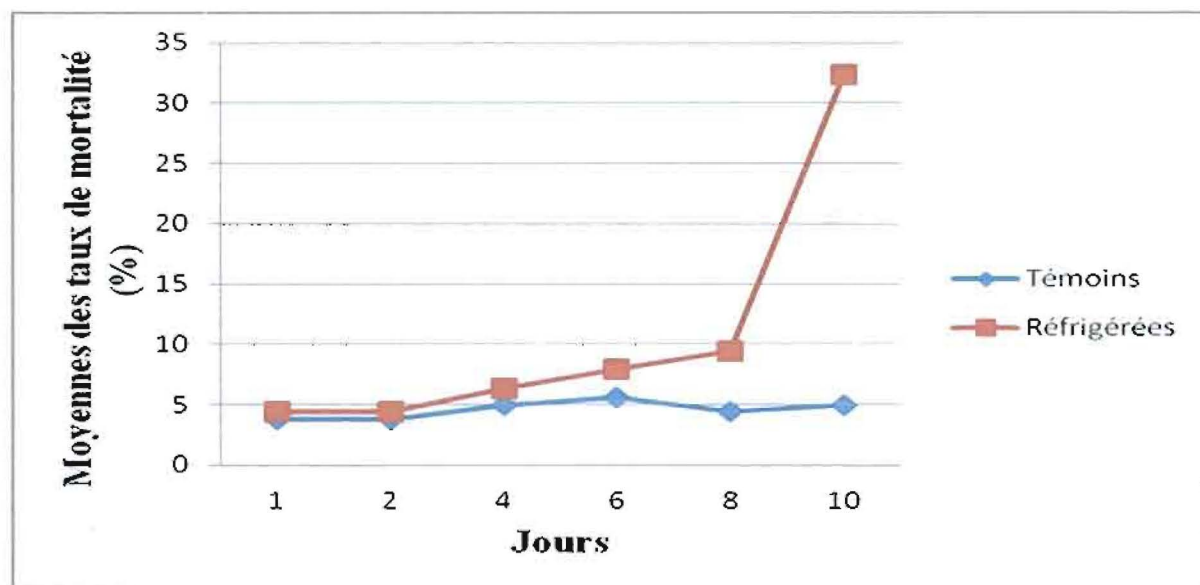


Figure 11 : Taux moyens de mortalité des mouches chez *G. palpalis gambiensis* en fonction de la durée de conservation des pupes au froid.

On remarque que le taux de mortalité avant accouplement était similaire, de 4,4%, durant les 2 premiers jours pour les 2 lots. Mais à partir du 2^{ème} jour de conservation, le taux de mortalité des mouches issues de pupes réfrigérées augmente pour atteindre son pic au 10^{ème} jour de conservation. Par contre, dans les lots témoins ce taux était resté constant pendant toute la durée de l'expérience.

2.1.1.2. Cas de *Glossina morsitans submorsitans* :

2.1.1.2.1 Les taux d'éclosion

La figure 12 présente les taux d'éclosion des mouches mâles chez les pupes réfrigérées et chez les pupes témoins.

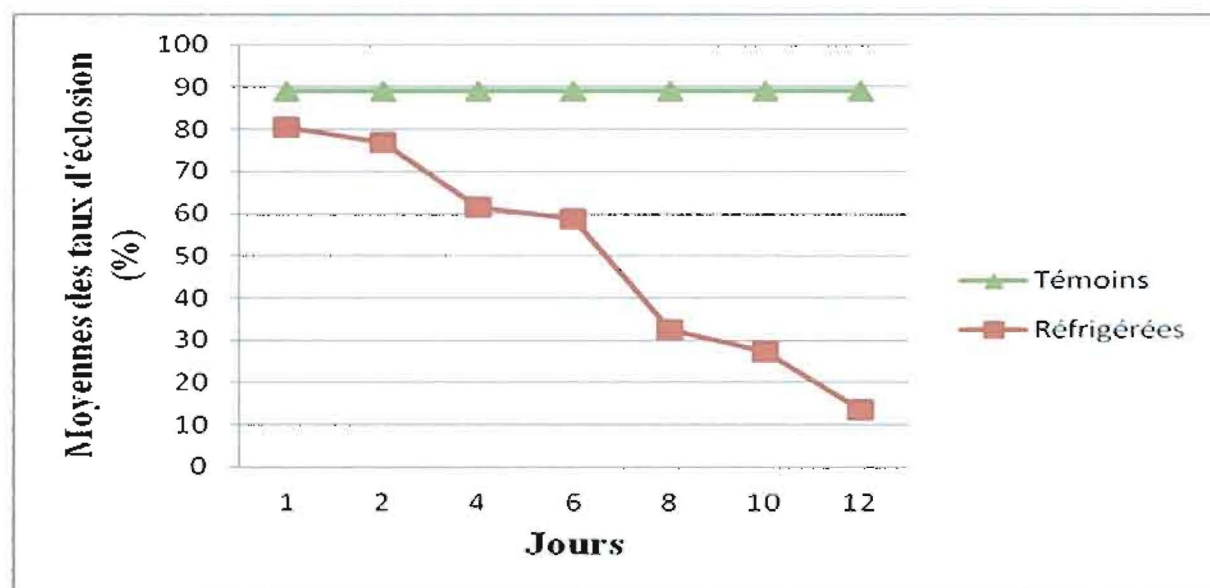


Figure 12 : Taux d'éclosion des pupes mâles réfrigérées de *G. morsitans submorsitans* en fonction du nombre de jours de conservation au froid.

On remarque que les taux d'éclosion de mouches issues de pupes réfrigérées décroissent en fonction de la durée de conservation au froid, de 81 à 13% entre le 1^{er} et le 12^{ème} jour de réfrigération. Par contre, les moyennes des lots témoins étaient restées invariables à 89,0%.

On a constaté également chez *Glossina morsitans submorsitans* que les éclosions des mouches issues de pupes réfrigérées commencent 30 minutes après leur exposition à la température ambiante du laboratoire. Elles atteignent leur maximum en 24h et prend fin entre 48 et 72h.

2.1.1.2.3. Les taux de mortalité avant accouplement

Les mortalités avant accouplement des mouches issues des pupes réfrigérées en fonction du temps de conservation au froid et des mouches témoins sont présentées sur la figure 13.

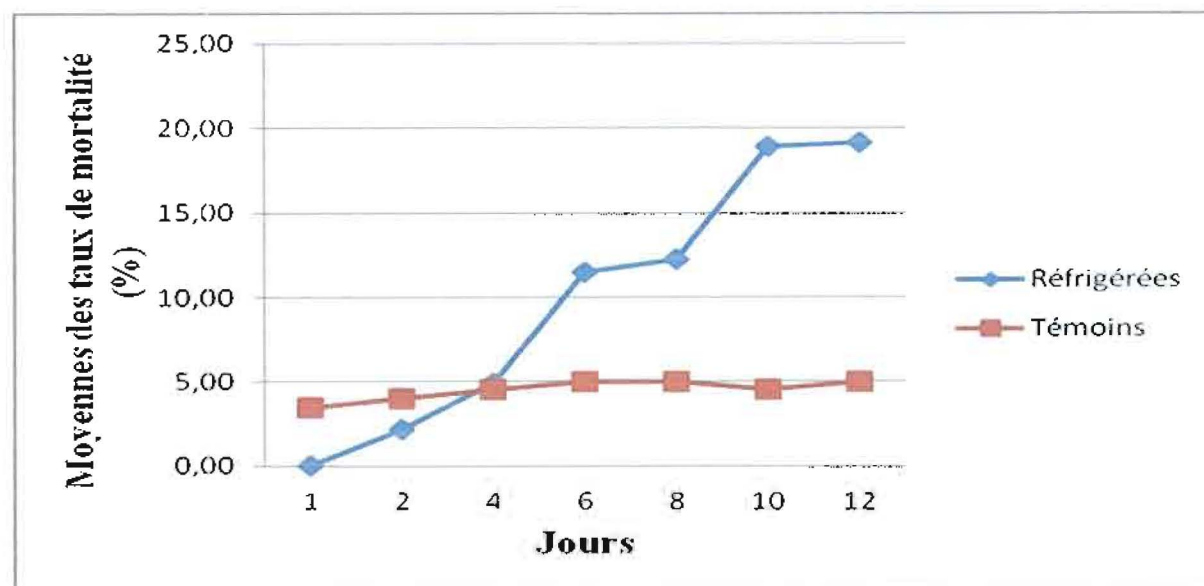


Figure 13 : Taux moyens de mortalité avant accouplement chez *G. morsitans submorsitans* en fonction de la durée de conservation au froid.

Au 1^{er} jour, le taux de mortalité avant accouplement des mouches stériles était quasi nul mais a augmenté dès le 2^{ème} jour pour atteindre le pic au 12^{ème} jour de conservation au froid pendant que chez les témoins il était resté constant.

Cependant, il semble que la conservation au froid pendant les 2 premiers jours a baissé les taux de mortalité chez les mâles stériles par rapport aux mâles témoins.

En outre, chez les mouches mortes avant la date d'accouplement, certaines avaient un abdomen blanc et allongé et les autres étaient restées collées au tulle de la cage de contention.

2.1.2. Effet de la réfrigération des pupes mâles stériles sur la compétitivité de mouches écloses.

Dès leur introduction dans la cage de compétition, la quasi-totalité des mouches mâles se posaient sur les faces latérales ou sur le haut de la cage, mais un petit nombre était en perpétuelle mouvement dans la cage. Après l'introduction des femelles dans cette cage contenant les mâles compétiteurs (stériles et témoins), les accouplements étaient immédiats et rapides. Toutefois quelques tentatives d'accouplement furent un échec dus aux refus de certaines femelles à la sollicitation des mâles (expérimentales et témoins). En outre, il faut

noter aussi que des tentatives de ré-accouplement de ces femelles ont été observées mais rarement avec succès. Dans la plupart des cas, cela était soldé par des bagarres. La durée moyenne d'accouplement observée était comprise entre 1 à 1h30 minutes.

2.1.2.1. Compétitivité pour l'accouplement des mâles de *Glossina palpalis gambiensis* :

Le tableau IV présente les résultats de la compétitivité entre mâles issus des pupes réfrigérées versus pupes non réfrigérées.

Tableau IV : Nombre de couples formés par les mâles stériles et mâles témoins.

| Durée de réfrigération | Couples formés mâles stériles | Couples formés mâles témoins | P- value |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------|
| 1 jour | 45,8 ± 9,5 ^a | 54,2 ± 9,5 ^a | 0,096 |
| 2 jours | 44,0 ± 11,9 ^a | 55,9 ± 11,9 ^a | 0,086 |
| 4 jours | 39,4 ± 5,2 ^a | 60,9 ± 5,2 ^b | < 0,0001 |
| 6 jours | 34,0 ± 7 ^a | 65,9 ± 7 ^b | < 0,0001 |
| 8 jours | 19,0 ± 19,7 ^a | 80,9 ± 19,7 ^b | < 0,0001 |
| 10 jours | 14,3 ± 24,4 ^a | 85,7 ± 24,4 ^b | 0,000 |

Pour chaque ligne, les nombres portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents selon le test de Student : p < 0,05.

Par rapport au test de compétitivité, la différence entre les moyennes n'était pas significative du 1^{er} au 2^{ème} jour de conservation. Par contre la performance des mâles stériles était inférieure (p < 0,05) à celle de mâles témoins à partir du 4^{ème} jour de conservation au froid.

2.1.2.2. Compétitivité pour l'accouplement des mâles de *Glossina morsitans submorsitans* :

Les résultats de la compétitivité entre mouches mâles issues des pupes réfrigérées versus mâles témoins sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau V : Nombre de couples formés par les mâles stériles et mâles témoins.

| Durée de réfrigération | Couples formés mâles stériles | Couples formés mâles témoins | P- value |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------|
| 1 jour | 52,6 ± 11,7 ^a | 47,3 ± 11,7 ^a | 0,381 |
| 2 jours | 48,5 ± 10,9 ^a | 50,3 ± 9,3 ^a | 0,748 |
| 4 jours | 46,4 ± 11,4 ^a | 53,6 ± 11,4 ^a | 0,255 |
| 6 jours | 34,2 ± 20,2 ^a | 60,3 ± 13,4 ^b | 0,015 |
| 8 jours | 39,5 ± 15,6 ^a | 60,5 ± 15,6 ^b | 0,027 |
| 10 jours | 29,4 ± 10,2 ^a | 70,6 ± 10,2 ^b | < 0,0001 |
| 12 jours | 24,4 ± 14 ^a | 75,5 ± 14 ^b | < 0,0001 |

Pour chaque ligne, les nombres portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents selon le test de Student : $p < 0,05$.

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les moyennes des deux groupes du 1^{er} au 4^{ème} jour. Par contre, les nombres de couples formés par les mâles stériles étaient inférieures ($P < 0,05$) à partir du 6^{ème} jour à celles formés par les mâles témoins relatives au test de compétitivité.

2.1.3. Effet des couleurs de marquage des mâles sur la compétitivité des glossines.

2.1.3.1. Mâles de *Glossina palpalis gambiensis* :

Effet de la coloration des mâles en rouge ou en blanc sur la compétitivité pour l'accouplement est indiqué dans le tableau VI.

Tableau VI : Effet des couleurs de marquages rouges et blancs sur le nombre de couples formés par les individus marqués.

| Durée de réfrigération | Compétitivité de <i>Glossina palpalis gambiensis</i> | | |
|------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|---------|
| | Couple formé (S+T) rouge | Couple formé (S+T) blanc | P-value |
| 1 jour | 49,0 ± 10,5 ^a | 51 ± 10,5 ^a | 0,710 |
| 2 jours | 50,6 ± 12,6 ^a | 52,47±11,21 ^a | 0,772 |
| 4 jours | 53,4 ± 13,0 ^a | 52,5 ± 15 ^a | 0,638 |
| 6 jours | 55,5 ± 18 ^a | 49,3 ± 18,6 ^a | 0,535 |
| 8 jours | 47,6 ± 38,7 ^a | 59,5 ± 37,4 ^a | 0,569 |
| 10 jours | 42,8 ± 45 ^a | 71,4 ± 39,3 ^a | 0,230 |

S : Stériles ; T : Témoins.
Pour chaque ligne, les nombres portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents selon le test de Student : p < 0,05.

Par rapport aux différentes durées de conservation au froid, la coloration n'a pas eu d'influence significative sur la compétitivité pour l'accouplement, même si les couples formés semblaient plus nombreux quand les mâles étaient colorés en blanc, à partir de 8^{ème} jour de conservation.

2.1.3.2. Mâles de *Glossina morsitans submorsitans* :

Le tableau VII présente l'effet de couleurs rouge et blanc sur les nombres des couples formés par les mâles marqués.

Tableau VII : Effet des couleurs de marquages rouges et blancs sur le nombre de couple / formé par les mâles marqués en rouges par rapport aux marqués blancs.

| Compétitivité de <i>Glossina morsitans submorsitans</i> | | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| Durée de réfrigération | Couple formé (S+T) rouge | Couple formé (S+T) blanc | P-value |
| 1 jour | 53,60±8,89 ^a | 44,55±10,98 ^a | 0,092 |
| 2 jours | 49,70±9,35 ^a | 51,48±8,56 ^a | 0,76 |
| 4 jours | 53,89±11,26 ^a | 48,24±15,11 ^a | 0,443 |
| 6 jours | 46,34±17,02 ^a | 56,58±14,52 ^a | 0,249 |
| 8 jours | 54,29±18,74 ^a | 50,70±16,87 ^a | 0,713 |
| 10 jours | 57,42±23,16 ^a | 49,00±23,71 ^a | 0,517 |
| 12 jours | 59,21±29,29 ^a | 44,35±28,56 ^a | 0,355 |

S : Stériles ; T : Témoins.

Pour chaque ligne, les nombres portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents selon le test de Student : $p < 0,05$.

Il n'existe pas des différences significatives entre les nombres des couples formés par les mâles marqués rouges et ceux marqués blancs en fonction du temps de conservation.

2.2. Discussion

2.2.1. Influence de la durée de conservation des pupes mâles stériles au réfrigérateur sur la viabilité des mouches.

2.2.1.1. Taux d'éclosion des mouches.

- *Glossina palpalis gambiensis* :

Les résultats ont montré que les taux d'éclosion des mouches issues de pupes conservées au réfrigérateur diminuent en fonction de la durée de conservation au froid. Cette diminution des taux d'éclosion pourrait s'expliquer par la sensibilité des pupes au froid. Pendant la conservation au froid, les changements intervenant sur les pupes et donc sur les larves qu'elles contiennent finiraient par altérer leur constitution biochimique au point d'entraîner un affaiblissement fatal.

En effet, Selon Itard (1986), le développement des larves contenues dans les pupes est inhibé à des températures inférieures à 16°C. Ceci pourrait permettre d'affirmer qu'au-delà d'une certaine durée de conservation au froid, les organes larvaires seraient affaiblis au point d'avoir comme conséquence la mort de la larve.

Par ailleurs la température de conservation pour la présente étude qui était de 9,8°C ne permet pas une comparaison avec les résultats de Toé (2010) qui avait trouvé qu'il existe une relation entre la température de conservation de pupes et les taux d'éclosion par le fait que les taux d'éclosion de pupes mâles conservées à la température de 15°C soient supérieurs à ceux des pupes conservées à 25°C.

- *Glossina morsitans submorsitans* :

Les taux d'éclosion des mouches mâles décroissent également en fonction de la durée de conservation des pupes au réfrigérateur. Ce constat de diminution des taux d'éclosion pourraient s'expliquer par le fait que certaines pupes réfrigérées semblent peu résistantes par rapport à d'autres vis à vis du froid. Il est donc permis de penser que ces pupes pourraient provenir des femelles insuffisamment alimentées. Cependant, compte tenu du fait que toutes les pupes étaient placées dans la même condition de réfrigérateur, l'allongement de la durée de conservation pourrait expliquer la baisse des taux d'éclosion. Selon Itard (2000), la durée de pupaison est plus longue en période froide qu'en période chaude. Ceci pourrait nous

permettre d'affirmer que la conservation de pupes au réfrigérateur augmente la durée de pupaison sans pour autant améliorer la qualité des pupes (taux d'éclosion).

En effet, la mauvaise qualité des pupes mesurées à travers leur petite taille et leur faible poids indiquerait que les conditions d'élevage sont inadéquates (FAO/AIEA, 1998). La qualité de pupes produites indique si l'alimentation des femelles et le transfert de nutriments de la mère à la larve en développement « in utero » sont normaux ou anormaux (Opiyo *et al.*, 2000 ; Kam, 2003). Selon Percoma (2006), le type d'alimentation influencerait moins les taux d'éclosion que la qualité de pupes produites. De plus Launois *et al.* (2004) ont rapportés que l'activité biologique notamment le développement de la larve dépend du repas sanguin. En définitif, ces différents travaux pourraient donc confirmer notre hypothèse selon laquelle, certaines pupes réfrigérées semblent moins résistantes que d'autre au froid et pourraient provenir des femelles insuffisamment alimentées.

Toutefois, pour obtenir le maximum des mouches viables et compétitives suite à la conservation de pupes au réfrigérateur, il conviendrait de lever l'inhibition des pupes au 4^{ème} jour de conservation pour *Gpg* et au 6^{ème} jour pour *Gms*. Cette différence de jours pourrait s'expliquer par le fait que les deux espèces ne sont pas de même origine écologique ; (*Gpg* est une espèce riveraine et *Gms* est une espèce savanicole) et aussi par la grosseur ou poids de leur pupe (le poids moyen de pupe de *Gpg* est compris entre 25 à 27mg et celui de *Gms* est de 30 à 33mg). Les taux d'éclosion des mouches issues de pupes conservées au froid étaient de 69,4% entre le 1^{er} et le 4^{ème} jour pour *Gpg* et de 69,5% entre le 1^{er} et le 6^{ème} jour pour *Gms*. Au delà de ces durées respectives, les taux sont de 22,9% et 24,4% respectivement pour *Gpg* et *Gms*. Il serait donc préférable de retirer les pupes du froid et de les placées aux conditions de l'insectarium afin d'avoir une meilleure émergence des mouches dont la viabilité et la compétitivité semblent adéquates.

2.2.1.2. Taux de mortalité avant accouplement de *Glossina palpalis gambiensis* et *G. morsitans submorsitans* :

Les résultats ont montré que les taux de mortalité avant accouplement des mouches issues de pupes réfrigérées, pour les 2 espèces augmentent en fonction de la durée de la conservation de pupes sous froid. Ces mortalités pourraient s'expliquer par la diminution de la résistance de certaines mouches, due à l'effet du froid. Cette baisse de résistance semble se manifester par la perte d'appétit, la difficulté de s'alimenter et de voler ainsi que la fatigue générale. Compte

tenu du fait que toutes les mouches ont été mises dans les mêmes conditions tant environnementales qu'alimentaires, les différentes mortalités observées pourraient s'expliquer par la baisse de la résistance de ces mouches. Selon FAO/AIEA (2002), il y a deux types de mortalités : les mouches mortes affamées c'est-à-dire qu'elles n'ont rien dans l'abdomen et les mouches mortes et gorgées de sang avec l'abdomen noir et mouillé.

En effet, dans notre cas précis, il a été remarqué des mouches mortes ayant un abdomen allongé et blanc, ou étant collées au tulle des cages. Celles à l'abdomen blanc et allongé seraient mortes pour n'avoir pas suffisamment de réserves alimentaires dans l'abdomen et celles collées au tulle pour n'avoir pas suffisamment de forces pour s'envoler.

Des études antérieures menées sur *Glossina palpalis gambiensis* maintenue constamment sur membrane artificielle ont révélé que le facteur nutritif a une influence certaine sur la longévité des mouches et ont confirmé notre hypothèse selon laquelle les mouches qui meurent sont celles qui sont confrontées aux difficultés d'alimentation (Bauer et Politzar, 1982 ; Kaboré et Bauer, 1984).

2.2.2. Effet de la réfrigération des pupes mâles sur la compétitivité des mouches écloses.

2.2.2.1. De *Glossina palpalis gambiensis* et *G. morsitans submorsitans* :

Les résultats du test de compétitivité sexuelle entre les glossines issues de pupes réfrigérées et les glossines témoins, ont montrés qu'il n'y a pas de différence significative du 1^{er} au 2^{ème} jour de compétition pour *Glossina palpalis gambiensis* et du 1^{er} au 4^{ème} jour pour *G. morsitans submorsitans*. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que la courte durée de réfrigération des pupes à 9,8°C n'a pas eu d'effet sur les individus éclos. Cette hypothèse semble en conformité avec les travaux de (Itard, 1986) qui avait trouvé que le développement des pupes est inhibé à des températures inférieures à 16°C.

Toutefois, les moyennes du nombre des couples formés par les mâles issus de pupes réfrigérées étaient inférieures ($P < 0,05$) à partir du 4^{ème} jour de conservation pour *Gpg* et du 6^{ème} jour pour *Gms*. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'instinct sexuel du mâle a été perturbé ou que la performance sexuelle du mâle a été diminuée. A cet effet, cela semble due à une longue durée de conservation des pupes sous froid. Selon Itard (2000), la durée du stade pupal est plus longue en saison froid. Ceci pourrait signifier qu'au-delà d'une certaine durée de conservation des pupes sous froid, les organes larvaires semblent affaiblis et par conséquent affecte directement l'ardeur sexuelle de mouches issues de ces pupes.

Cependant, quant au refus catégorique de certaines femelles à s'accoupler avec les mâles compétiteurs, cela pourrait s'expliquer par le fait qu'il y a eu un accouplement précoce de ces dernières avec d'autres mâles issus de mêmes éclosions et par conséquent leurs spermathèques seraient déjà remplies. Selon Itard (1983 et 1986), le plus souvent, les femelles déjà inséminées n'acceptent pas de nouveaux mâles ; elles les repoussent énergétiquement, si bien qu'au-delà du 10^{ème} jour, la proportion des femelles qui accepte un nouvel accouplement n'est que de 0,7% environ. Ceci conforte l'hypothèse selon laquelle il y aurait eu un accouplement précoce de certaines femelles.

En outre, des tentatives réussies de ré-accouplement qui ont été observées chez certaines femelles récalcitrantes, pourraient s'expliquer également par le fait qu'il y aurait eu une insuffisance du temps de copulation due à certaines perturbations lors de l'accouplement précoce et par conséquent les spermathèques ne seraient pas bien remplies. En effet, la durée de l'accouplement de mouches tsè-tsè est variable selon l'espèce, mais ne doit pas être inférieure à 30 minutes pour que l'insémination ait lieu (Kaboré, 2001 ; Kam, 2003). En générale, elle peut durer 1 à 3 heures suivant les espèces. Cela pourrait confirmer notre hypothèse, selon laquelle les spermathèques de ces femelles n'étaient pas bien remplies.

2.2.3. Effet de la couleur de marquage des mâles en rouge et en blanc sur la compétitivité pour l'accouplement des femelles.

2.2.3.1. De *Glossina palpalis gambiensis* et *G. morsitans submorsitans* :

Quelles que soient l'espèce et la durée de réfrigération des pupes, les résultats ont montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les nombres des couples formés par les mâles marqués rouge et ceux marqués blanc. Ceci pourrait expliquer que la couleur de marquage utilisé n'a pas d'effet attractif sur le comportement sexuel de glossine femelle et sans effet notable sur les individus marqués.

En effet, du fait que les mâles sont marqués au niveau du dos au thorax, les femelles semblent ne pas percevoir ces couleurs pour différencier les individus marqués. Il est donc permis de penser que l'un des critères de choix de glossines femelles à s'accoupler avec un mâle semble être dû à la vigueur de l'individu et non à l'effet couleur.

Par ailleurs, l'efficacité du triflumuron a été testée sur 3 types de tissus locaux (coton, polyester et polypropoline) et de 2 couleurs bleu et noire chez *Glossina palpalis gambiensis*

par (Bancé *et al.*, 2002). Les résultats sur les paramètres de reproduction ont montré qu'il n'y pas de différences significatives entre la couleur bleu et la couleur noire des tissus utilisés. De plus, des études récentes réalisées par Djiteye *et al.* (2011) sur le marquage en masse de *Glossina Austeni* durant l'émergence avec des poudres fluorescente n'ont révélé aucun effet indésirable sur la fertilité des individus marqués. Ces résultats pourraient confirmer l'hypothèse selon laquelle l'effet de couleur de marquage n'a pas une influence notable sur la préférence de glossines femelle vis-à-vis des compétiteurs mâles marqués.

En définitif, la couleur de marquage utilisé semble être sans effet nocif sur les individus marqués et sans effet attractif pour les glossines femelles. Il pourrait donc être utilisé pour les expériences du genre comme un outil pour caractériser les individus au laboratoire.

Conclusion et perspectives

L'objectif global de cette étude était de contribuer à l'amélioration des procédures de la technique de production de mâles stériles dans le cadre de la lutte contre les glossines, vectrices des trypanosomes. Pour cela, les effets de la durée de conservation au froid des pupes mâles stériles sur la viabilité et la compétitivité des mouche écloses ont été déterminés.

Il ressort de ces études que, indépendamment de l'espèce de glossine, une longue durée de conservation au froid réduit la viabilité et la compétitivité de mouches issues de ces pupes.

Par rapport au nombre de jour de conservation des pupes sous froid, les taux moyens d'émergence des mouches et la compétitivité des mâles pour l'accouplement diminuent sensiblement après le 4^{ème} jour pour *Gpg* et le 6^{ème} jour pour *Gms*. De plus, les taux moyens de mortalité avant accouplement des mouches augmentent après ces dates respectives.

Par ailleurs, la couleur de marquage à la peinture rouge ou blanche au dos sur le thorax des mouches mâles n'a pas d'effet attractif sur le comportement sexuel des glossines femelles et sans effet notable sur les individus marqués.

Au regard de ces résultats et vu l'importance du thème, nous suggérons la poursuite de cette étude tout en mettant l'accent sur la longévité des mâles issues de pupes irradiées et réfrigérées ;

Et des études sur l'effet de la couleur de marquage des mouches mâles ténérales de *Gpg* et *Gms* par des poudres fluorescentes sur le comportement sexuel de la glossine femelle.

Références bibliographiques

- **Acapovi G. L., 2005.** Identification et bioécologie des tabanidés, vecteurs mécaniques potentiels de la trypanosomose bovine dans les régions de savanes en Côte-d'Ivoire (Odiènne et Korhogo) : Thèse, Université de Cocody, 137p.
- **Balenghien T., 2003.** Lutte anti-vectorielle ciblée dans le contrôle de la trypanosomose : L'exemple de Sideradougou. Thèse, Université de Toulouse, 144p.
- **Bancé A. Z., 2003.** Efficacité et rémanence du triflumuron, inhibiteur de la synthèse de la chitine sur la glossine, *Glossina palpalis gambiensis* dans une perspective de lutte autocide. Thèse, Université de Ouagadougou, 131p.
- **Bancé A. Z., Ouedraogo A. P., Kaboré I., et Sidibé I., 2002.** Efficacité du Triflumuron Selon la Nature et la Couleur du Tissu à l'égard de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949 : *International Journal of Tropical Insect Science*. **22** : 281- 287.
- **Bauer B., Amsler-Delafosse S., Kaboré I. et Kamuanga M., 1999.** Improvement of cattle productivity through rapid alleviation of African Trypanosomosis by integrated disease management practices in the Agro pastoral zone of Yalé, Burkina Faso. *Tropical Animal Health and Production*. **31** : 89-102.
- **Bauer B. et Politzar H., 1982.** Laboratory maintenance of *G. p. gambiensis* in West Africa. Preliminary results of rearing on membranes. AIEA-SM-255/52 Vienna, (Austria), 255-263p.
- **Bauyer J., 2007.** Le comportement alimentaire des glossines « Les tsé-tsé, mouches intelligentes ?- 1^{ère} partie », insectes. **145** (2) : 29-32.
- **Bouyer J., 2006.** Ecologie des glossines du Mouhoun au Burkina Faso: intérêt pour l'épidémiologie et le contrôle des trypanosomoses africaines. Thèse, Université de Montpellier II, France, 206p.
- **Bouyer J., Kaboré I., Stachurski F. et Desquesnes M., 2005a.** Le piégeage des insectes vecteurs. Santé animale en Afrique de l'Ouest, Recommandations Techniques, CIRDES/CIRAD 20.
- **Bouyer J., Kaboré I., Stachurski F. et Desquesnes M., 2005b.** Traitement épicutané du bétail. Santé animale en Afrique de l'Ouest, Recommandations Techniques, CIRDES/CIRAD 8.

- **Broden H., 1904.** Beitrag Zur Trypanosomenfrage. Cbl. Bakt (I. Abt.). **38**: 307-429.
- **Buxton P. A., 1955.** The Natural History of Tsetse Flies. An Account of the Biology of the Genus *Glossina* (Diptera). Lewis H.K. & Co Ltd, London. 816p.
- **Bila C., Yoni W., Bouyer J., Desquesnes M. et Kaboré I., 2005.** L'imprégnation d'écrans à l'insecticide. Santé animale en Afrique de l'Ouest, Recommandations Techniques, CIRDES/CIRAD 22.
- **Challier A., 1984.** Perspectives d'utilisation des systèmes attractifs toxiques dans la lutte contre les glossines (Diptera, Glossinidae). Rev. Elev. Méd. Vet. Pays trop., **37** (numéro spécial).
- **Challier A., Eyraud M., Lafaye A. et Laveissiere C., 1977.** Amélioration du rendement du piège biconique pour glossines (Diptera : Glossinidae) par l'emploi d'un cône inférieur bleu. Cahiers de l'ORSTOM, Série Entomologie médicale et Parasitologie **XV**: 283-286.
- **Challier A. et Laveissière C., 1973.** Un nouveau piège pour la capture des glossines (*Glossina*: Diptera, Muscidae) : description et essais sur le terrain. Cahier O.R.S.T.O.M., série Entomologie médicale et Parasitologie **10** (4) : 251-262.
- **Cuisance D., Itard J., Solano P., Desquesnes M., Frézil J. L. et Authié E., 2003.** Trypanosomoses. Méthodes de lutte. pp. 139-165. In Editions Tec et Doc and Editions médicales internationales. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et Régions chaudes. Lavoisier, Paris, France.
- **Cuisance D., 1989.** Le piégeage des tsé-tsé. Cirad, Montpellier. 172p.
- **Custer A. V., 2005.** Stoichiometric estimates of the biochemical conversion efficiencies in tsetse metabolism. *BMC Ecology*, **5**: 6. <http://www.biomedcentral.com/1472-6785/5/6> consulté le (10/02/2012).
- **Dame D. A. et Fort H. R., 1968.** Multiple mating of *Glossina morsitans* Westwood and its potential effect on the sterile male technique. *Bull. Of Entomol. Res.*, **58**: 213-219.
- **De Deken P., Van Den Bossche P., Sangare M., Gnanvi C., Missanda J. H. et Van Hees J., 1997.** Effect of the life-span of female *Glossina palpalis gambiensis* on the weight and size of its progeny. *Medical and Veterinary Entomology*. **11** (1): 95-101.
- **De La Rocque S. et Cuisance D., 2005.** La tsé-tsé : une mouche singulière et dangereuse. *Insecte* numéro, **136** (1) : 27-31.

- **Dicko A., 2011.** Evaluation de l'effet insecticide de l'azadirachtine sur la biologie de *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina morsitans submorsitans*. Mémoire de DEA en Systèmes de Productions Animales, UPB/IDR, Burkina Faso, 42p.
- **Djiteye A., Luger D. et Banor H., 2011.** Marquage en masse de *glossina austeni* durant l'émergence avec des poudres fluorescentes : Effet et identification (Dans le cadre de lâchers d'insecte stériles) in «*Conseil Scientifiques International pour la recherche et la lutte contre les trypanosomoses*», (31^{ème} réunion du 12 au 16/09/2011), pp. 223-225.
- **Dyck V. A., Hendrickx G. et Robinson A. S., 2005.** Sterile insect technique. Springer, IAEA, Vienna, Austria, 63p.
- **FAO/AIEA., 2002.** Automatisation for tsetse mass-rearing for use in sterile insect technique programmes. Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture and held in Addis Ababa, Ethiopia, 7-13 July 2001, 52p.
- **FAO/AIEA., 1998.** Entomology unit, annual report 1998. FAO/AIEA, Agriculture and biotechnology laboratory, Seibersdorf, Austria, 52p.
- **Feldmann H. U. et Henrichs J., 2001.** Integrating the sterile insect technique as a key component of area-wide tsetse trypanomosis intervention PAAT technical and scientific series 3 (FAO), 66p.
- **Garcia J. C. et Gonzalez J. R., 1993.** Esterilidad en la F1 de *Diatraea saccharalis* (Fab), Lepidoptera : *Crambidae* : Efectos de la dosis substerilizantes sobre la reproducción y la competitividad. Management of insect pests: Nuclear and related molecular and genetic techniques. IAEA and FAO, 405-418p, Proceedings of a symposium jointly organized by IAEA and FAO held in Vienna, 19-23 October 1992.
- **Geerts S. et Holmes P. H., 1997.** Gestion médicamenteuse et résistance parasitaire. 24^{ème} réunion, OUA/CSRLT. Maputo, Mozambique. Publication n°119, OAU/ISTRIC, Nairobi, Kenya, pp. 371-385.
- **Hursey B. S. et Slingenbergh J., 1995.** The tsetse fly and its effects on agriculture in sub-Saharan Africa, *Rev. Mond. Zootech.*, 84 : 67-73
- **Itard J. et Cuisance D., 2003.** Vecteurs cycliques des trypanosomes. Pp. 139-165. In Editions Tec et Doc and Editions Médicales internationales. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et Régions chaudes. Lavoisier, Paris, France.

- **Itard J., 2000.** Trypanosomoses animales africaines. Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Ed. TEC et DOC, 206 - 450p.
- **Itard J., 1986.** Les glossines ou mouches tsé-tsé, Etude et synthèse de l'IEMVT, 15. Département du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le Développement, Paris, France, 155p.
- **Itard J. et Bauer B., 1984.** Elevage des glossines. Synthèse. *Rev. Elev. Méd Vét. Pays. Trop.* 37, numéro spécial, I.E.M.V.T., 143-175p.
- **Itard J., 1983.** Les glossines. I.E.M.V.T. 10, rue Pierre Curie-94704 Maison-Alfort, 191p.
- **Itard J., 1981.** Les trypanosomoses animales africaines. Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Tome II, IEMVT : Manuels de précis d'élevage N°15. Pp305-469.
- **Jordan M., 1986.** Trypanosomiasis control and African rural development. Longman, London, 357p.
- **Kaboré I., 2001.** Lutte contre les glossines. Diagnostique et contrôle des parasites animaux et leurs vecteurs, cours international de formation tenu du 05 au 17 novembre 2001 au CIRDES, Bobo Dioulasso, Burkina Faso. 98-103p.
- **Kaboré I. et Bauer B., 1984.** Elevage de *glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 (*Diptera : Muscidae*) avec du sang lyophilisé importé de différentes espèces et avec du sang défibriné local de bœuf : comparaison des performances obtenues. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux*, 37 (1) : 35-41.
- **Kaboré I., 1982.** Rationalisation des techniques d'élevage de *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) (*Diptera : Muscidae*) à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), Mémoire U.O/ISP, 61p.
- **Kam H., 2003.** Validation de techniques de production industrielle des glossines et évaluation de la compétitivité vis à vis des souches sauvages, Mémoire de fin de cycle, UPB/IDR, Burkina Faso, 85p.
- **Launois M., Charbonnier G., Gracia-Laveissière G., Cuisance D et Duvallet G., 2004.** La mouche tsé-tsé pédagogique. (FRA), 56p, (collection les savoirs partagés).
- **Laure G., Bouyer J., De La Rocque S. et Desquesnes M., 2005.** Spatialisation du risque trypanosomien. Santé animale en Afrique de l'Ouest, Recommandations Techniques, CIRDES/CIRAD19.

- **Laveissière C., Grébaut P., Herder S. et Penchenier L., 2000.** Les glossines vectrices de la Trypanosomiase humaine africaine. IRD and OCEAC, Yaoundé, Cameroun. 246p.
- **Laveissière C. et Grébaut P., 1990.** Recherches sur les pièges à glossines (Diptera, Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège "Vavoua". *Tropical Medicine and Parasitology* **41** : 185-192.
- **Laveissière C. et Couret D., 1980.** Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide, en zone de savane humide. 1- description du lieu, du matériel et de la méthode. *Cahiers O.R.S.T.O.M., série Entomologie médicale et Parasitologie* **XVIII (3)** : 201-207.
- **Leak S. G. A., 1999.** Tsetse biology and ecology. Their role in the epidemiology and control of Trypanosomosis. CABI Publishing with International Livestock Research Institute Nairobi, Kenya, 568p.
- **Maïga S., 2003.** Lâchers expérimentaux de mouches tsé-tsé mâles stérile dans la zone périurbaine de Bamako, Mali. 28th meeting of ISCTRC. Addis Ababa, Ethiopia. Publication n°123, 504-508p.
- **Mandé B., 2008.** Validation de nouvelles techniques d'élevage de glossines pour l'amélioration de la qualité d'élevage en masse de *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina morsitans submorsitans*, Mémoire de fin de cycle, UPB/IDR, Burkina Faso, 73p.
- **Offori E. N., 1993.** Tsetse stérile insecte technique programmes in Africa : Review and analysis of future prospects. Management of insect pests: Nuclear and related molecular and genetic techniques. IAEA and FAO, 345-357p, Proceedings of a symposium jointly organised by IAEA and FAO held in Vienne, 19-23 October 1992.
- **Opiyo E., Mutika G. et Robinson A., 2001.** Effect of low temperature treatment on *G. pallidipes* pupae. OUA/ CISTR, 197-201p.
- **Opiyo E., Luger D., et Robinson A. S., 2000.** New systems for the large-scale production of male tsetse flies (Diptera: Glossinidae) in Area-wide control of fruit flies and other insect pests, ed.K.H. Tan Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang, 337-344p.
- **Parker K. R. et Mant M. J., 1979.** Effects of tsetse (*Glossina morsitans morsitans* Westw.) (Diptera: Glossinidae) salivary gland homogenate on coagulation and fibrinolysis. *Thromb Haemost* **42 (2)**: 743-51.

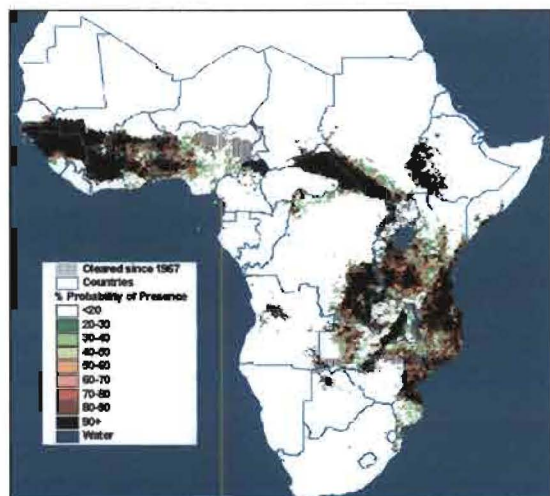
- **Percoma L., 2006.** Production de masse de glossines de qualité : Contribution à la campagne panafricaine d'éradication de la mouche tsé-tsé et des trypanosomoses, Mémoire de fin de cycle, UPB/IDR, Burkina Faso. 75p.
- **Plimmer H. G. et Bradford J. R., 1989.** A preliminary note on the morphology and the distribution of the organism found in the tsetse fly disease. *Proceedings of the Royal Society*. B65. 274p.
- **Poinsignon A., 2008.** Etude de la relation homme-vecteur. De l'identification à la validation de protéines salivaires comme marqueur immunologique d'exposition aux piqûres d'*Anopheles spp.* Et de *Glossina spp.* Thèse, Université de Montpellier I, 230p.
- **Pollock J. N., 2006.** Programme de lutte contre la Trypanosomose animale (PLTA) : Bulletin trimestriel d'information sur les glossines et les trypanosomoses. Année 2006, Volume 29 ; partie 1. (FAO).
- **Pollock J. N., 2000.** Manuel de lutte contre la mouche tsé-tsé : Volume 2 : Ecologie et comportement des tsé-tsé. (FAO) 114p.
- **Pollock J. N., 1982.** Manuel de lutte contre la mouche tsé-tsé : Volume 1 : Biologie, Systématique et répartition des tsé-tsé. (FAO). 308p.
- **Pratlong F., 2008.** 1^{er} cycle- PCEM2- MB7-Parasitologie-P2-cycles parasites, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes 6p.

http://www.med.univ-montpl.fr/enseignement/cycle_1/PCEM2/mod-base/MB7_Bio_Med/Ressources_locales/PARASITO-MYCO/PCEM2_MB7_Parasito-P2.pdf consulté le (10/02/2012).
- **Robinson M. W., Baker P. S. et Finlayson L. H., 1985.** Influence of the temperature changes on larviposition rhythm in the tsetse fly *Glossina morsitans*. *Physiological Entomology*, 10 : 215-220.
- **Rogers D. J. et Randolph S. E., 1985.** Population ecology of tsetse. *Annual Review of Entomology*. 30 : 197-216.
- **Shaw A.P.M., 2004.** Economics of African trypanosomiasis. In: Maudling, I., P. H. Holmes & M. A. Miles (eds.), *the trypanosomiasis*, CABI Publishing, Wallingford, UK.

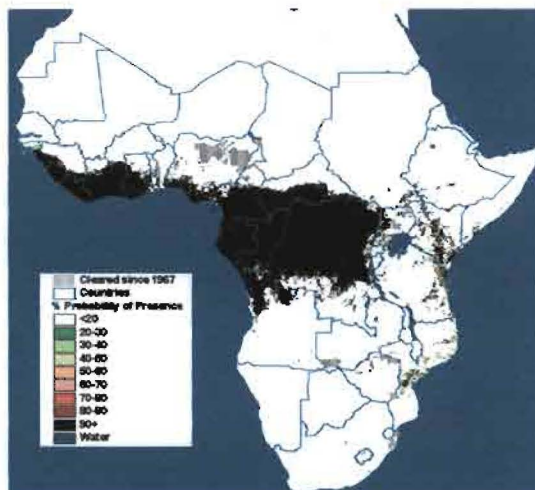
- **Shaw A. P. M., 2003.** Economic guidelines for strategic planning of tsetse and trypanosomiasis control in West Africa. – Rome: FAO, 95p.
- **Swallow B. M., 1998.** PAAT position paper: Impact of trypanosomiasis on African agriculture. – Rome: FAO-OMS-IAEA-OAU/IBAR–60p.
- **Toé A., 2010.** Etude de l'effet de la température et de l'éclairage sur les éclosions des pupes de glossines : *Glossina palpalis gambiensis* et *G. morsitans submorsitans* (Diptere-Muscidae), Mémoire de fin de cycle, UPB/IDR, Burkina Faso, 55p.
- **Vale G. A. et Torr S. J., 2005.** User-friendly models of the costs and efficacy of tsetse control: application to sterilizing and insecticidal techniques. *Medical and Veterinary Entomology*. **19** : 293-305.
- **Van Den Bossche P et De Deken R., 2002.** Seasonal variations in the distribution and abundance of the tsetse fly, *Glossina m. morsitans* in eastern Zambia. *Medical and Veterinary Entomology*. **16** (2): 170–176p.
- **Verdier C. J., 2005.** Etude expérimentales des effets de la Moxidectine sur *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina morsitans submorsitans*. Thèse, Université Paul-Sabatier de Toulouse. 175p.
- **Vitouley S. H., 2007.** Evaluation de la prévalence et de l'incidence des trypanosomoses animales africaines en fonction de la dégradation des habitats des glossines. Mémoire DEA de Biologie Animale ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 77p.
- **Ziemann H., 1905.** Beitrag. Zur Trypanosomenfrage. Cbl. (I. Abt.). **38** : 307-429.

ANNEXES

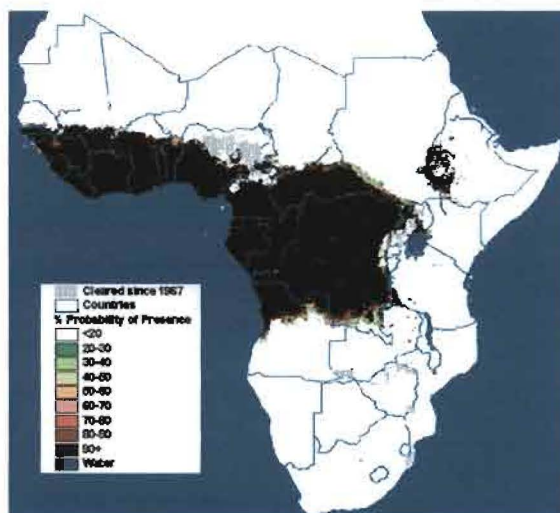
Annexe 1: Répartition géographique des trois sous-genres de Glossines.



Représentation des espèces de sous-genre de *Glossina s.str*



Représentation des espèces de sous-genre *Austenina*



Représentation des espèces de sous-genres *Nemorhina*

Annexe 2 : Fiche de suivi des éclosions de mouches

Titre de l'expérience : Influence de la durée de réfrigération des pupes sur la viabilité des mouches écloses.

Espèce de glossine :

| Lot N° : | 1 ^{er} (répétition) N° : | | 2 ^{em} (répétition) N° : | | 3 ^{em} (répétition) N° : | | 4 ^{em} (répétition) N° : | |
|---------------|--------------------------------------|------------|--------------------------------------|------------|--------------------------------------|------------|--------------------------------------|------------|
| Productivités | Eclosions | mortalités | éclosions | mortalités | éclosions | mortalités | éclosions | mortalités |
| Dates | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | |

Annexe 3 : Fiche de suivi de la mortalité avant accouplement des mouches.

Titre de l'expérience : Influence de la durée de réfrigération des pupes sur la viabilité des mouches écloses.

Espèce de glossine :

| Lot N° : | 1 ^{er} (répétition) N° : | 2 ^{em} (répétition) N° : | 3 ^{em} (répétition) N° : | 4 ^{em} (répétition) N° : |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Productivités | Mortalités | mortalités | mortalités | mortalités |
| Dates | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Total | | | | |

Annexe 4 : Fiche de suivi de la compétitivité des mouches

Titre de l'expérience : La compétitivité entre les mâles issus des pupes irradiés et réfrigérés et les mâles non irradiés et non réfrigérés (témoins).

Espèce de glossine :

Date :

| Lot N° : | 1 ^{er} (répétition) N° : | | 2 ^{em} (répétition) N° : | | 3 ^{em} (répétition) N° : | | 4 ^{em} (répétition) N° : | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|
| Compétitivité | ♂ Réfrigérés + témoins + ♀ | ♂ | ♂ Réfrigérés + témoins + ♀ | ♂ | ♂ Réfrigérés + témoins + ♀ | ♂ | ♂ Réfrigérés + témoins + ♀ | ♂ |
| Couples formés | ♂ réfrigérés + ♀ | ♂ témoins + ♀ | ♂ réfrigérés + ♀ | ♂ témoins + ♀ | ♂ réfrigérés + ♀ | ♂ témoins + ♀ | ♂ réfrigérés + ♀ | ♂ témoins + ♀ |
| Nombres des couples marqués en rouge | | | | | | | | |
| Nombres des couples marqués en blanc | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | |

Annexe 5 : Matériel de laboratoire utilisé

Matériel biologiques :



Pupes de *Gpg* et *Gms*



mouche ♂ et ♀ de *Gms* et *Gpg*

Matériel techniques :



Ice parck



Enregistreur



Irradiateur



Chariot



Cage d'éclosion



Cage Raubout



Grande cage



Marqueurs



Congélateur



Réfrigérateur



Climatiseur



Humidificateur